

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

**Затверджую**

Голова Приймальної комісії  
Ректор



Михайло ЗГУРОВСЬКИЙ

*25.04.2024*

**ПРОГРАМА**  
**вступного випробування із спеціальності**

для вступу на освітньо-наукову програму підготовки доктора філософії  
«Хімічні технології та інженерія»

*за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія*

Програму ухвалено:

Науково-методичною комісією за спеціальністю  
161 Хімічні технології та інженерія

Протокол № 2 від «19» «квітня» 2024 р.

Голова НМК

*Ольга ЛІНЮЧЕВА*

Київ-2024

## Зміст

1. Загальні відомості.....	3
2. Теми, що виносяться на екзаменаційне випробування.....	4
3. Навчально-методичні матеріали.....	29
4. Рейтингова система оцінювання вступного випробування.....	35
5. Приклад екзаменаційного білету.....	37

## I. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Вступний іспит на навчання для здобуття наукового ступеня доктор філософії за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія» проводиться для тих вступників, які мають ступень «Магістра»\*.

Освітньо-наукова програма (ОНП) «Хімічні технології та інженерія» третього (освітньо-наукового) ступеня доктора філософії (ОНП PhD) відповідає місії та стратегії КПІ ім. Ігоря Сікорського, за якою стратегічним пріоритетом університету є фундаменталізація підготовки фахівців. Особливості цієї ОНП враховані шляхом обрання відповідних розділів програми вступного іспиту. Проведення вступного випробування має виявити рівень підготовки вступника з обраної для вступу спеціальності.

Питання вступного іспиту поділяються на 10 розділів, які відповідають науковим спеціалізаціям відповідно:

1. Технологія неорганічних речовин.
2. Технологія водоочищення.
3. Технологія органічних речовин.
4. Технічна електрохімія.
5. Хімічний опір матеріалів та захист від корозії.
6. Технологія полімерних і композиційних матеріалів.
7. Технологія неорганічних керамічних, склокристалічних матеріалів та скла.
8. Технологія в'язучих матеріалів.
9. Технологія косметичних засобів та харчових добавок.
10. Технологія рослинних полімерів.

ОНП рівня PhD складається в обсязі навчальних програм для вищих навчальних закладів IV рівня акредитації. Містить систему теоретичних та прикладних положень з хімічної технології та інженерії, які дозволять претендентам на здобуття наукового ступеня доктора філософії опанувати комплекс необхідних і обов'язкових знань, основних понять та категорій.

Завдання вступного випробування складається з 8 тестових завдань та двох питань розгорнутих відповідей. Вступне випробування зі спеціальності проводиться у формі усного екзамену. Тривалість підготовки вступника до відповіді – три академічні години.

В ОНП програми наведені теми розділів, які стосуються виконання завдань вступних випробувань.

Інформація про правила прийому на навчання та вимоги до вступу до аспірантури на науково-освітню програму «Хімічні технології та інженерія» наведено в розділі «Вступ до аспірантури» на веб-сторінці аспірантури та докторантури КПІ ім. Ігоря Сікорського за посиланням <https://aspirantura.kpi.ua/>

\*Відповідно доп.2 Розділу XV закону Про вищу освіту вища освіта за освітньо-кваліфікаційним рівнем спеціаліста прирівнюється до вищої освіти ступеня магістра

## **II. ТЕМИ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ВСТУПНЕ ВИПРОБОВУВАННЯ**

### **ТЕМА 1. Технологія неорганічних речовин**

#### **1.1. Класифікація моделей ХТС**

#### **1.2. Хіміко-технологічні системи як сукупність взаємопов'язаних процесів.**

#### **1.3. Значення каталізу**

В хімічній промисловості, енергетиці, для захисту навколишнього середовища. Основні стадії в кінетиці гетерогенного каталізу. Моделювання кінетики гетерогенних каталітичних процесів. Вимоги до промислових каталізаторів. Головні фізико-хімічні характеристики промислових каталізаторів. Основні методи приготування каталізаторів.

#### **1.4. Класифікація методів виробництва азоту і водню**

Сировина для азотної промисловості. Класифікація методів виробництва азоту і водню - основних джерел сировини для виробництва зв'язаного азоту. Виробництво азоту. Сучасні методи фіксації азоту: термічні та плазмо-хімічні методи для одержання оксидів нітрогену, електроіонізаційні методи, лазерна хімія. Методи отримання чистого азоту. Використання методу глибокого охолодження повітря і ректифікації повітря з метою отримання азоту. Глибоке охолодження газів. Термодинамічні основи техніки зрідження газів. Методи отримання низьких температур. Теоретичні основи процесів виділення із повітря кисню, азоту та рідкісних газів. Виробництво водню. Проблеми сировини для виробництва водню. Виробництво водню при використанні вуглеводної сировини. Отримання водню методом газифікації палива. Технологія газифікації палива. Отримання водню методом конверсії природного газу. Технологічні схеми конверсії природного газу. Електрохімічні методи отримання водню. Промисловий електроліз води. Синтез аміаку: кінетика процесу, каталізатори. Характеристика технологічних та енерготехнологічних схем синтезу аміаку. Компонівка обладнання, оптимізація технологічного процесу. Синтез метанолу. Виробництво нітратної кислоти. Фізико-хімічні основи окиснення аміаку. Абсорбція оксидів азоту. Технологічні схеми виробництва нітратної кислоти.

#### **1.5. Виробництво сульфатної кислоти**

Сировина, недоліки, екологія виробництва. Теоретичні основи та технологічні схеми виробництва сульфатної кислоти. Принципові положення теорії стійкості систем і параметричної чутливості та її застосування у технології контактної сульфатної кислоти.

#### **1.6. Технологія виробництва хлороводню та соляної кислоти**

Виробництво синтетичної та реактивної хлоридної кислоти. Утилізація сполук фтору, які утворюються в виробництві фосфорних кислот, солей і добрив, для одержання безводного фториду водню та фторид-біфторид амонію.

## **ТЕМА 2. Технологія водоочищення**

### **2.1. Основні показники якості господарсько-питних та технічних вод**

Санітарно-епідеміологічна характеристика джерел водопостачання. Норми якості питної води. Класифікація домішок води на основі їх фазово-дисперсної характеристики. Аномальні властивості води. Типові технологічні схеми підготовки питної води.

### **2.2. Методи знезараження питної води**

Недоліки та переваги реагентних, фізичних і комбінованих методів знезараження води.

### **2.3. Методи седиментації, апаратурне оформлення**

Типи споруд для освітлення води (відстійники, освітлювані, гідроциклони).

### **2.4. Процеси, що протікають при обробці води коагулянтами**

Теорія ДЛФО. Шляхи та способи інтенсифікації процесів коагуляції. Гетерокоагуляція. Особливості процесу обробки води коагулянтами з вапнуванням води. Апаратурне оформлення процесів коагулювання домішок води. Флокулянти, їх застосування при видаленні із води колоїдних домішок. Органічні та неорганічні флокулянти.

### **2.5. Технологічні засади процесів флотації у водопідготовці**

Основні типи обладнання, технологічні схеми.

### **2.6. Фільтрування у процесах водопідготовки**

Фільтри з зернистим завантаженням. Швидкість фільтрування. Режим роботи фільтрування. Основи конструкції та технологічного розрахунку фільтрів.

### **2.7. Адсорбційна технологія в процесах водопідготовки**

Адсорбенти, вимоги до них. Кінетика адсорбційних процесів. Ізотерма адсорбції. Вуглювання води, мета, обмеження. Приклади організації технологічних схем адсорбційного очищення води. Регенерація сорбентів – види, переваги, недоліки.

### **2.8. Методи опріснення та знесолення води**

Іонний обмін у процесах водопідготовки. Технологічні схеми та основи їх компоновка. Маловідходні та безвідходні схеми інообмінного знесолення води. Сучасні технологічні іонітові апарати. Недоліки методу.

### **2.9. Методи деіонзації води**

Мембранні процеси в технології підготовки води різного походження та призначення. Ультрафільтрація. Зворотний осмос. Електродіаліз. Теоретичні основи зворотного осмосу та електродіалізу. Принципи апаратурного оформлення, типи мембран. Переваги та недоліки методів.

## 2.10. Біохімічне очищення стічних вод

Теоретичні основи, область застосування. Характеристика технологічного обладнання аеробного, анаеробного та комбінованих схем біологічного очищення води, область застосування.

## 2.11. Окиснювальні методи обробки води

Характеристика окисників.

## 2.12. Екстракційні методи очищення стічних вод

Область застосування, переваги, недоліки. Типові технологічні схеми очищення стічних вод від токсичних речовин: важкі метали, нафтопродукти, ПАР, фосфати, нітрати, органічні речовини.

## 2.13. Шляхи та способи утилізації та переробки відходів водоочищення

Основні технологічні процеси фізико-хімічної очистки стічних вод: освітлення, флотація, аерація, відгонка з водяною паром, екстракція, адсорбція, іонний обмін. Принципи дії.

# ТЕМА 3. Технологія органічних речовин

## 3.1. Основи симетрії та теорії груп

Поняття симетрії, визначення симетрії. Роль симетрії в хімії. Математичний апарат симетрії. Загальні відомості про матриці. Лінійні операції над матрицями. Детермінанти та їх обчислення. Спеціальні матриці.

Вектор, його напрямок та довжина. Лінійні операції над векторами. Прямокутна система координат. Скалярний та векторний добуток векторів. Перетворення прямокутних координат на площині. Перетворення прямокутних координат у просторі. Матриці переходів. Кути Ейлера.

Система координат. Поняття про елемент та операцію симетрії. Тотожне перетворення. Поворотна вісь, поворотні осі кінцевого та нескінченного порядку. Центр інверсії та дзеркальна площина. Дзеркально-поворотна (невласна) вісь. Теореми взаємодії елементів симетрії. Номенклатура в симетрії. Символіка Шонфліса та значення символів.

Кратні операції симетрії. Групи симетрії як розділ теорії груп. Група, порядок групи. Поняття особливої точки. Точкові групи. Таблиці множення. Квадрат Келі. Генератори та підгрупи. Добуток груп. Класи груп. Властивості класів.

Найпростіші точкові групи симетрії  $C_i$ ,  $C_s$ . Циклічні точкові групи  $C_n$ ,  $C_{nv}$  та  $C_{nh}$ . Дієдральні точкові групи  $D_n$ ,  $D_{nd}$  та  $D_{nh}$ . Особливі точкові групи  $C_{\infty v}$  та  $D_{\infty h}$ . Точкові групи вищої симетрії  $T$ ,  $T_d$ ,  $T_h$ ,  $O$ ,  $O_h$ ,  $I$ ,  $I_h$ . Симетрія атомних орбіталей.

Визначення точкової групи симетрії. Алгоритм визначення точкової групи симетрії. Приклади молекул, що відносяться до різних груп симетрії.

Матрична форма запису операцій симетрії. Поняття про базис. Матричний запис перетворень симетрії в довільному базисі. Ізоморфізм та гомоморфізм груп симетрії.

Представлення та характери кінцевих груп. Поняття про представлення, які приводяться та які не приводяться. Приведення представлень. Лема Шура. Представлення циклічних груп та побудова їх таблиць характерів.

Невироджені та вироджені за симетрією представлення. Представлення, які не приводяться та таблиці характерів. Побудова та використання таблиць характерів для опису симетричних властивостей молекули. Символи Малікена.

Симетрія та антисиметрія. Хіральність як властивість симетрії. Енантіомери. Полярність молекул та симетрія. Групові орбіталі. Представлення груп через базис атомних орбіталей. Перетворення подібності. Загальна концепція ортогональності.

Співвідношення ортогональності у представленнях, які не приводяться. Велика теорема ортогональності Вігнера та її застосування. Визначення та властивості проєкційних операторів. Адаптовані за симетрією лінійні комбінації атомних орбіталей.

### **3.2. Основи молекулярної спектроскопії**

Поняття електромагнітного випромінювання, визначення електромагнітної хвилі. Квантування енергії. Електромагнітний спектр та спектральні області. Походження спектрів. Принципи класичної теорії випромінювання, поглинання та розсіювання випромінювання. Квантово-механічні основи походження спектрів. Наближення Борна-Опенгеймера. Принципова схема спектрометра. Реєстрація спектрів.

Поняття про мікрохвильову спектроскопію. Обертання молекул. Обертання та обертальна енергія двохатомних молекул. Класична модель жорсткого ротатора. Квантово-механічна модель жорсткого ротатора. Заселеність рівнів та інтенсивність ліній електромагнітного спектру.

Тепловий розподіл Больцмана. Виродження енергетичних станів. Вплив ізотопного заміщення на мікрохвильовий спектр. Нежорсткий ротатор та його спектр. Багатоатомні лінійні молекули. Молекули типу симетричного ротора та їх мікрохвильовий спектр. Молекули типу асиметричного ротора. Застосування мікрохвильової спектроскопії для визначення геометричної будови молекул. Ефект Штарка та його застосування.

Інфрачервона спектроскопія. Коливання окремого тіла. Коливання двохатомної молекули. Простий гармонічний осцилятор. Ангармонічний осцилятор. Обертони. Коливально-обертальні переходи у двохатомній молекулі. Коливально-обертальний спектр оксиду вуглецю. Порушення принципу Борна-Опенгеймера: взаємодія обертань та коливань. Коливання багатоатомних молекул.

Основи теорії нормальних коливань. Симетрія нормальних коливань та правила відбору. Число нормальних коливань різних типів симетрії. Правила відбору для спектрів ІЧ-поглинання. Обертони і комбіновані частоти. Резонанс

Фермі. Вплив обертання на багатоатомні молекули. Лінійні молекули: паралельні та перпендикулярні коливання. Вплив ядерного спіну. Молекули типу симетричного та асиметричного ротора. Застосування інфрачервоної спектроскопії.

Спектроскопія комбінаційного розсіювання світла та її модель. Релеївське, стоксове та антистоксове розсіювання. Поляризованість молекул. Обертальні спектри комбінаційного розсіювання для лінійних молекул. Обертальні спектри комбінаційного розсіювання для молекул типу симетричного ротора та молекул інших типів. Коливальні спектри КРС та правила відбору для них. Активність коливань в комбінаційному розсіюванні. Обертони та комбіновані частоти.

Поляризація в спектрах КРС. Природа поляризованого світла та ступінь деполіризації. Коливання молекул типу симетричного ротора. Узагальнення на інші типи молекул. Визначення структури молекул за даними ІЧ-спектроскопії та спектроскопії КРС.

Електронні спектри двохатомних молекул. Груба коливальна структура: прогресії. Інтенсивність коливальних спектрів: принцип Франка-Кондона. Енергія дисоціації та продукти розпаду. Обертальна тонка структура електронно-коливальних переходів. Правила відбору. Діаграма Фортра. Предисоціація. Двохатомні молекули: висновки.

Електронні стани молекул. Збудження та симетрія. Електронні переходи. Їх типи. Збуджені стани та спектри люмінесценції. Синглетні та триплетні збуджені стани молекул. Діаграма Яблонського.

### **3.3. Стереохімія органічних сполук**

Стереохімічні особливості атому вуглецю і основні стереохімічні явища. Конформація. Конфігурація Діастереомери. Енантіомери. Стереохімічна номенклатура.

Загальні методи одержання стереоізомерів. Синтези на основі природних оптично активних сполук. Розщеплення рацематів. Кінетичне розщеплення.

Визначення просторової конфігурації. Визначення конфігурації  $\pi$ -діастереомерів,  $\sigma$ -діастереомерів та енантіомерів. Хімічна кореляція, фізичні методи, метод оптичного порівняння, хіроптичні методи.

Стереохімія алканів та їх похідних. Насичені ациклічні молекули з полярними замісниками або ланками. Аномерний ефект.

Стереохімія циклоалканів та їх похідних. Встановлення конфігурації заміщених циклічних сполук. Методи, які основані на симетрії, фізичних та хімічних властивостях. Кореляційні методи. Стійкість циклічних молекул. Легкість циклізації, як функція розмірів циклу. Ефект Торпа-Інгольда, правила Болдуїна.

Стереохімія сполук із кратними вуглець-вуглецевими зв'язками. Алкени, циклоалкени, циклооктатетраєни, кумулени.

Стереохімія аренів та гетероаренів. Похідні біфенілу та їх аналоги. Циклофани та анса-сполуки. Геліцени та спіральні фенантрени. Анулени.



Стереохімія азоту. Оксими, азометини. Оптично активні похідні азоту. Аміди та їх аналоги. Гідроксамові кислоти та їх аналоги.

Стереохімія гетероциклів. Піперидин, гідровані хіноліни, тропан, оксирани, тетрагідрофурани та гетероцикли з двома атомами кисню.

Стереохімія елементорганічних сполук. Похідні кремнію. Концепція псевдообертання, Похідні фосфору, сірки, сполуки бору.

Стереохімія природних сполук. Вуглеводи. Амінокислоти, пептиди, білки, нуклеїнові кислоти.

Основи конформаційного аналізу. Конформації ациклічних молекул. Фізичні та спектральні властивості діастереомерів і конформерів. Конформації та реакційна здатність. Рівняння Уінстейна-Холнеса, принцип Кертіна-Гамета.

Конформаційна поведінка циклічних сполук. Циклогексан та його похідні. Конформації, фізичні властивості і реакційна здатність.

Хіроптичні властивості. Оптична активність та анізотропна рефракція. Дисперсія оптичного обертання. Застосування дисперсії оптичного обертання і кругового дихроїзму. Встановлення конфігурації і конформації. Класифікація хромофорів. Правила спіральності.

Індуковані дисперсія оптичного обертання і круговий дихроїзм. Круговий дихроїзм хіральних полімерів. Застосування оптичної активності. Поляриметрія. Емпіричні правила і кореляції. Розрахунок оптичного обертання. Коливальна оптична активність.

### **3.4. Теорія хіміко-технологічних процесів отримання органічних речовин**

Основні типи реакцій нуклеофільного заміщення у відповідності до типу субстрату та нуклеофілу. Механізм прямого заміщення. Експериментальні докази реалізації механізму SN2. Іонізаційний механізм. Роль розчинника. Схема Уінстейна та її експериментальні докази. Об'єднаний механізм іонних пар Сніна.

Перегрупування карбокатионів. Неопентильне перегрупування та перегрупування Вагнера-Мейєрвейна. Фактори, які впливають на легкість реакції. Перегрупування Дем'янова і Тіффено (реакції аліфатичних амінів під дією азотистої кислоти). Скелетні перегрупування карбокатионів, які містять гідроксильну групу в  $\alpha$ -положенні. Дієнон-фенольне перегрупування.

Участь  $\pi$ - і  $\sigma$ -зв'язків в анхімерному сприянні реакції нуклеофільного заміщення. Некласичні карбокатиони. Проблема норборнільного карбокатиону.

Анхімерне сприяння сусідніх груп в реакціях нуклеофільного заміщення. Перегрупування Фаворського (перегрупування  $\alpha$ -галогенкетонів в присутності основ). Схема механізму SNi.

Скелетні перегрупування карбенів. Перегрупування Вольфа, синтез Арндта-Ейстера. Гомологізація альдегідів і кетонів.

Перегрупування за участю нітренив. Перегрупування Гофмана, Курціуса, Лосеня та Шмідта. Перегрупування Бекмана та Вагнера-Мейєрвейна.

Схема механізму елімінування E1cB. Орієнтація C=C зв'язку. Правило Бредта. Правила Зайцева і Гофмана. Фактори, які впливають на легкість

елімінування.

Реакції фрагментації. Основні типи механізмів за Гробом. Франгомерний ефект. Фрагментація похідних адамантану.

Термічне (піролітичне) елімінування. Шестицентровий механізм. Реакція Чугаєва (піроліз ксантогенатів). Одержання ксантогенатів, механізм, стереохімія реакції. П'ятицентровий механізм. Реакція Коупа та її особливості. Стереохімія реакції на прикладі похідних циклогексану.

Реакції електрофільного приєднання до C=C зв'язку. Загальна схема механізму. Стереохімія реакції. Циклічний іон бромонію та експериментальні докази його існування. Схема бромовання норборнену.

Реакція Сімонса-Сміта. Схема механізму, стереохімія і препаративні аспекти. Реакції гідроксимеркурування. Схема механізму і стереохімія на прикладі похідних циклогексену.

Епоксидування олефінів надкислотами. Схема механізму. Стереохімія. Особливості епоксидування  $\alpha,\beta$ -ненасичених кетонів. Епоксидування олефінів в відсутності кислого середовища.

Нуклеофільне приєднання до карбонільної групи. Приєднання синільної кислоти, азотистих основ та спиртів.

Альдольна конденсація. Кислотний та лужний каталіз. Анелювання за Робінсоном. Конденсація Дарзана. Конденсації Кляйзена і Дікмана.

Концепція ароматичності. Анулени. Ароматичність в заряджених циклах. Конденсовані ароматичні системи. Гомоароматичність.

Схема механізму ароматичного електрофільного заміщення. Зв'язок між структурою та реакційною здатністю. Нітрування. Галогенування. Алкілування та ацилювання за Фріделем-Крафтом та споріднені реакції. Електрофільне заміщення інших груп, крім водню. Іпсо-атака.

Стійкі вільні радикали. Структура та просторова будова радикальних інтермедіатів. Кінетичні особливості ланцюгових реакцій.

Реакції вільно-радикального заміщення. Галогенування, окиснення, заміщення за участю арильних радикалів. Внутрішньомолекулярні вільно-радикальні реакції. Реакція Гофмана-Лефлера. Реакції фрагментації радикалів.

Реакції вільно-радикального приєднання. Приєднання галогеноводнів, галогенметанів, меркаптанів та інших вуглеводневих радикалів.

### **3.5. Кінетика і термодинаміка органічного синтезу**

Кінетика простих та складних органічних реакцій. Методи отримання кінетичних кривих.

Хімічна кінетика, пряма та зворотна задача хімічної кінетики. Основні поняття та формули. Експериментальні методи отримання кінетичних кривих. Кінетика простих хімічних реакцій. Методи визначення порядків хімічних реакцій. Кінетика складних хімічних реакцій.

Вплив температури на швидкість хімічної реакції.

Допущення прийняті Арреніусом при виводі рівняння. Рівняння Арреніуса. Види Арреніусовських графіків. Від'ємний температурний коефіцієнт рівняння Арреніуса.

Теорії газозфазних реакцій. Теорія активних зіткнень. Теорія активованого комплексу. Кінетичний ізотопний ефект. Термодинамічні (активаційні) параметри АК. Порівняння рівняння Арреніуса, ТАЗ і ТАК.

Реакції в розчинах. Особливості протікання реакцій в розчинах, порівняно з газовою фазою. Клітинний ефект Франка-Рабиновича. ТАЗ в розчинах, рівняння Мелвіна-Фьюза. Класифікація хімічних реакцій за Перріном (швидкі, нормальні та повільні). Рівняння Бренстеда — Бьєррума. Вплив іонної сили розчину на швидкість реакції. Сольові ефекти. Первинний та вторинний сольові ефекти. Рівняння взаємодії між двома іонами. Теорія Дебая-Хюкеля. Рівняння Кірквуда (взаємодія диполь-диполь). Рівняння взаємодії між іоном і нейтральною молекулою. Види кореляційних рівнянь з використанням діелектричної сталої.

Зв'язок між структурою і реакційною здатністю. Принцип лінійності вільних енергій (ПЛВЕ). Рівняння лінійності вільних енергій. Рівняння Гаммета. рівняння Тафта. Константи замісників. Багатопараметрові кореляції ПЛВЕ. Методологія QSAR/QSPR/QSRR. Вплив каталізатора на швидкість хімічної реакції. Гомогенний, гетерогенний та ферментативний каталіз

### **3.6. Хімічні технології органічних речовин**

Первинні та вторинні процеси нафтопереробки. Технології термічного, каталітичного крекінгу та риформінгу нафтопродуктів. Каталітичні процеси окиснення етену, пропену та бутенів. Промислові процеси на основі пропілену. Технології окиснення алкенів. Метатезис. Каталітичні технології окиснення алкілароматики. Промислові технології отримання карбонільних сполук та спиртів. Технології полімеризації в присутності каталізаторів Циглера-Натта. Технології алкілування ароматичних сполук. Промисловий синтез антиоксидантів та інгібіторів корозії. Промислові синтези на основі природного газу, синтез-газ. Застосування карбогідратів та тригліцеридів природного походження в якості сировинної бази для технологій промислового синтезу органічних речовин.

Промислові процеси на основі бензену. Технології нітрування та сульфування. Промислові процеси на основі толуену. Поліуретани. Промислові процеси на основі ксиленів. Террефталева кислота та поліетилентерефталат. Промислові процеси на основі жирів. Жирні кислоти та їх похідні. Промислові процеси на основі карбогідратів. Суперадсорбенти. Промислові процеси виробництва полімерів. Каталізатори Циглера-Натта

### **3.7. Спектральна ідентифікація органічних сполук**

Спектр електромагнітних коливань. Типи спектральних досліджень і відповідні їм діапазони електромагнітних хвиль. Електронні спектри

поглинання. Закони поглинання світла. Блок-схема спектрометра для вимірювання УФ та видимих спектрів.

Основні хромофори. Термінологія, пов'язана з смугами поглинання. Поглинання випромінювання алканами, алкенами та дієнами, насиченими сполуками, що містять гетероатоми. Поглинання випромінювання карбонільними сполуками.

Правила Вудворда-Фізера. Спектри ароматичних сполук. Застосування електронної спектроскопії: кількісний аналіз сумішей, встановлення будови сполук, визначення молекулярної маси сполуки.

Інфрачервона спектроскопія, основні поняття. Типи коливань. Фактори, що визначають кількість, положення та інтенсивність смуг поглинання в ІЧ спектрі. Блок-схема ІЧ спектрометра. Техніка вимірювання спектрів. ІЧ спектри алканів, алкенів, аренів. ІЧ спектри гідроксилвмісних сполук, карбонільних сполук, карбонових кислот та їх похідних, азот- та сірковмісних речовин. Застосування ІЧ спектроскопії.

Спектроскопія комбінаційного розсіяння світла (КРС). Фізичні основи, апаратне оформлення, особливості та можливості КРС-спектроскопії. Знайомство з спектрофотометрами для УФ, видимої та ІЧ ділянок спектру.

Фізичні основи мас-спектрометрії. Методи іонізації молекул (електронний удар, фотоіонізація, іонізація полем, лазерна десорбція, бомбардування швидкими атомами, електроспрей-іонізація та хімічна іонізація). Блок-схема мас-спектрометра електронного удару (система напуску, іонне джерело, прискорювач, електростатичний сепаратор, магнітний аналізатор, система реєстрації спектру).

Типи іонів, що реєструються мас-спектрометром. Методи розділення іонів (одно- та подвійне фокусування, квадрупольні сепаратори, час-пролітні сепаратори. Роздільна здатність мас-спектрометра.

Визначення бруто-формули за спектрами низької та високої роздільної здатності. Особливості мас-спектрів різних класів органічних сполук (алкани, алкени, ароматичні вуглеводні, спирти, галогенопохідні вуглеводнів, етери, кетони, естери, аміни, амід).

Азотне правило, парно-електронне правило. Закономірності появи молекулярних, фрагментних та перегрупованих іонів. Хроматомас-спектрометрія. Знайомство з газо-рідинним хроматографом з мас-селективним детектором.

Ядерний магнітний резонанс. Магнітні властивості атомних ядер. Поведінка протона в магнітному полі. Розщеплення рівнів енергії. Макроскопічна намагніченість. Умови поглинання ядрами радіочастотного випромінювання. Хімічне зміщення. Механізми екранування магнітних ядер. Залежність величини хімічного зміщення від структури молекули.

Спін-спінове розщеплення сигналів поглинання. Структурні фактори, що визначають величину константи спін-спінового розщеплення. Хімічна та магнітна еквівалентність ядер. Спектри першого та вищих порядків. Релаксація спінів. Повздожня та поперечна релаксації. Ядерний ефект Оверхаузера.

Методи декаплінгу ядерних спінів. Прилади для вимірювання ЯМР.

Інтерпретація спектрів ЯМР. Зміст спектру ЯМР на ядрах  $^1\text{H}$ . Кореляції будови структурних фрагментів молекул з хімічними зсувами в спектрах на ядрах  $^1\text{H}$ . Кореляції структурних фрагментів з виглядом сигналів в спектрі ПМР.

Аналіз спектру чистої сполуки з не співпадаючими сигналами. Аналіз спектру сполуки що містить домішки. Аналіз складних спектрів ПМР. Кореляція хімічних зсувів ядер  $^{13}\text{C}$  зі структурою молекули. Аналіз вуглецевого спектру сполуки.

Перенесення поляризації. Послідовність DEPT. Редагування спектрів за допомогою DEPT. Генерація двомірних спектрів. COSY-спектри. Методики засновані на ЯЕО. Спектроскопія NOESY-2D. Гетероядерна кореляційна спектроскопія. Гетероядерна багатоквантова кореляція НМQC. Гетероядерна багатозв'язана кореляція НМBC. Спільне використання методів НМQC/НМBC. Особливості використання спектроскопії ЯМР на ядрах  $^{19}\text{F}$  та  $^{31}\text{P}$ .

## **ТЕМА 4. Технічна електрохімія**

### **4.1. Поняття про електрохімічну систему**

Складові частини і можливі стани електрохімічних систем.

### **4.2. Електрохімічні реакції**

Закони Фарадея. Вихід за струмом. Електроваговий аналіз та кулонометрія.

### **4.3. Рівновага в розчинах електролітів**

Основні положення теорії електролітичної дисоціації. Взаємодія іонів з розчинником. Хімічні потенціали і активність електроліту та іонів в розчинах. Енергія сольватації. Теорія кислот і основ. Розрахунок енергії міжіонної взаємодії і коефіцієнтів активності за Дебаєм та Гюккелем.

### **4.4. Нерівноважні явища у розчинах електролітів**

Методи експериментального визначення електропровідності розчинів електролітів. Числа переносу та іонні рухливості. Правило Вальдена - Писаржевського.

Теорія електропровідності Дебая-Онзагера. Електропровідність при високих частотах і високих напруженостях електричного поля.

Екстремуми електропровідності та їх зв'язок з явищами асоціації. Аномальна рухливість іонів.

Основні закони молекулярної дифузії. Дифузія в розчинах електролітів. Дифузійні потенціали, їх оцінка та методи елімінування.

### **4.5. Електродна рівновага**

Методи вимірювання електрорушійних сил (ЕРС). Зв'язок ЕРС оборотного елемента з константою рівноваги і зміною ізобарно-ізотермічного

потенціалу. Рівняння Гіббса-Гельмгольца.

Концентраційні ланцюги з переносом і без переносу. Застосування методу ЕРС для визначення коефіцієнтів активності і чисел переносу.

Рівняння Нернста. Воднева шкала електродних потенціалів. Стандартні електродні потенціали. Класифікація електродів. Потенціометрія.

#### **4.6. Подвійний шар і його будова**

Адсорбція і стрибки потенціалу між фазами. Поверхневий, зовнішній і внутрішній потенціали. Електрохімічний потенціал та умови рівноваги електрохімічної системи. Робота виходу і реальний потенціал. Гальвані- і вольта-потенціали.

Механізм виникнення подвійного електричного шару. Електрокапілярні явища. Методи вимірювання поверхневого натягу. Адсорбційна формула Гіббса. Основні рівняння електрокапілярності. Розрахунок поверхневих надлишків. Рівняння Ліппмана. Електрокапілярні властивості електродів. Нульові точки металів.

Будова подвійного електричного шару (теорії Гельмгольца, Гуї-Чапмана, Штерна і Ерема). Дискретний характер специфічно адсорбованих іонів. Методи розрахунку компонентів заряду і стрибків потенціалу в подвійному електричному шарі. Теорія подвійного шару при адсорбції органічних речовин. Ізотерма адсорбції (Лангмюра, Фрумкіна).

#### **4.7. Поляризація і перенапруга**

Електродна поляризація і перенапруга. Методи вимірювання потенціалу електрода під струмом. Гальваностатичний і потенціостатичний методи вивчення поляризаційних явищ. Стадії електрохімічної реакції. Поняття про лімітуючу стадію. Класифікація перенапруги.

#### **4.8. Дифузійна кінетика**

Розподіл концентрації в пограничному шарі і стаціонарна дифузія в умовах природної і примусової конвекції. Ефективна товщина дифузійного шару. Граничний струм. Дифузійна перенапруга при розряді простих і комплексних іонів та при анодному розчиненні металу. Обертовий дисковий електрод. Вольт-амперна характеристика для оборотних систем. Потенціал півхвилі. Омичне падіння потенціалу в дифузійному шарі. Класична полярографія.

#### **4.9. Кінетичні закономірності стадії розряд-іонізація**

Основні рівняння теорії сповільненого розряду. Теорія елементарного акту. Струм обміну. Безбар'єрний і безактиваційний розряди.

Вплив будови подвійного електричного шару на швидкість стадії розряду. Рівняння Фрумкіна. Закономірності змішаної кінетики: дифузійна стадія і стадія розряду.

## **4.10. Кінетика складних електрохімічних реакцій**

Електрохімічні процеси, що ускладнені гомогенними і гетерогенними хімічними реакціями. Кінетичний граничний струм. Механізм реакції на водневому електроді. Вплив матеріалу електрода і складу розчину на перенапругу при виділенні водню. Кінетика відновлення аніонів.

Поляризація при утворенні нової фази. Поверхнева дифузія при електроосажденні металів. Сумісне виділення металів і водню. Вплив поверхнево-активних речовин на процес електроосаждення металів. Катодне осаждення сплавів.

Електрохімічні реакції з послідовним переносом декількох електронів. Порядок електрохімічних реакцій і стехіометричне число.

Механізм катодних і анодних реакцій на кисневому електроді. Теорія процесів електрохімічного відновлення і окиснення.

Класифікація корозійних процесів за механізмом, умовами перебігу, характером корозійних руйнувань. Загальна характеристика і основні ознаки хімічної та електрохімічної корозії. Основні критерії корозії (термодинамічний, квазітермодинамічний і кінетичний).

## **ТЕМА 5. Хімічний опір матеріалів та захист від корозії**

### **5.1. Основи металознавства, фізичної хімії та електрохімії**

Металічний зв'язок. Поняття про зонну теорію металів. Кристалічна структура та дефекти ґратки металів. Об'ємна та гранична дифузія в металах і сплавах. Сегрегація та виділення фаз по границях зерен. Основні види термічної обробки сплавів. Міцність деформівність металів і сплавів. Довговічність металів під навантаженням. Втома металів.

Термодинамічна можливість хімічних реакцій. Основні закономірності гомогенних і гетерогенних хімічних реакцій. Адсорбція на однорідних і неоднорідних поверхнях, основні типи ізотерм.

Електрохімічні системи та їх термодинамічна особливість. Рівноважні та нерівноважні електродні потенціали.

Подвійний шар на межі електрод-розчин. Процеси зарядження та розряду подвійного шару, фарадеївські процеси. Струм обміну. Кінетика процесів із сповільненою стадією переносу заряду. Рівняння Тафеля. Масоперенос в електродних процесах. Дифузійний шар.

### **5.2. Корозія металів. Основні поняття та класифікація**

Основні причини корозійних процесів.

Корозія металів в електролітах. Хімічний та електрохімічний механізми розчинення металів. Електрохімічна корозія.

Анодні процеси при корозії металів. Термодинамічні основи.

Катодні процеси електрохімічної корозії металів.

Специфічні види корозії металів

Корозія металів у природних і промислових умовах

Атмосферна корозія металів.

Корозія металів у газоподібних середовищах. Оксидні плівки на металах.

Залізо, вуглецеві та низьковуглецеві сталі. Газова корозія заліза та сталі: окислення, знеуглечення, воднева крихкість, ріст чавуну.

Корозійнотривкі сплави на основі заліза. Класифікація корозійностійких сплавів за складом і структурою. Призначення основних легуючих компонентів і роль домішок.

Корозійнотривкі чавуни.

Загальна та місцева корозія в електролітах. Газова корозія нікелю. Застосування та техніко-економічні показники сплавів нікелю. Алюміній та його сплави. Електрохімічна корозія алюмінію.

Електрохімічна корозія титану. Діаграма стану титан-вода. Схильність до пасивації титану. Газова корозія. Теоретичні основи створення корозійностійких титанових сплавів. Солева корозія титанових сплавів.

Корозійна тривкість Ta, Nb, V, Mo, W, Zr. Електрохімічна корозія: термодинаміка процесу, рівноважні діаграми стану системи метал-вода, загальна та місцева корозія, пасивність. Газова корозія. Сплави на їх основі, їх корозійна тривкість.

### **5.3. Протикорозійний захист**

Захисні покриття. Класифікація захисних покриттів за матеріалами, способом нанесення та механізмом захисної дії. Раціональний вибір методу та виду захисту від корозії.

Підготовка поверхні металів під покриття. Класифікація способів обробки поверхні металів. Способи обробки поверхні металів. Способи знежирення, травлення та полірування металів.

Способи одержання металевих і неметалевих покриттів.

Гальванічний спосіб одержання покриттів.

Захисні неметалічні неорганічні та органічні покриття.

Захисні атмосфери. Принцип підбору захисних атмосфер. Класифікація та характеристика захисних атмосфер для сталей, кольорових металів і сплавів. Установки для створення та контролю захисних атмосфер.

Електрохімічний захист. Катодний захист. Принципи та ефективність методу. Катодні станції захисту. Вихідні дані та методи розрахунку станцій катодного захисту. Типи, розташування та розрахунок анодних заземлень. Протекторний захист. Суть методу, його застосування для захисту різного обладнання. Зона дії протекторів, їх розташування та розміри, матеріал, методи кріплення. Основи проектування протекторного захисту та шляхи його вдосконалення. Анодний захист, його принципи та застосування для металів, схильних до пасивації. Методи анодного захисту. Оцінка небезпеки корозії від блукаючих струмів. Попередження виникнення блукаючих струмів. Принцип електродренажного захисту та його практична реалізація в випадку анодного,



катодного та струму, що змінюється. Простий, поляризований та посилений дренаж.

Захист від корозії на стадії проектування, збирання та експлуатації.

Застосування неметалевих матеріалів. Основні хімічно стійкі неметалеві матеріали (класифікація). Види хімічного руйнування неметалевих матеріалів.

Склад та будова силікатних матеріалів, високомолекулярних сполук і композиційних матеріалів на їх основі.

Методи визначення довговічності неметалевих матеріалів в агресивних середовищах. Корозія бетону та залізобетону.

#### **5.4. Методи корозійних досліджень і випробувань**

Класифікація методів. Критерії стійкості до різних видів корозії.

Вивчення та моделювання процесів корозії та захисту металів.

Методи випробування на газову корозію. Випробування на корозію в електролітичних середовищах. Потенціостатичні та гальваностатичні методи поляризаційних вимірювань. Метод поляризаційного опору. Хімічні та електрохімічні методи оцінки стійкості корозії. Випробування на контактну та щільну корозію. Випробування на корозію під напруженням і корозійну втому. Контроль корозії в умовах експлуатації.

### **ТЕМА 6. Технологія полімерних і композиційних матеріалів**

#### **6.1. Хімія і фізика полімерів**

Пластичні маси: визначення, основні механізми та шляхи одержання полімерів.

Одержання полімерів. Радикальна, катіонна та аніонна, оксидновідновна полімеризація, поліконденсація.

Молекулярні характеристики полімерів. Рівняння МКХ /Марка-Куна-Хаувінка/ Молекулярно-масовий розподіл та засоби його визначення.

В'язкість розчинів та розплавів полімерів: методи вимірювання та чинники формування. Дилатантні та псевдопластичні рідини, тиксотропія та реопексія. Реологічні моделі течії та відповідні криві.

Теорії розчинності та сумісності полімерів: Флорі-Хагінса, Гільденбранда-Скечарда та Хансена. Застосування термодинамічних теорій для визначення розчинності полімерів.

**6.2. Пластичні маси на основі полімерів:** хімічний склад, структура, реакції одержання, технологічне оформлення виробництва, властивості та застосування

Полімеризаційні матеріали: Поліолефіни, полістирол, Хлоровмісні вінілові полімери, полімери та співполімери фторованих вуглеводнів, полівінілацетат, полівініловий спирт та поліацетали, полімери та співполімери акрилової та метакрилової кислот. Поліакриламід. Полівінілпіролідон. Поліетери. Поліметиленоксид та його співполімери;

Поліконденсаційні матеріали: аміноальдегідні смоли фенолоформальдегідні смоли, поліетилентерефталат та полікарбонат, епоксидні смоли поліаміди, поліміди, поліуретани, кремнійорганічні полімери;

Матеріали на основі натуральної целюлози та її хімічних модифікацій: гідроксиетилцелюлоза, нітроцелюлози, ацетат та ацетобутират целюлози.

### **6.3. Еластомерні матеріали**

Теорії еластичності, типи деформацій та зв'язок між хімічною структурою та еластичністю матеріалів. Теорія вільносполученого ланцюга.

Натуральні та синтетичні каучуки: ізопренові, хлоропренові, бутадієнстирольні, бутадієннітрильні, фторкаучук, силосанові, етиленпропіленові та епіхлоргідринові, карбоксилатні. Хімічний склад, будова, особливості у властивостях та рекомендації до застосування.

Складники гумових сумішей: наповнювачі, вулканізаційна група, теорії вулканізації, принципи складання рецептур гумових композитів.

Загальні технологічні схеми виготовлення гумових виробів методами екструзії, пресування, каландрування.

### **6.4. Технологія переробки пластмас**

Склад полімерних композицій: основні складники (полімери, наповнювачі, функціональні добавки) та взаємозв'язок між їх вмістом та властивостями матеріалів.

Експлуатаційні властивості виробів з пластичних мас: міцність, стійкість до дії факторів оточуючого середовища, світлостійкість, зносостійкість, електричні властивості, властивості поверхні.

Методи формування виробів з пластмас: екструзія, лиття під тиском, пресування, вальцювання та каландрування, ротаційне формування, одержання тонких плівок поливом, штампування, вакуум- та пневмоформування, переробка фторопластів, формування армованих виробів, одержання газонаповнених пластиків, склеювання, металізація поверхні пластиків, механічна обробка.

Підприємства з охорони навколишнього середовища при переробці пластмас: очищення забрудненого повітря з допомогою каталітичних систем, зпалювання твердих відходів і використання тепла продуктів згорання, повторна переробка відпрацьованих виробів.

### **6.5. Технологія композиційних матеріалів**

Композиційні матеріали. Визначення. Класифікація. Історія створення. Області використання.

Наповнювачі, що застосовуються для виробництва полімерних.

Матеріалів, методи отримання армованих пластиків, наповнені термопласти, формування композицій під тиском та просочуванням, вимоги до зв'язуючих і наповнювачів, методи оцінки якості змішування, переробка наповнених термопластів.

Фізико-хімічні основи створення композиційних матеріалів: адгезія та адгезійна міцність, теорії адгезії, дифузійні процеси в полімерних системах, внутрішні напруження, формування контакту між матрицею та наповнювачем, регулювання адгезійної взаємодії на межі поділу фаз;

Конструювання композиційних пластиків. Методи створення оптимальної конструкції композиційного матеріалу. Прогнозування механічних властивостей композиційного матеріалу.

Техніка безпеки і екологічні аспекти при отриманні і переробці композиційних матеріалів, вторинна переробка пластиків та карбоновий залишок.

## **ТЕМА 7. Технологія неорганічних керамічних, склокристалічних матеріалів та скла**

### **7.1. Загальна характеристика технічної кераміки**

Класифікація виробів технічної кераміки. Оксидна кераміка. Кераміка на основі  $\text{SiO}_2$ . Алюмосилікатна кераміка. Кераміка на основі  $\text{TiO}_2$ . Шпінельна кераміка на основі феритів. Кераміка на основі хромітів РЗЕ. Характеристика основних видів технічної кераміки. Штучна сировина для технічної кераміки. Техногенна сировина для технічної кераміки.

### **7.2. Конструкційна кераміка на основі неоксидних сполук**

Безоксидна технічна кераміка. Металокераміка. Карбіди перехідних металів. Нітриди перехідних металів. Кераміка на основі  $\text{SiC}$ . Кераміка на основі  $\text{Si}_3\text{N}_4$ . Кераміка на основі боридів і силіцидів. Методи одержання технічної кераміки.

### **7.3. Електротехнічні керамічні матеріали**

Керамічні електроізоляційні матеріали. Електротехнічна порцеляна. Стеатитові та кордієритові матеріали. Матеріали на основі титанату барію та цирконату-титанату плюмбуму. Керамічні феромагнітні матеріали. Будова та електрофізичні властивості феритів  $\text{MeFe}_2\text{O}_4$ . Методи виготовлення феритів.

### **7.4. Золь-гель технології у виробництві нової кераміки**

Методи золь-гель технології. Стадії отримання матеріалів золь-гель методом. Колоїдний кремнезем. Основні види продукції, отримані золь-гель методом. Типи наноматеріалів та їх унікальні властивості. Напрямки золь-гель технології.

### **7.5. Керамічні матеріали для атомної техніки і захисту навколишнього середовища**

Керамічні матеріали для атомної техніки. Технології виробництва тепловиділяючих елементів (ТВЕЛів). Кераміка на основі оксиду торію. Геокераміка. Керамічні речовини-матриці для іммобілізації високоактивних відходів атомної галузі.

## **7.6. Медична кераміка**

Медична кераміка. Медична склокераміка та методи її отримання. Біокераміка на основі гідроксиапатиту. Методи отримання пористої біокераміки. Медичний фарфор та ситали для стоматології. Методи отримання та переваги медичної кераміки на основі діоксиду цирконію. Медична кераміка для клітинної інженерії.

## **7.7. Кремнезем в кристалічному стані**

Кремнезем у природі. Хімічний зв'язок Si-O, Si-O-Si. Діаграма стану однокомпонентної системи SiO<sub>2</sub>. Фазові рівноваги в однокомпонентних системах. Характеристика поліморфних перетворень. Фазові рівноваги в системі SiO<sub>2</sub>. Кристалічні різновиди кремнезему.

## **7.8. Кремнезем в розплавленому та скловидному стані**

Скловидний стан. Особливості процесів склоутворення. Структурні теорії склоутворення. Кінетичні теорії склоутворення. Структурні моделі силікатних стекол. Кремнезем в розплавленому стані. Властивості стекол в розплавленому стані. Скловидний кремнезем. Розплавлене скло. Одержання кварцового скла. Властивості кварцових стекол. Склокристалічні матеріали на основі кристалічного кремнезему.

## **7.9. Кремнезем в розчиненому стані**

Розчинність та полімеризація кремнезему в водних розчинах. Стан кремнієвих кислот в водних розчинах. Гомогенна поліконденсація кремнієвих кислот в водних розчинах. Одержання нанодисперсного кремнезему з водних розчинів. Одержання пірогенного кремнезему. Структуроутворення в золях кремнезему.

## **7.10. Золь-гель технології нанодисперсного кремнезему та силікатів**

Силікатні стекла, покриття та склокераміка. Пористі матеріали і порошки. Будова і хімія поверхні кремнезему. Хімічне модифікування поверхні кремнезему. Наноматеріали на основі кремнезему. Гібридні наноматеріали. Темплатний синтез мезопористих матеріалів. Синтез наноматеріалів на основі глинистих мінералів. Модифікування поверхні глинистих мінералів. Золь-гель синтез наноматеріалів на основі глинистих мінералів.

# **ТЕМА 8. Технологія в'язучих матеріалів**

## **8.1. Повітряні в'язучи**

Класифікація в'язучих матеріалів О. О. Пащенко.

Дегідратація гіпсового каменю при нагріванні. Характеристика модифікацій сульфату кальцію.

Виробництво гіпсових в'язучих. Дегідратація гіпсового каменю в гіпсоварильних котлах. Випалювання гіпсу в обертових печах. Сумісний помел і випал гіпсу.

Обробка гіпсового каменю паром під тиском. Варіння в рідких середовищах.

Твердіння гіпсових в'язучих. Теорії твердіння. Сучасні погляди на механізм твердіння гіпсових в'язучих.

Регулювання швидкості процесів тужавіння і твердіння гіпсу добавками. Класифікація добавок - регуляторів процесів тужавіння.

Вапно будівельне, класифікація. Випалювання вапна, обладнання для випалювання.

Гашення повітряного вапна. Види гашеного вапна. Обладнання для гашення.

Гідратація і твердіння повітряного вапна при нормальній температурі. Механізм твердіння.

Твердіння вапняно-піщаних розчинів при підвищених температурах. Інтенсифікатори твердіння.

## **9.2. Гідравлічні в'язучи**

Портландцемент. Характеристика складу портландцементу. Вплив окремих оксидів на властивості портландцементу.

Фазовий склад портландцементу, властивості фаз. Вплив фазового складу на властивості портландцементу. Розрахунок мінералогічного складу клінкеру.

Характеристика основних технологічних схем виробництва портландцементу: мокрий, сухий, комбінований способи: Переваги і недоліки окремих способів.

Характеристика окремих технологічних відділів виробництва портландцементу. Приготування сировинної суміші (за мокрим і сухим способам).

Випалювання портландцементного клінкеру. Фізико-хімічні процеси, що відбуваються при випалюванні.

Характеристика агрегатів, які застосовуються для випалу клінкеру. Склад пічного агрегату, печі обертові, зони обертової печі.

Вплив властивостей сировини, ступеню дисперсності, швидкості нагрівання і інших факторів на процеси клінкероутворення. Застосування мінералізаторів при випалюванні.

Охолодження клінкеру. Вплив режиму охолодження клінкеру на властивості портландцементу.

Помел клінкеру. Схеми помелу, які застосовуються в цементній промисловості. Інтенсифікація помелу клінкеру.

Твердіння портландцементу. Гідратація цементних мінералів в нормальних і гідротермальних умовах. Оцінка ступеню гідратації. Гідратація цементу.

Механізм процесу твердіння, теорії твердіння. Структура цементного тіста і цементного каменю.

Будівельно-технічні властивості цементів. Водопотреба і нормальна густина. Строки тужавіння. Хибне тужавіння. Рівномірність зміни об'єму. Міцність. Морозостійкість. Висолоутворення. Жаростійкість.

Корозійна стійкість портландцементного каменю. Види корозії.

Різновиди портландцементу. Швидкотверднучий і високоміцний портландцемент. Портландцемент з поверхнево-активними добавками: пластифікований портландцемент, гідрофобний портландцемент.

Сульфатостійкий портландцемент. Декоративні (білий і кольорові) портландцементи.

## **ТЕМА 9. Хімічні технології косметичних засобів та харчових добавок**

### **9.1 Хімічна технологія парфумерії та косметики**

Парфумерія. Натуральні та синтетичні духмяні речовини. Фіксатори запахів. Основи побудови парфумерних композицій. Особливості складання ароматів для косметики, туалетного мила, миючих засобів, декоративної косметики. Технологія ефірних олій. Технологія виробництва парфумерних композицій, парфумерних рідин, духів. Дезодоруючі косметичні засоби, характеристика, класифікація та механізм дії дезодоруючих засобів.

Технологія виробництва твердого та рідкого туалетного мила. Сировинні компоненти. Прямий та непрямий технологічні процеси миловаріння.

Технологія косметики. Складові косметики: ПАР, емульгатори, пігменти, полімери, консерванти, фотозахисні сполуки, антиоксиданти, вітаміни. Принцип складання рецептур. Емульсійні, безжирові та жирові креми.

Технологія засобів для догляду за волоссям (шампуні, бальзами, ополіскувачі). Косметичні засоби для фарбування волосся. Характеристика барвників. Декоративна косметика на жировій та емульсійній основах.

### **9.2 Характеристика та технологічні функції харчових добавок в косметичній, харчовій та фармацевтичній промисловості**

Загальна характеристика та цифрова кодифікація харчових добавок. Структура Codex Alimentarius. Класифікація за технологічним призначенням. Функціональні класи харчових добавок.

Характеристика фізико-хімічних та технологічних властивостей харчових добавок, що поліпшують смак, аромат харчових продуктів: підсолоджувачів (E950 Ацесульфам калію, E951 Аспартаму, E954\*Сахарин), ароматизаторів (Ванілін, Етилванілін) та органічних барвників. Класифікація та властивості азобарвників (E102 Тартразин, E107 Жовтий 2G, Понсо 4R).

Теоретичні та практичні аспекти використання харчових добавок, які регулюють консистенцію продуктів: емульгаторів (неіоногенних, іоногенних, амфотерних). Основні групи речовин харчових добавок, що сприяють

збільшенню терміну придатності. Характеристика консервантів (неорганічні та органічні), антиоксидантів та синергістів антиоксидантів та стабілізаторів.

### **9.3 Токсикологія продуктів харчування та косметичних засобів**

Загальні питання токсикологічної хімії харчових продуктів та косметичних засобів. Поняття про токсикокінетику. Молекулярні механізми розповсюдження токсикантів в організмі. Загальні уявлення про взаємодію токсикантів з організмом. Біотики, ксенобіотики, гомеостаз.

Токсикологія нітрогеновмісних шкідливих речовин. Токсикологія пестицидів. Механізм взаємодії нітрогеновмісних шкідливих речовин з організмом. Класифікація пестицидів за напрямком застосування, токсичністю, формою використання. Загальна характеристика, застосування і токсичність сполук металів. Токсикологія антибіотиків ароматичного ряду, гетероциклічної структури, антибіотиків глікозидів та аміноглікозидів.

### **9.4 Біологічно активні речовини**

Загальні питання біологічно активних добавок (БАД). БАД до їжі, як спеціалізовані продукти харчування. Законодавство щодо виробництва БАД в Україні. Класифікація БАД, хімічний склад, принципи і ризики їх використання. Основні компоненти БАД. Біологічно активні добавки з сировини тваринного походження. Вимоги до сировини тваринного походження, що направляється на виготовлення БАД. Сировина, що містить колаген, її склад, використання у виробництві БАД. БАД на основі мікрофлори з молочних продуктів. БАД, що містять йод, селен та каротин. БАД на основі полісахаридів, фосфоліпідів, харчових дріжджів, продуктів бджільництва. БАД на основі рослинної сировини.

### **9.5 Основи біохімії, ензимології та фармацевтичної хімії**

Структурна будова, ізомерія та біологічні функції вуглеводів. Складні гібридні молекули: (вуглеводи+білки, вуглеводи+ ліпіди) їх класифікація та біологічні функції. Будова і властивості ліпідів. Поняття про жирні числа, як показники якості жирів. Будова та властивості протеїногенних амінокислот та білків. Будова та властивості нуклеотидів та нуклеїнових кислот. Будова та функції ферментів. Кінетика ферментативних реакцій. Рівняння Міхеліса-Ментен. Класифікація антибіотиків та механізми їхньої дії на мікроорганізми

### **9.6 Інноваційні технології косметичних засобів та харчових добавок**

Нанотранспортні системи для перенесення біологічно активних речовин. Ліпосоми. Особливості будови та перенесення БАД. Ліпосомальні технології. Ліпосомальні форми біологічно активних речовин. Наноемульсії. Тверді ліпідні наночастинки. Наноструктуровані ліпідні носії. Будова та механізм перенесення органічних речовин. Дендримери.

Галуазит та його характеристика. Особливості будови. Области застосування як нанотранспортного засобу. Модифікація внутрішньої та зовнішньої поверхні нанотрубок галуазиту та її призначення.

Енхансери. Призначення та використання в косметиці. Способи інкапсуляції органічних речовин. Екструзія як спосіб інкапсуляції.

Мембранні технології в молочній промисловості. Призначення та можливості для отримання нових продуктів. Види фільтраційної обробки. Нанofільтрація.

## **9.7 Поверхневі явища та дисперсні системи**

Поняття адсорбції. Величини повної та надлишкової (Гіббсової) адсорбції. Шляхи зменшення вільної поверхневої енергії в дисперсних системах. Залежність поверхневого натягу від складу розчину. Поверхнево-активні і поверхнево-інактивні речовини. Адсорбція на рідкій поверхні поверхнево-активних речовин (ПАР). Термодинаміка адсорбції, адсорбційне рівняння Гіббса, його аналіз. Поверхнева активність речовин і її характеристика. Будова молекул ПАР та її вплив на поверхневу активність. Правило Траубе. Будова адсорбційних шарів ПАР. Теорія адсорбції Ленгмюра.

## **9.8 Фізична хімія**

Рівняння стану ідеального газу та його застосування до ізо- процесів. Рівняння Кірхгофа. Залежність теплот фазових переходів від температури. Максимальна корисна робота ізохорного та ізобарного процесів. Критерії напрямку перебігу самочинних процесів та рівноваги в закритих системах. Стандартний потенціал утворення хімічної сполуки, його зв'язок зі стійкістю сполук. Розрахунки зміни енергії Гіббса в хімічному процесі за різних температур. Термодинаміка фазових перетворень. Правило фаз Гіббса. Рівняння Клаузіуса-Клапейрона. Розподіл розчиненої речовини між двома рідкими фазами. Рівняння екстракції. Діаграми стану різнокомпонентних систем. Діаграми плавлення двокомпонентних систем. Термічний аналіз.

Кінетично необоротні реакції нульового, першого, другого та третього порядків. Інтегральні та диференціальні методи визначення порядку реакції. Вплив каталізатора на кінетичні параметри реакцій. Типи каталізу: гомогенний, гетерогенний, ферментативний, автокаталіз. Механізм перебігу фотохімічних реакцій: первинні та вторинні процеси. Основні закони фотохімії. Іонна сила розчину та числа переносу. Молярна та питома електропровідності розчинів. Кондуктометричне титрування. Гальванічний елемент(ГЕ) та електролітична комірка. Форма запису схеми ГЕ. Електродний потенціал. Дифузійний потенціал. Електроди та їх класифікація. Потенціометричне визначення рН розчинів. Потенціометричне титрування.

## **ТЕМА 10. Технологія рослинних полімерів**

### **10.1. Токсикологія**

Біоіндикація і біотестування. Біотести на забруднення атмосферного повітря. Поняття про токсичність, небезпечні хімічні речовини. Шкідлива речовина. Ксенобіотики. Нормування забруднення у повітрі. Порядок розробки



нормативів гранично допустимих концентрацій. ГДК максимально разова і ГДК середньодобова. Шлях їх визначення. Зв'язок токсичності із хімічною будовою речовини. Правило гомологічних рядів. Токсикологічна класифікація отруйних речовин. Поняття про сильнодіючі отруйні речовини (СДОР). Показники токсичності речовин. Коефіцієнти запасу. Токсикокінетика. Рух отруйних речовин в організмі. Поняття рецептора. Комбінована і комплексна дія забруднювачів довкілля. Поріг шкідливої дії. Нормування забруднень у воді водоймищ. Показники шкідливості. Лімітуючий показник шкідливості. Підходи до нормування вмісту хімічних речовин у воді водоймищ рибогосподарського призначення. Встановлення ГДК шкідливих речовин у ґрунтах. Надзвичайне забруднення атмосфери, води поверхневих водоймищ, ґрунтів.

## **10.2. Утилізація та рекуперація відходів**

Основні терміни та поняття в галузі поводження з твердими відходами. Класифікація промислових відходів. Механічні методи підготовки та переробки твердих відходів. Методи класифікації та сортування. Процеси збагачення при утилізації твердих відходів. Термічні методи підготовки та переробки твердих відходів. Біологічні методи підготовки та переробки твердих відходів. Збір та складування твердих промислових відходів. Збір та транспортування твердих побутових відходів. Захоронення твердих побутових відходів. Полігони твердих побутових відходів. Методи переробки фільтратів полігонів твердих побутових відходів. Технології переробки твердих побутових відходів з отриманням біогазу. Експлуатація та рекультивація полігонів твердих побутових відходів. Сортування твердих побутових відходів. Маркування пакувальних матеріалів. Використання відходів як вторинних матеріальних ресурсів. Утилізація побутових відходів.

## **10.3. Технологія та обладнання захисту атмосфери**

Будова та властивості атмосфери. Хімія та фізика атмосфери. Зміна хімічного складу атмосферного повітря та динаміка клімату Землі. Основні забруднюючі речовини атмосферного повітря. Джерела забруднення атмосфери. Кислотні дощі. Руйнування озонового шару. Заходи по захисту озоносфери. Основні властивості пилу. Ефективність уловлювання твердих часток. Очистка газів в пилоосадових камерах. Очистка газів в циклонних апаратах. Очистка газів в пилоуловлювачах різного типу. Очистка газів в фільтрах різного типу. Очистка газів в мокрих пилоуловлювачах. Технології очищення газових викидів від аерозолів. Абсорбційні методи очищення газових викидів. Адсорбційні та хемосорбційні методи очищення газових викидів.

## **10.4. Технологія та обладнання захисту гідросфери**

Фізичні та органолептичні показники якості води. Класифікація забруднень води по фазово-дисперсному складу. Хімічні показники якості води. Відстоювання води, визначення гідравлічної крупності осаду технологічним аналізом. Фільтрування води, механізм фільтрування. Очищення води коагуляцією. Флокулянти в процесах очищення води та зневоднення

осадів. Фізико-хімічні основи очищення води флотацією. Фізико-хімічні основи очищення води адсорбцією. Фізико-хімічні основи іонообмінного методу очищення води. Розрахунки катіонообмінних та аніонообмінних фільтрів. Фізико-хімічні основи електрохімічних методів очищення води. Основні мембранні процеси очищення води. Методи знезараження води. Біологічні методи очищення стічних вод. Принцип вибору технологічних схем. Вибір технологічної схеми при проектуванні станції водопідготовки чи очистки води. Визначення повної продуктивності станції водопідготовки. Типова технологічна схема підготовки питної води. Технологічна схема та комплекс обладнання для очищення комунально-побутових вод. Типова технологічна схема пом'якшення води. Типова технологічна схема знесолення води. Системи водокористування. Експлуатація водооборотних та замкнутих систем водокористування. Стабілізаційна обробка води для підживлення систем охолодження. Основні методи пом'якшення води. Осади, що утворюються при очищенні води, основні методи їх переробки та утилізації.

### **10.5. Екологічна безпека виробництв**

Структура державної системи охорони навколишнього природного середовища. Основні напрямки її діяльності. Основні фактори, які впливають на формування концентрації забруднень в приземному шарі атмосфери. Максимальна приземна концентрація забруднення. Поняття гранично допустимого викиду (ГДВ) та тимчасово-погодженого викиду (ТПВ) шкідливих речовин в атмосферу. Нормування якості води. Класифікація водних об'єктів. Поняття та визначення гранично допустимого скиду (ГДС) та тимчасово погодженого скиду (ТПС) шкідливих речовин у водойми. Основні етапи встановлення ГДС. Економічний механізм забезпечення охорони навколишнього середовища. Споживання води. Класифікація споживачів води. Промислове водопостачання, вплив на водні об'єкти. Споживання води сільським господарством, його вплив на гідросферу. Водозабезпечення населення, вплив на водойми. Принципи та концепції безвідходної та маловідходної технології. Стратегія більш чистого виробництва.

### **10.6. Хімія високомолекулярних полімерів**

Будова і властивості високомолекулярних сполук. Полімерно-гомологічні ряди. Ступінь полімеризації і молекулярна вага. Полідисперсність. Будова молекул високомолекулярних сполук. Лінійні, розгалужені і просторові полімери. Аморфна і кристалічна області в целюлозі. Способи отримання високомолекулярних сполук. Полімеризація і поліконденсація. Ланцюгова полімеризація і її механізм. Ступінчата полімеризація. Сополімеризація. Поліконденсація. Механізм поліконденсації. Вплив функціональних вихідних мономерів на характер отриманих продуктів

Характеристика основних видів рослинної сировини для виробництва напівфабрикатів. Відмінні особливості їх хімічного складу та анатомічної будови. Основні види волокнистих напівфабрикатів. Їх класифікація за

способом одержання, виходом із сировини і ступенем проварювання. Области застосування. Целюлоза. Її вміст в рослинній сировині, хімічна будова та основні властивості. Лігнін. Його вміст в рослинній сировині, хімічна будова та основні властивості. Основні процеси, які перебігають з лігніном та вуглеводами при сульфїтному варінні. Особливості виробництва целюлози із однорічних рослин порівняно з деревиною.

### **10.7. Технологія волокнистих напівфабрикатів**

Виробництво хіміко-термомеханічної маси (основні етапи, області використання). Особливості виробництва деревної маси під тиском. Види деревної маси, їх відмінні особливості та області їх застосування. Види деревної (механічної) маси та їх призначення. Чинники, що впливають на процес дефібрування деревної маси. Особливості ХТММ/ХММ з хвойної і листяної деревини. Виробництво дефібрерної деревної маси. Виробництво термомеханічної маси (основні етапи, області використання). Обкорування деревини. Мета і способи обкорування. Механізм для обкорування. Основні показники якості деревної маси, як напівфабрикату ЦПВ. Сорткування та очищення деревної маси. Принцип роботи основного обладнання. Латентність та її усунення. Деревна маса, як напівфабрикат. Виробництво волокнистих напівфабрикатів високого виходу.

Кругообіг луку та сірки при сульфатному способі варіння целюлози. Способи прояснення щолоків після каустизації та основні чинники, що впливають на цей процес. Технологічна схема СРК та основні процеси, що перебігають при спалюванні щолоків. Регенерація вапна зі шламу після каустизації зеленого щолоку. Загальна схема виробництва целюлози сульфїтним способом. Класифікація способів одержання целюлози та їх коротка характеристика. Техніка сульфїтного варіння. Основні технологічні чинники, які впливають на процес. Характеристика складу відпрацьованих сульфїтних щолоків та схема їх підготовки для біохімічного перероблення. Сучасні варіанти сульфїтного варіння, які використовуються, характеристика складу розчинів, основні параметри варіння та області використання одержаного напівфабрикату. Одержання із відпрацьованих сульфїтних щолоків етилового спирту та білкових кромових дріжджів. Способи випорожнення варильних котлів після сульфїтного та сульфатного варіння. Їх вплив на якість волокна та техніко-економічні показники процесу. Мокре очищення та охолодження газів після спалювання сірки. Способи промивання целюлози. Основні чинники, які впливають на процес та основні показники, що характеризують промивання. Використання побічних продуктів сульфатного варіння целюлози. Загальна технологічна схема виробництва целюлози сульфатним способом. Целюлоза та її основні властивості. Переваги та недоліки сульфїтного та сульфатного способів одержання целюлози. Области їх застосування. Техніка сульфатного варіння. Основні технологічні чинники процесу. Підготовка відпрацьованих сульфатних щолоків до випарювання та загальна схема випарної установки. Загальна характеристика складу зеленого та

білого щолоку сульфатного способу варіння. Схема одержання варильного розчину для сульфатного варіння. Основні процеси, які перебігають з лігніном та вуглеводами при сульфатному варінні целюлози. Основні властивості хлору і його сполук, як вибілюючих реагентів. Теорія процесу сушіння целюлози. Способи сушіння. Вплив умов сушіння на якість целюлози. Варіння целюлози з попереднім гідролізом. Використання гідролізату.

## **10.8. Технологія паперу, картону та макулатури**

Ступінь проклеювання паперової маси. Теорія проклеювання. Загальна технологічна схема виробництва паперу та картону. Розмелювання. Сучасні погляди на процес їх розмелювання при приготуванні паперової маси. Типи дискових млинів. Їх відмінності від інших розмелювальних апаратів. Основні технологічні характеристики дискових млинів (та інших розмелювальних апаратів). Очищення паперової маси на вузлуловлювачах з одним і двома ситами. Приготування паперової маси із макулатури. Вплив наповнювачів на основні властивості паперу. Сучасні чинники, які впливають на процес проклеювання. Відмінності процесів приготування паперової маси, призначеної для виробництва газетного, писального друкарського паперу. Основні чинники, які впливають на процес розмелювання волокна. Сучасний стан та перспективи розвитку целюлозно-паперового виробництва в Україні. Принцип роботи основного обладнання для вилучення із маси різного роду включень, а також для деаерації. Роль сірчанокислого алюмінію та інших його сполук при проклеюванні паперу. Утримування наповнювачів в паперовій масі та основні чинники, що впливають на цей процес. Типи розмелювальних апаратів та їх вплив на процес розмелювання волокна. Загальні вимоги до наповнювачів паперової маси, їх коротка характеристика. Вплив процесу розмелювання на основні властивості паперу. Розпускання волокнистих напівфабрикатів у гідророзбивачах різного типу. Основні чинники, що впливають на процес розмелювання волокна. Загальна технологічна схема виробництва паперу та картону. Наповнювачі та їх вплив на основні властивості паперу. Забарвлення і підфарбовування паперу. Особливості фарбування при застосуванні барвників різних груп.

### III. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

#### Література до Теми 1

1. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія, К.: Вища школа, 2013. – 430 с.
2. Устаткування галузі та основи проектування: Підручник для студентів хіміко-технологічних спеціальностей вищих навчальних закладів / Волошин М.Д., Шестозуб А.Б., Гуляєв В.М. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2004. – 371 с.
3. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л. Л., БОЙКО О.Я., ГРИНЬ Г.І. Технологія зв'язаного азоту. – Харків, НТУ "ХП", 2007. – 536 с.
4. Жизневський, В. М. Каталіз. Теоретичні основи та практичне застосування [Текст] : навч. посібник / В. М. Жизневський, З. Г. Піх. – К. : ІЗМН, 1997. – 192 с.
5. Сучасний стан фосфатно-тукової промисловості України / С. В. Вакал, І. М. Астрелін, М. О. Трофіменко, О. Є. Золотарьов. – Суми: Собор, 2005. –180 с.

#### Література до Теми 2

6. Фізико-хімічні методи очищення води. Управління водними ресурсами / Під редакцією І.М. Астреліна, Х. Ратнавіри. – К.: «Ніка-Центр», 2015. – 614 с.
7. Природоохоронні технології. Навчальний посібник. Ч.2.: Методи очищення стічних вод / В.Г. Петрук, Л.І Северін, І.В. Васильківський. – Вінниця: ВНТУ, 2014. – 254 с.
8. Хоружий П.Д., Хомуцька Т.П., Хоружий В.П. Ресурсозберігаючі технології водопостачання. К.: Аграрна наука, 2008. – 534 с.
9. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання: Підручник. – К.: Знання, 2009. – 735 с.
10. Water Treatment: Principles and Design / John C. Crittenden, R. Rhodes Trussel, David W. Hand. – Printed the United States of America. – 2005. – 1948 p.
11. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод /А.К.Запольський, Н.А. Мішкова-Клименко, І.М. Астрелін та ін. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
12. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води – К.: Вища шк., 2005 – 671 с.

#### Література до Теми 3

13. В.О. Ковтуненко Загальна стереохімія. Київ, 2009.
14. E.J. Corey, X.-M. Cheng. The Logic of Chemical Synthesis. John Wiley&Sons, New York, 1989.
15. R. Larock. Comprehensive Organic Transformations. A Guide to Functional Group Preparation. VCH, 1989.

16. H. Hopf. Classics in Hydrocarbon Chemistry. Willey-VCH. 2000.
17. Joule J.A., Mills K., Heterocyclic Chemistry, A John Wiley & Sons, Ltd., Publ. 2010.
18. Quin L.D., Tyrell J.A., Fundamentals of Heterocyclic Chemistry: Importance in Nature and in the Synthesis of Pharmaceuticals. A John Wiley & Sons, Ltd., Publ. 2010.
19. Katritzky A.R., J. M. Lagowski J.M. Handbook of Heterocyclic Chemistry. Elsevier, 2010.
20. R. Schmid, V.N. Sapunov. Non Formal Kinetics in Search for Chemical Reaction Pathways. Verlag Chemie. Weinheim. Deerfield Beach. Florida. Basel. 1982.
21. Keith J. Laidler. Reaction kinetics. V 1,2. Pergamon Press. Oxford. London. New York. Paris. 1963.
22. Harold A. Wittcoff, Brian G. Rauben, Jeffrey S. Plotkin, Industrial Organic Chemicals, 2nd Edn., Wiley, 2004.
23. Weissermel, K. and H. J. Arpe, Industrial Organic Chemistry, 4th ed. VCH, Frankfurt 2003
24. Green, M., Harold, M., Wittcoff, A., Organic Chemical Principles and Industrial Practice VCH Wiley, Weinheim, Germany, 2003.

#### **Література до Теми 4**

25. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. - Київ: Либідь, 1993.-544с.
26. Горбачов А.К. Технічна електрохімія. Частина І. Електрохімічні виробництва хімічних продуктів. - Харків: Прапор.- 2002.- 254с.
27. Байрачний Б.І. Технічна електрохімія. Частина ІІ. Хімічні джерела струму.- Харків:НТУ"ХПІ, 2003.-174с.
28. Кунтий О.І., Зозуля Г.І. Електроліз іонних розплавів.-Львів: Видавництво НУ "Львівська політехніка", 2006.-206с.
29. Кунтий О. І. Гальванотехніка. - Львів: Видавництво НУ "Львівська політехніка", 2004.-236с.
30. Кошель М.Д. Теоретичні основи електрохімічної енергетики.- Дніпропетровськ:УДХТУ, 2002.-430с.
31. Н.Сахненко М.Д., Ведь М.В., Ярошок Т.П. Основи теорії корозії та захисту металів.-Харків: НТУ'ХПІ, 2005.- 238с.

#### **Література до Теми 5**

32. Виробництво хімічних продуктів електролізом: основне обладнання та приклади розрахунків : навч. посіб./ В.Ф.Панасенко, Л.А. Яцюк, О.В. Лінючева, І.С. Погребова, О.В.Косогін. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. -156 с.
33. Гальванічні покриття у виробництві друкованих плат: навч. посіб./ О.В.Лінючева, Л.А. Яцюк, Ю.Ф.Фатеев, Т.І. Мотронюк, О.І.Букет. – Київ. КПІ. ім. Ігоря Сікорського, 2017 -146с.

34. Кунтій О.І. Гальванотехніка. – Львів Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004. – 236 с.
35. Сахненко М.Д., Ведь М.В., Ярошок Т.П. Основи теорії корозії та захисту металів: Навч. посібник.- Харків: НТУ „ХПІ”, 2004, 240 с.

### **Література до Теми 6**

48. Мельник Л.І. Хімія і фізика полімерів: Навчальний посібник. Електронне видання. – Київ: НТУУ ”КПІ”. 2016. – 161 с.
49. Технологія виробництва та переробки полімерів медико-біологічного призначення : навч. посіб. / В. Л. Авраменко, Л. П. Підгорна, Г. М. Черкашина, О. В. Близнюк. – Харків: Видавництво та друкарня «Технологічний Центр», 2018. - 356 с.
50. Основи технологічного проектування виробництв: Методичні вказівки до самостійної роботи студентів для студентів спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / Укл.: Л.І. Мельник, А.Д. Петухов, Л.А. Нудченко, О.М. Шнирук – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. – 51 с.
51. Теоретичні основи та технологія виробництва полімерних композиційних матеріалів : навч. посіб. / Е. О. Спорягін, К. Є. Варлан. – Д. : Вид-во ДНУ, 2012. – 188 с.
52. Суберляк О.В. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів. Підручник / О.В. Суберляк, П.І. Баштанник – Львів: Видавництво «Растр-7», 2007. – 376 с.
53. Суберляк О.В., Баштанник П.І Технологія формування виробів з пластмас. – К.: 1996. 108

### **Література до Теми 7**

54. Суббота, І. С. Хімічна технологія кераміки [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія / І. С. Суббота, Л. М. Спасьонова, В. Ю. Тобілко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2.32 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 178 с.
55. Інноваційні технології у виробництві спеціального та побутового скла [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів» / М. М. Племянніков, А. П. Яценко, І. В. Пилипенко, Б. Ю. Корнілович; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,94 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 298 с.
56. Нанохімія та нанотехнології: підручник / І. О. Савченко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 447 с.
57. Племянніков М.М. Фізична хімія тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів: підруч. для здобувачів ступеня бакалавра спец. 161 «Хімічні технології та інженерія» спеціалізації «Хімічні технології неорганічних

- керамічних матеріалів»/ М.М. Племянніков, Н.В. Жданюк. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 20022. – 152 с.
58. Іванченко Л.А. Остеопатит керамічний. – ТОВ «Фірма» ЕСЕ». – Київ. – 2014. – 132 с.
59. Саввова О. В. Структура та властивості керамічних матеріалів : конспект лекцій для студентів 1 курсу денної форми навчання другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія / О. В. Саввова; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 110 с.
60. Корнілович Б.Ю., Андрієвська О.Р., Племянніков М.М., Спасьонова Л.М. Фізична хімія кремнезому і нанодисперсних силікатів / Навчальний посібник – К.: Освіта України. - 2013, 178 с.

### Література до Теми 8

61. Пащенко О.О., Сербін В.П., Старчевська О.О. В'язучі матеріали. – К.: Вища школа, 1995.- 437с.
62. Л. Й. Дворкін. Будівельні в'язучі матеріали. – Рівне: НУВГП, 2019 – 622 с.
63. В'язучі матеріали: Підручник / Р. Ф. Рунова, Л. Й. Дворкін, О. Л. Дворкін, Ю. Л. Носовський – К. : Основа, 2012. – 448 с
64. Будівельне матеріалознавство : Підручник. / [П. В. Кривенко, К. К. Пушкарьова, В. Б. Барановський та ін.]; за ред. П. В. Кривенка. – К. : ТОВ УВПК «ЕксОб», 2004. – 704 с.
65. Рунова Р.Ф., Шейніч Л.О., Гелевера О.Г, Гоц В.І. Основи виробництва стінових та оздоблювальних матеріалів: Підручник. – К.: КНУБА, 2001. – с. 112-160.
66. Технологія силікатів: Навч. посібник // Боровець З.І., Жеплинський Т.Б., Пона М.Г., Якимечко Я.Б. - Серія «Дистанційне навчання». - No 42 - Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2007. - 128 с.
67. Методичні вказівки до вивчення дисципліни “Основи технології тугоплавких неметалічних і силікатних матеріалів”. – К.: Політехніка, 2003. - 24 с.
68. Гуць В.С., Євтушенко О.В. Основи будівництва в галузі: Конспект лекцій для студ. напряму 6.051401 «Біотехнологія» ден. та заоч. форм навч. - К: НУХТ, 2011,-110 с.

### Література до Теми 9

69. Технологія парфумерно-косметичних продуктів: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Л.В. Пешук, Л.І. Бавіка, І.М. Демідов ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет харчових технологій. - Київ : Центр учбової літератури, 2021. - 371 с.



70. Харчова хімія: навчальний посібник /Я.П. Скоробогатий, А.В. Гузій, О.М. Заверуха. – Львів: Видавництво "Новий Світ-2000", 2021. – 513 с.
71. Ю.О. Ластухін Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості. Навчальний посібник. – Львів: Центр Європи, 2009. – 836 с.
72. Токсикологія продуктів харчування :підручник /С.А. Воронов, Ю.Б. Стецишин, Ю.В. Панченко, А.М. Когут ; за редакцією С.А. Воронова ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет "Львівська політехніка".Друге видання, доповнене. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2020. – 567 с.
73. Токсикологічна хімія :підручник для студентів медичних (фармацевтичних) закладів вищої освіти /І.В. Ніженковська, О.В. Вельчинська, М.М. Кучер. Третє видання. – Київ :ВСВ "Медицина", 2020. – 371 с.
74. Технології БАР та харчових продуктів: навчальний посібник /В.М. Гуляєв, І.М. Корнієнко, О.Ю. Філімоненко; Міністерство освіти і науки України, Дніпровський державний технічний університет (ДДТУ). – Кам'янське: ДДТУ, 2018. – 276 с.
75. Наноматеріали в хімії та фармації: навчально-методичний посібник для студентів закладів вищої освіти /Л.Л. Пилипчук, В.М. Близнюк. – Херсон: Олді-Плюс, 2020. – 167 с.
76. Інноваційні процеси у хімічних технологіях: навчальний посібник /З.О. Знак, А.Б. Гелеш ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет "Львівська політехніка". –Львів :Видавництво Львівської політехніки,2019. – частини : Частина 1. – 2019. – 204 с.
77. Колоїдна хімія: теорія і задачі : навчальний посібник / Л.Б. Цветкова. - Львів : Видавництво "Новий Світ-2000", 2021. - 285 с.
78. Колоїдна хімія : підручник / М.О. Мchedлов-Петросян [та ін.] ; за редакцією М.О. Мchedлова-Петросяна ; Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна. – Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2012. – 500 с.
79. Фізична хімія. Хімічна термодинаміка [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Т. А. Каменська, Г. А. Рудницька, М. Є. Пономарьов. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 257 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48492>
80. Фізична хімія : навчальний посібник / В.А. Волошинець, О.В. Решетняк ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет "Львівська політехніка". – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. – 175 с.

### Література до Теми 10

81. Іваненко О.І., Носачова Ю.В. Промислова екологія: підручник. – Київ: Видавничий дім «Кондор», 2017. – 294 с.

82. Гомеля М. Д., Шаблій Т. О., Радовенчик Я.В. Фізико-хімічні основи процесів очищення води: підручник. – Київ: Видавничий дім «Конкорд», 2019. – 256 с.
83. Радовенчик Я.В., Гомеля М.Д. Фізико-хімічні методи доочищення води: підручник. – Київ: Видавничий дім «Кондор», 2016. – 264 с.
84. Радовенчик В.М., Гомеля М.Д. Тверді відходи: Збір, переробка, складування: Навч. посібник. – Київ: Видавничий дім «Кондор», 2010. - 550 с.
85. Гомеля М.Д., Крисенко Т.В., Омельчук Ю.А. Методи та технології очищення стічних вод: навчальний посібник. – Севастополь: СНУЯЕіП, 2010. – 244 с.
86. Гомеля М.Д., Шаблій Т.О., Глушко О.В., Камаєв В.С. Екологічна безпека: підручник. – К.: ТОВ «Інфодрук», 2010. – 246 с.
87. Барбаш В.А., Дейкун І.М. Хімія рослинних полімерів. Навч. посібник. 2-ге видання, переробл. і доповн. - Київ: Каравела, 2018. – 440 с.
88. Черьопкіна Р.І., Трембус І.В., Дейкун І.М. Технологія виробництва сульфатної целюлози: підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», освітньо-професійної програми «Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології». – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 274 с.
89. Технологія недеревних волокнистих напівфабрикатів. Підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», освітньо-професійної програми «Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології». / Черьопкіна Р.І., Трембус І.В., Дейкун І.М., Барбаш В.А. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 229 с.
90. Антоненко Л.П., Дейкун І.М., Трембус І.В. Технологія виробництва механічної маси. Навчальний посібник. – Київ. НТУУ «КПІ», 2015. – 534 с.
91. Пресування паперового полотна: навч. посіб. для студ. спеціальності «Хімічна технологія та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини» / О.М. Мовчанюк, М.Д. Гомеля. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 137 с.
92. Примаков С.П. Технологія паперу і картону: навч. посібник [для студ. вищ. навч. закл. друге вид., переробл]. Київ: ЕМКО, 2008. – 425 с.

#### IV. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

1. Початковий рейтинг абітурієнта за екзамен розраховується виходячи із 100-бальної шкали. При визначенні загального рейтингу вступника початковий рейтинг за екзамен перераховується у 200-бальну шкалу за відповідною таблицею (п.4).

2. На екзамені абітурієнти готуються до усної відповіді на завдання екзаменаційного білету. Кожне завдання комплексного фахового вступного випробування містить вісім тестових запитань і два теоретичних питання екзаменаційного білету оцінюються у 10 балів. Екзаменаційна оцінка складається з суми балів за кожну задачу білету. Отже максимально кожний вступник може набрати 100 балів. При перевірці завдань застосовуються критерії оцінювання, при розробці яких береться за основу повнота, логічність та правильність вирішення задачі білету.

Критерії оцінювання завдань екзаменаційного білету та кількість балів.

- повна відповідь з поясненнями (не менше 90% потрібної інформації), не містить зайвої інформації – 10 балів;
- повна відповідь з неprincipовими неточностями (не менше 80% потрібної інформації), не містить зайвої інформації – 9 балів;
- принципово правильна відповідь з неprincipовими неточностями (не менше 70% потрібної інформації) є зайва інформація – 8 балів;
- повна відповідь з неточностями (не менше 60% потрібної інформації) – 7 балів;
- неповна відповідь, в якій відсутні принципові неточності (не менше 50% потрібної інформації), але є помилки – 6 балів;
- неповна відповідь з грубими помилками та (або) принциповими неточностями (менше 50% потрібної інформації) – 5...1 бал;
- відповідь відсутня – 0 балів.

Оскільки вступний іспит до аспірантури з іноземної мови проходить у форматі ЗНО та у відповідності до Додатку до Правил прийому на навчання для здобуття вищої освіти до Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» в 2023 році наводимо таблицю переведення оцінок за шкалою ECTS в 100-200 бальну (шкала відповідності оцінкам ЄВІ).

3. Сума балів за відповіді на екзамені переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

<b>Бали</b>	<b>Оцінка</b>
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно

64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

4. Сума балів за відповіді на екзамені переводиться до 200- бальної шкали згідно з таблицею:

Таблиця відповідності оцінок PCO (60...100 балів)  
оцінкам 200-бальної шкали (100...200 балів)

шкала PCO	шкала 100...200	шкала PCO	шкала 100...200	шкала PCO	шкала 100...200	шкала PCO	шкала 100...200
60	100	70	140	80	160	90	180
61	105	71	142	81	162	91	182
62	110	72	144	82	164	92	184
63	115	73	146	83	166	93	186
64	120	74	148	84	168	94	188
65	125	75	150	85	170	95	190
66	128	76	152	86	172	96	192
67	131	77	154	87	174	97	194
68	134	78	156	88	176	98	196
69	137	79	158	89	178	99	198
						100	200

## V. ПРИКЛАД ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТУ

Форма № Н-5.05

### Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

	(повне найменування вищого навчального закладу)
Освітній ступінь	<u>доктор філософії</u>
Спеціальність	<u>161 Хімічні технології та інженерія</u>
	(назва)
Навчальна дисципліна	<u>Вступний іспит</u>

#### ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

<b>1</b>	Функції каталізаторів в хімічній технології	<p><b>А.</b> збільшують швидкість хімічної реакції, збільшують селективність хімічної реакції, зменшують температуру взаємодії;</p> <p><b>Б.</b> зсувають хімічну рівновагу завжди у бік цільових продуктів ;</p> <p><b>В.</b> є ефективною заміною перемішуванню</p> <p><b>Г.</b> збільшують швидкість тільки газових реакцій.</p>
<b>2</b>	Що таке ізотермічні процеси	<p><b>А.</b> процеси, в яких температура підтримується постійною;</p> <p><b>Б.</b> процеси, в яких має місце підвищення тиску всередині хімічного реактора ;</p> <p><b>В.</b> процеси, які перебігають без теплообміну з навколишнім середовищем;</p> <p><b>Г.</b> процеси, які мають теплообмін з навколишнім середовищем.</p>
<b>3</b>	Здатність функціональних груп амфолітів до обміну з протийонами різного заряду залежить від	<p><b>А.</b> рН середовища</p> <p><b>Б.</b> вихідної форми смоли</p> <p><b>В.</b> типу полімеру для зшивки</p> <p><b>Г.</b> типу функціональної групи у смолі</p>
<b>4</b>	Нанofільтрація – це баромембранний процес, який використовується для відділення домішок від водного середовища	<p><b>А.</b> під тиском 0,5 –2 МПа;</p> <p><b>Б.</b> під тиском 0,1 – 0,2 МПа;</p> <p><b>В.</b> під тиском 0,2 –0,5 МПа;</p> <p><b>Г.</b> під тиском 3 –10 МПа.</p>
<b>5</b>	В виробництві нітратної кислоти для отримання NO використовується стадія окиснення аміаку. Процес окиснення аміаку є каталітичним. З якою метою використовуються каталізатори?	<p><b>А.</b> з метою зсуву рівноваги у бік отримання нітроген(II) оксиду;</p> <p><b>Б.</b> з метою зниження температури ведення процесу;</p> <p><b>В.</b> з метою підвищення вибіркості процесу окиснення аміаку саме до NO;</p> <p><b>Г.</b> ця реакція в відсутності каталізатору перебігає настільки повільно, що втрачає промислове значення.</p>
<b>6</b>	В якому апараті в виробництві	<b>А.</b> в котлі-утилізаторі, який розташований

	сульфатної кислоти з сірчаного колчедану починається вилучення пилу з пічного газу?	одразу після печі псевдозрідженного шару (КШ), він функціонує і як інерційна камера; Б. в циклоні; В. в мультициклоні; Г. в форкамері печі КШ.
7	Наночастинки мають розмір	А. 1-10 нм; Б. 1-100 нм; В. 1-1000 нм; Г. 1-50 нм.
8	Нанотрава це	А. супергідрофобна поверхня; Б. штучні самоочисні поверхні; В. відповіді А та Б; Г. немає правильної відповіді.
9	Надайте пояснення, з якою метою каталізatori в виробництві сульфатної кислоти використовують каталізatori для окиснення Сульфур оксиду(IV) в Сульфур оксид(VI). Наведіть характеристики ванадієвих каталізatori (наприклад: СВД, КС...). Наведіть теоретичні засади їх дії. Якими речовинами у виробництві сульфатної кислоти викликається отруєння ванадієвих каталізatori.	Розгорнута відповідь.
10	Розкрийте сутність попереднього очищення води у відстійниках різного типу. Обґрунтуйте конструкцію радіального відстійника в процесах водопідготовки.	Розгорнута відповідь.

\*Всі відповіді потрібно обґрунтувати

ЗАТВЕРДЖЕНО

Гарант освітньо-наукової програми PhD

\_\_\_\_\_ Ольга ЛІНЮЧЕВА

Київ 2024

**РОЗРОБНИКИ:**

*Лінючева О.В., д.т.н, професор, декан ХТФ – голова предметної комісії;*

*Фокін А.А., д.х.н., професор, зав. кафедри органічної хімії та технології органічних речовин ХТФ;*

*Донцова Т.А., д.т.н., професор, зав. кафедри технології неорганічних речовин та загальної хімічної технології ХТФ;*

*Гомеля М.Д., д.т.н., професор, зав. кафедри екології та технології рослинних полімерів ІХФ;*

*Воройбова В.І., д.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри фізичної хімії ХТФ;*

*Тобілко В.Ю., к.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри хімічної технології кераміки та скла ХТФ;*

*Косогін О.В., к.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри технології електрохімічних виробництв;*

*Міронюк О.В., доцент, в.о. завідувача кафедри хімічної технології композиційних матеріалів ХТФ.*