

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

Затверджую



Голова Приймальної комісії
Доктор

Анатолій
МЕЛЬНИЧЕНКО

28.03.2025р.
дата

Хіміко-технологічний факультет
повна назва факультету/факультету наукового інституту

ПРОГРАМА

фахового іспиту

для вступу на освітньо-професійну програму підготовки магістра
«Хімічні технології неорганічних, електродних матеріалів та водоочищення»

за спеціальністю G1 Хімічні технології та інженерія

Програму ухвалено:

Вченою Радою Хіміко-технологічного факультету

Протокол № 3 від «24» «лютого» 2025 р.

Голова Вченої Ради

Ольга ЛІНЮЧЕВА

Київ – 2025

ВСТУП

Фаховий іспит на підготовку здобувачів ступеня магістра спеціальності G1 «Хімічні технології та інженерія» за освітньо-професійною програмою «Хімічні технології неорганічних, електродних матеріалів та водоочищення» спрямоване на перевірку відповідності знань та навичок рівню, необхідному для навчання на другому (магістерському) рівні вищої освіти.

Програма фахового іспиту визначає форму організації, зміст та особливості проведення фахового іспиту на підготовку здобувачів за програмою «Хімічні технології неорганічних, електродних матеріалів та водоочищення» спеціальності G1 «Хімічні технології та інженерія» другого (магістерського) рівня вищої освіти.

Програма фахового іспиту передбачає перевірку набуття вступником компетентностей та результатів навчання, що визначені стандартом вищої освіти за спеціальністю G1 Хімічні технології та інженерія для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Програма містить перелік теоретичних запитань, які необхідно засвоїти для виконання фахового іспиту.

З усіх навчальних дисциплін програма містить перелік теоретичних запитань, які необхідно засвоїти для виконання комплексного фахового випробування.

Фаховий іспит триває 180 хвилин без перерви. До екзаменаційних білетів включено по три питання із фахових дисциплін, які охоплюють різнопланові теоретичні і практичні питання. Фаховий іспит проводиться в очній або дистанційній формі з використанням технологій дистанційного навчання «Google» та сервісу відеотелефонного зв'язку «GoogleMeet» або «Zoom» із обов'язковою відеофіксацією процесу проведення іспиту. Приклад екзаменаційних білетів наведений у кінці програми.

Порядок проведення екзамену відповідає «Положенню про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (<https://osvita.kpi.ua/node/32>) та «Регламентам проведення семестрового контролю та захистів кваліфікаційних робіт та атестаційних екзаменів в дистанційному режимі» (<https://osvita.kpi.ua/node/148>).

І ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

1.1 Перелік освітніх компонентів, розділи яких входять до програми

До програми фахового іспиту включено теоретичні питання з таких освітніх компонентів бакалаврської освітньої програми:

1. загальна хімічна технологія,
2. теоретична електрохімія;
3. основи процесів осадження та розчинення металів;
4. теоретичні основи хімії і технології водопідготовки;
5. хіміко-технологічні схеми неорганічних виробництв.

1.2 Зміст програми

Поняття хіміко-технологічного процесу, критерії оцінки ХТП. Зміст і мета вивчення дисципліни "Загальна хімічна технологія". Поняття хімічної технології. Історичний аспект розвитку хімічної технології. Роль хімічної технології в господарському комплексі України. Основні тенденції розвитку хімічних виробництв. Масштаби і асортимент виробництва хімічної продукції.

Класифікація ХТП за комплексом динамічних, хімічних і фазових ознак. Критерії оцінки ефективності хіміко-технологічних систем (ХТС): економічні, соціальні, експлуатаційні, технологічні. Технологічні критерії ефективності ХТП: ступінь перетворення, вихід цільового продукту, селективність, інтенсивність.

Термодинамічний аналіз хіміко-технологічного процесу. Попередній вибір технологічних режимів проведення ХТП, що ґрунтуються на оборотних реакціях за участю газової (рідинної) фази. Температурна залежність енергії Гіббса хімічної речовини і реакції та її розрахунок. Термодинамічний аналіз ХТП, що ґрунтується на оборотних реакціях. Розрахунок рівноважного виходу цільового продукту з використанням різних методів для ХТП, що ґрунтуються на простих та складних оборотних реакціях за участю газової фази. Методи розрахунку рівноважного виходу. Визначення впливу температури, тиску, співвідношення компонентів на рівноважний вихід цільового продукту. Визначення необхідності організації рециркуляції сировини, проміжного виведення продуктів та інертних компонентів із реакційної суміші. Кількісний вираз принципу Ле Шательє для оборотних реакцій. Розрахунок рівноважного ступеня перетворення та виходу цільового продукту для ХТП, що ґрунтується на складних паралельних або послідовно-паралельних реакціях.

Кінетичний аналіз хіміко-технологічного процесу. Класифікація ХТП. Мікро- і макрокінетика ХТП. Використання кінетичного рівняння для розрахунків показників ХТП. Трансформація змінних кінетичного рівняння. Швидкість реакції та процесу. Порядок реакції та енергія активації. Кінетика ХТП, що ґрунтується на оборотних реакціях. Поняття оптимальної температури ХТП. Розрахунок оптимальної температури з використанням кінетичних констант реакції.

Гомогенні та гетерогенні хімічні процеси. Визначення гомогенного хімічного процесу. Прості реакції (незворотні та зворотні), залежність швидкості простих реакцій від концентрації та ступеня перетворення. Лінія оптимальних температур. Складні реакції. Кінетика гомогенних ХТП, її основні закономірності. Швидкість ХТП, що ґрунтуються на оборотних та послідовно-паралельних гомогенних реакціях. Вплив технологічних параметрів (температури, тиску, концентрації компонентів) на швидкість проведення гомогенних ХТП. Методи інтенсифікації гомогенних процесів. Гетерогенні хімічні процеси: основні положення, кінетика гетерогенних некаталітичних процесів.

Класифікація гетерогенних некаталітичних ХТП. Основні моделі гетерогенних ХТП. Стадії проходження гетерогенного ХТП. Лімітуюча стадія ХТП. Стаціонарний режим ХТП. Визначення лімітуючої стадії з використанням температури, швидкості потоку, тиску

помелу твердої фази. Области проходження гетерогенного ХТП: зовнішньо-дифузійна, внутрішньо-дифузійна, кінетична. Інженерні методи інтенсифікації лімітуючої стадії ХТП. Особливості гетерогенного процесу в системі "газ-рідина".

Каталітичні процеси. Промисловий каталіз. Стадії гетерогенно-каталітичного процесу. Особливості проходження гетерогенно-каталітичного ХТП. Технологічні характеристики твердих каталізаторів: активність, селективність, робоча температура, каталітичні отрути, питома поверхня, поруватість та інші. Ступінь використання внутрішньої поверхні каталізаторів. Кінетичні особливості гетерогенно-каталітичних ХТП. Промислові каталізatori (контакти). Кінетика гомогенного каталізу. Конструкції реакторів для каталітичних процесів. Особливості конструкції реакторів для процесів під тиском.

Інтенсифікація каталітичних хіміко-технологічних процесів. Конструктивні особливості реакторів для проведення ХТП різних типів.

Хімічні реактори. Ідеальні моделі реакторів і їх промислові метаморфози. Температурний режим в реакторах: ізотермічний, адіабатичний, політермічний. Адіабатична зміна температури в реакторі. Особливості розрахунку робочого об'єму адіабатичного реактора. Конструктивні особливості реакторів для підтримання оптимального температурного режиму: ізотермічного, адіабатичного, політермічного.

Конструктивні особливості реакторів для проведення гомогенних і гетерогенних процесів в системах "газ-тверде тіло", "газ-рідина", "рідина-тверде тіло". Особливості конструкції реакторів для каталітичних процесів. Особливості конструкції реакторів для процесів під тиском. Конструктивні особливості реакторів для проведення ХТП різних типів.

Рівноважні та не рівноважні явища в розчинах.

Предмет та зміст електрохімії. Предмет та зміст електрохімії. Відмінність електрохімічних процесів від хімічних. Поняття про електрохімічну систему. Складові частини електрохімічних систем та їх можливий стан. Види електрохімічних систем. Короткі історичні відомості про розвиток електрохімії. Основні області застосування електрохімії та перспективи її розвитку. Роль електрохімії в розв'язанні проблеми раціонального використання енергетичних ресурсів та охорони навколишнього середовища.

Хімічна дія електричного струму. Хімічна дія електричного струму. Закони Фарадея. Число Фарадея. Вихід за струмом. Кулометри.

Теорія електролітичної дисоціації. Кількісні співвідношення теорії електролітичної дисоціації. Зв'язок між константою та ступенем дисоціації (закон розведення Оствальда). Застосування класичної теорії розчинів електролітів для пояснення осмотичних властивостей, термохімічних ефектів та хімічної рівноваги в розчинах електролітів. Недоліки класичної теорії електролітів та шляхи її удосконалення по Д.І. Менделєєву.

Взаємодія між електролітом та розчином. Сольватація (гідратація) в розчинах електролітів. Фізичні та енергетичні характеристики процесу сольватації. Енергія кристалічної ґратки та її розрахунок. Співвідношення енергії ґратки з теплотою сольватації (гідратації) іонів. Розрахунок енергії та теплоти гідратації по термодинамічним циклам Габера-Борна.

Зв'язок енергії сольватації (гідратації) з властивостями іонів. Визначення енергій гідратації окремих іонів. Ентропії гідратації та числа гідратації. Роль діелектричної проникності в явищах дисоціації електролітів.

Протолітична теорія кислот та основ. Рівняння Бренстеда. Сучасні тенденції в розвитку вчення про рівновагу в розчинах електролітів.

Теорія міжіонної взаємодії. Активність та коефіцієнт активності. Вираз складу розчину через активності та концентрації. Загальна та середня активність електроліту. Середній коефіцієнт активності. Експериментальне визначення коефіцієнтів активності. Іонна сила розчинів.

Основи теорії міжіонної взаємодії. Модель розчину по Гхошу і Дебая-Гюккелю. Перше наближення теорії Дебая-Гюккеля. Припущення, покладені в основу теорії Дебая-Гюккеля.

Зіставлення теорії Дебая-Гюккеля з дослідом. Недоліки першого наближення теорії Дебая-Гюккеля. Удосконалення теорії Дебая-Гюккеля. Друге наближення теорії Дебая-Гюккеля та його уточнення. Формула Гюккеля. Врахування гідратації іонів при розрахунку коефіцієнтів активності. Емпіричні формули для розрахунку коефіцієнтів активності. Емпіричні формули для розрахунку коефіцієнтів активності.

Електропровідність розчинів електролітів. Загальна характеристика нерівноважних явищ в розчинах електролітів. Шляхи доставки речовини до поверхні електрода. Електропровідність електролітів. Основні поняття. Визначення понять "молярна" та "питома" електропровідність. Зв'язок між ними. Рухливість іонів та електричні числа переносу іонів. Принципи експериментального визначення електропровідності чисел переносу та іонних рухливостей.

Експериментальні дані по електропровідності. Вплив концентрації, температури, тиску на електропровідність розчинів електролітів. Закони Кольрауша. Зв'язок електропровідності з властивостями електролітів та природою розчинника. Правило Вальдена-Писаржевського. Кондуктометрія.

Теоретична інтерпретація електропровідності електролітів. Класична (гідродинамічна) теорія електропровідності. Основні положення теорії електропровідності Дебая-Онзагера. Електрофоретичний та релаксацийний ефекти. Удосконалення теорії Дебая-Онзагера. Формула Шидловського. Ефект Віна та дисперсія електропровідності. Кінетична теорія електропровідності. Прототропна теорія електропровідності кислот та основ.

Дифузія в розчинах електролітів. Стаціонарна і нестаціонарна молекулярна дифузія. Закони Фіка. Особливості дифузійних процесів в розчинах електролітів. Дифузійний потенціал. Термодинамічна трактовка дифузійного потенціалу. Теорії Планка та Гендерсона. Методи обчислення дифузійного потенціалу на межі розчинів різної концентрації та з різною рухомістю іонів. Методи його зниження.

Термодинаміка електрохімічних систем. Основні термодинамічні функції. Визначення роботи, відмінної від об'ємно-механічної за допомогою основних термодинамічних функцій. Рівняння Гіббса-Гельмгольца та їх аналіз. Правило Томсона. Температурний коефіцієнт. ЕРС електрохімічної реакції. Тепловий ефект електрохімічної реакції. Корисна робота електрохімічних систем у незворотних умовах.

Рівноважні електродні потенціали. Термодинамічне трактування рівноважних електродних потенціалів. Термодинамічна формула для розрахунку рівноважного електродного потенціалу. Умовний характер величини електродного потенціалу. Воднева шкала потенціалів. Міжнародна конвенція про ЕРС та електродні потенціали.

Класифікація електродів. Електроди першого, другого роду. Газові електроди. Окислювально-відновні електроди. Правило Лютера. Іоноселективні електроди. Стандартні електроди. Використання стандартних потенціалів для оцінки термодинамічної можливості протікання електрохімічних процесів.

Електрохімічні кола. Принципи класифікації електрохімічних кіл. Типи електрохімічних кіл. Фізичні, концентраційні та хімічні кола. Здвоєні хімічні кола. Потенціометрія та її використання при проведенні електрохімічних досліджень.

Теорія виникнення електродного потенціалу та ЕРС. Фізична та хімічна теорії ЕРС та електродного потенціалу. Осмотична теорія Нернста. Сольватаційна теорія Писаржевського-Ізгарішева та її розвиток.

Процеси розчинення і осадження металів у промисловості. Осадження та розчинення металів у виробництвах гальваностегії, гальванопластики, гідроелектрометалургії, порошкової металургії та електрохімічної обробки металів (ЕХО).

Вимоги до осадів металів, сплавів та композиційних електрохімічних покриттів (КЕП). Загальні вимоги. Структура металевих осадів: ознаки структури; методи вивчення структури; вимоги до структури осадів у виробництвах. Відсутність пор, піттингу, тріщин у покриттях. Катодні та анодні металеві покриття, механізм захисної дії металу – основи цими покриттями. Рівномірність за товщиною осадів металів на поверхні, що покривають. Адгезія металу-покриття до металу основи; фактори, що впливають на міцність зчеплення. Сталість складу і структури сплавів та КЕП за товщиною.

Катодні процеси. Вплив різних чинників на перенапругу виділення металу, його структуру і властивості. Зв'язок перенапруги виділення металу, його структури і властивостей. Класифікація металів за величиною металічної перенапруги при їх виділенні з розчинів простих солей. Вплив компонентів простих кислих і комплексних лужних електролітів, їх концентрації на перенапругу виділення металу, структуру і властивості одержуваного осаду. Механізм дії ПАР на катодне виділення металу. Критерії вибору ПАР для електролітів осадження металів. Блискоутворювачі, їх класифікація і механізм дії.

Вплив умов (режимів) електролізу: густини струму, температури, відносного руху електроліту і електроду, різних режимів поляризуючого струму - на перенапругу виділення металу, його структуру і властивості.

Сумісне виділення металу і водню. Потенціали металевих електродів у розчинах їх солей та їх значення для процесів електроосадження. Застосування діаграми Пурбе води для прогнозування можливості виділення водню при електроосадженні металів із електролітів.

Сумісний розряд іонів металів і електрохімічне одержання сплавів. Основні закономірності суміщеного розряду іонів різних металів. Вплив різних факторів на електроосадження сплавів.

Композиційні електрохімічні покриття (КЕП) і матеріали. Види композиційних електрохімічних покриттів і сфери їх застосування. Електроліти - суспензії та їх властивості. Порошкові матеріали, що використовуються для одержання КЕП.

Розподіл струму і металу на катодній поверхні. Природа розсіювальної здатності електролітів і механізм перерозподілу струму в них. Вплив різних факторів на розподіл струму і металу. Способи оцінки розсіювальної здатності електролітів.

Адгезія електролітичних осадів металів до поверхні, яка покривається. Фактори, які впливають на адгезію осадів до поверхні, що покривають.

Підготовка поверхні виробів перед осадженням металів. Механічні способи підготовки. Хімічні та електрохімічні способи підготовки поверхні виробів перед осадженням металів. Контактний обмін металів (цементация) в технічній електрохімії. Механізм і кінетика контактного обміну металів (цементациї).

Осадження покриттів на легкі метали. Осадження металів на алюміній, магній, титан та їх сплави.

Анодні процеси. Анодна поведінка металів у процесах гальванотехніки, ГЕМ та ЕХО. Використання розчинних і нерозчинних анодів у гальванотехніці, ГЕМ та ЕХО. Анодне розчинення чистих металів і металів, які містять металеві і неметалеві домішки.

Електрохімічне і хімічне полірування. Основи теорії процесів електрохімічного і хімічного полірування. Електрохімічне і хімічне полірування сталі.

Неметалеві покриття, які одержують при анодному розчиненні металу-основи. Загальні відомості. Теорія процесів утворення оксидних і фосфатних плівок на сталі. Механізм утворення анодних плівок на алюмінії та його сплавах.

Раціональне використання водних ресурсів. Оборотні системи водопостачання. Роль хімії та хімічної технології у вирішенні питань розширення ресурсів промислового водопостачання й у виборі методів захисту водоймищ та навколишнього середовища від забруднення.

Характеристика природних джерел водопостачання для питних і промислових цілей.
Класифікація джерел та водоймищ природної води. Вимоги до води різного призначення.

Класифікація й характеристика стічних вод за місцем їх утворення. Методи та принципи каналізування стічних вод. Очисні споруди, їх призначення. Умови спуску стічних вод до водоймищ. Законодавчі акти України та інших країн світу щодо охорони природних водоймищ і водних ресурсів.

Природні та стічні води – багатокomпонентні гетерогенні системи. Вода як хімічна сполука. Аномальні властивості води. Моделі структури рідкої води. Фізичні, хімічні, біологічні (бактеріологічні) показники якості води.

Класифікація домішок та забруднювачів води за їх фазово-дисперсним станом.
Значення класифікації, розробленої Л. А. Кульським, для вибору альтернативних методів видалення з води домішок.

Безреагентні методи обробки води, сфера їх застосування. Первинне очищення води. Проціджування крізь решітки й сітки. Теоретичні основи процесу відстоювання домішок. Рівняння Стокса та його застосування до процесу осадження грубодисперсних домішок. Гідравлічна крупність частинок та її визначення. Обладнання механічних методів підготовки води. Конструкції та принцип дії пісковловлювачів, нафтомасловловлювачів, циклонів, центрифуг, горизонтальних, вертикальних, радіальних, тонкошарових відстійників.

Видалення з води завислих речовин за допомогою фільтрування, сфера застосування методу. Класифікація фільтрів із зернистим завантаженням. Стадії фільтроциклу. Вимоги до зернистого завантаження фільтрів. Головні конструктивні елементи й принцип дії самопливних та напірних фільтрів. Прояснювачі із завислим шаром осаду – акселератори. Двопотоківі фільтри.

Переваги і недоліки засипних фільтрів, картриджних фільтрів та сітчастих фільтрів. Визначення поняття «мікрофільтрація». Основні види матеріалів для виготовлення мікрофільтраційних картриджів.

Флотаційний метод видалення з води завислих речовин і сфера його застосування.
Чинники, що впливають на ефективність флотації. Порівняльна характеристика напірної та вакуумної флотації. Типові схеми напірної флотації: прямотечійні, частково прямотечійні, рециркуляційні. Принцип дії флотаторів: імпульсного, з пористими ковпачками, електрофлотатора, флотатора системи «Аерофлотор».

Коагуляційна обробка води та сфера його застосування. Фізико-хімічні основи процесу коагулювання домішок води. Колоїдні системи, їх будова та властивості. Кінетична й агрегативна стійкість колоїдних систем. Стадії утворення та будова міцели, подвійний електричний шар. Головні положення теорії стійкості ліюфобних золь. Коагулянти, що використовують для обробки води, і вимоги до них. Доза коагулянту та її вибір. Флокулянти, що використовують у процесах очищення води. Елементи схем очищення води за допомогою коагуляції та флокуляції: основне та допоміжне обладнання, конструктивні особливості й принцип дії камер пластівцеутворення, прояснювачів.

Мембранні процеси: ультрафільтрація. Теоретичні та прикладні аспекти групи мембранних методів водопідготовки. Типи мембранної фільтрації, мембранних елементів і матеріалів мембран, основні стадії технології ультрафільтраційного очищення води, технологічна схема процесу і приклади експлуатації. Визначення переваг і недоліків сучасного мембранного методу очищення стічних вод.

Мембранні процеси: зворотний осмос і нанофільтрація. Теоретичні основи методів, області їх застосування, а також вимоги до якості оброблюваної води і склад очищеної води, отриманої з використанням мембран різних типів. Будова рулонних мембранних елементів, їх класифікація та принципи роботи. Основні правила і особливості конструювання технологічних схем.

Окисні методи знезараження води й сфера їх застосування. Хлорування води: дія сполук хлору на бактерії та мікроорганізми, мінеральні й органічні домішки води. Показники хлорування води, доза хлору, способи його знаходження. Хлоровмісні реагенти, що використовують у процесах знезараження води. Озонування води: переваги та недоліки методу знезараження води за допомогою озону. Основне апаратне обладнання дільниці знезараження води реагентним методом. Обробка води іонами благородних металів (олігодинамія). Фізико-хімічні методи знезараження води.

Видалення з води домішок за допомогою твердих сорбентів. Суть фізичної адсорбції, сфера застосування методу. Динаміка процесу адсорбції: модель Шилова, вихідні криві процесу сорбції. Сорбенти, що використовують у процесах водопідготовки. Методи регенерації сорбентів. Типи схем та обладнання адсорбційної очистки води. Адсорбери з нерухомим, рухомим та псевдозрідженим шаром сорбенту.

Пом'якшення води реагентними методами. Суть і сфера застосування термічних методів. Реагентні методи: фізико-хімічні основи, реагенти, що використовують у процесах обробки води та їх порівняльна характеристика. Апаратне оснащення відділень реагентної обробки води.

Пом'якшення й знесолення води за допомогою іонного обміну. Марки іонітів, їх будова та властивості. Хімізм і рівновага реакцій іонного обміну. Динаміка процесу іонного обміну. Типові схеми пом'якшення та знесолення води за допомогою методу іонного обміну. Принцип дії та конструктивні особливості фільтрів іонного обміну й фільтрів змішаної дії.

Регенерація іонітів, реагенти, що застосовують у процесах регенерації. Сутність та сфера застосування інших методів очищення води: дистиляція, зворотний осмос, електродіаліз. Порівняльна техніко-економічна характеристика методів знесолення води.

Біохімічне очищення води. Суть і сфера застосування біохімічних методів очищення води. Способи біохімічного очищення. Характеристики активного мулу та біоплівки. Біологічне споживання кисню (БСК). Вимоги до води, яка проходить біохімічну обробку. Природні та штучні споруди біохімічного очищення. Конструктивні особливості й гідродинамічний режим роботи аеротенків та біофільтрів. Основні складові принципової технологічної схеми біохімічного очищення води. Загальні положення анаеробної обробки води та осадів. Конструктивні особливості метантенків.

Сировинна для неорганічних виробництв. Сировинні джерела хімічної промисловості. Класифікація сировинних ресурсів Комплексне використання сировини. Методи збагачення твердої сировини (фізичні, фізико-хімічні). Пінна флотація як приклад фізико-хімічного методу збагачення твердої сировини. Кількісні показники збагачення (ступінь концентрування, вихід).

Вода і повітря в хімічній промисловості. Вода і повітря як сировинне джерело. Основні методи підготовки води.

Енергетичні джерела хімічної промисловості. Раціональне використання енергії. Енерготехнологічні схеми. Основне технологічне обладнання для утилізації енергетичних ресурсів в хіміко-технологічних виробництвах (котел-утилізатор, рекуператор, регенератор, система «мотор-насос-турбіна»).

Виробництво сульфатної кислоти як приклад багатоступеневого хіміко-технологічного процесу Який проводиться при атмосферному тиску. Галузі використання. Сировинні джерела. Фізико-хімічне обґрунтування технологічних режимів виробництва оксиду сірки(IV), окиснення оксиду сірки(IV) і абсорбції оксиду сірки(IV). Каталізatori окиснення оксиду сірки(IV). Екологічно-безпечна технологічна схема «подвійне контактування-подвійна абсорбція» (ПК-ПА). Основні технологічні реактори відділення обпалу, окиснення і абсорбції.

Виробництво екстракційної фосфорної кислоти як приклад гетерогенного хіміко-технологічного процесу типу "рідина - тверде тіло". Використання фекстракційної фосфорної

кислоти. Сировина, фізико-хімічні основи, дигідритний, напівгідратний, ангідритний режими виробництва екстракційної фосфорної кислоти. Поведінка сполук фтору і їх утилізація в виробництві екстракційної фосфорної кислоти Технологічна схема. Апаратурне оформлення відділення екстракції. Десятисекційний екстрактор як приклад апарату з зонованим введенням реагентів. Апаратурне оформлення відділення фільтрації. Конструкція і робота карусельного вакуум-фільтру. Режим промивки фосфогіпсу. Інші технології отримання фосфорної кислоти.

Виробництво соди і содових продуктів. Фізико-хімічні властивості та принципи положення хімічної взаємодії сировинних та вихідних речовин у процесах виробництва кальцинованої соди, «важкої» соди, каустичної соди хімічним та електрохімічним способами, питної соди, кристалічної соди, оксиду кальцію, оксиду вуглецю (IV), оксидів алюмінію, хлору. Галузі застосування кальцинованої соди і содопродуктів, оксидів алюмінію, а також хлору. Хімічні схеми одержання цих важливих стратегічних продуктів.

Хімічна переробка твердого палива як приклад комплексного використання сировини. Хімічна переробка палива як приклад комплексного використання сировини. Класифікація палива. Тверде паливо. Сировинні запаси. Коксування кам'яного вугілля, як приклад піролізної технології переробки твердого палива. Області використання коксу в металургії та в хімічній промисловості. Коксова батарея як приклад поєднання реакторів (печей) періодичної дії в єдиний агрегат, який працює безперервно. Коксовий газ як приклад техногенної сировини. Склад прямого коксового газу. Переробка коксового газу. Поняття про зворотній коксовий газ і його використання.

Синтез аміаку - хіміко-технологічна система неорганічного класу зі складною схемою технологічних зв'язків. Аміак - основа виробництва азотвмісних сполук. Сировинні джерела. Виробництво технологічних газів на основі твердих, рідких та газоподібних палив. Фізико-хімічні обґрунтування режимів пароповітряної конверсії метану, конверсії оксиду вуглецю (II) та очищення технологічних газів від кисневих сполук. Каталізatori відділення виробництва синтез-газу. Типові прийоми реалізації енерготехнологічної схеми виробництва синтез-газу. Основні технологічні реактори відділення синтез-газу. Технологічні і екологічні проблеми та їх вирішення у відділенні синтезу аміаку. Фізико-хімічні обґрунтування режимів процесу синтезу аміаку. Основні технологічні реактори. Перспективи вдосконалення технології виробництва аміаку.

Виробництво нітратної кислоти як приклад синтезу високотехнологічної ХТС. Сировинні джерела. Технологічні і екологічні проблеми, що вирішуються при виробництві НК. Фізико-хімічне обґрунтування технологічних режимів стадій конверсії аміаку, абсорбції нітрозних газів та знешкодження технологічних викидів. Каталізatori конверсії аміаку та проблеми економії платини. Енерготехнологічна схема виробництва розведеної нітратної кислоти. Основні технологічні реактори. Виробництво концентрованої нітратної кислоти. Фізико-хімічне обґрунтування технологічних режимів процесів. Технологічні схеми. Перспективи вдосконалення технологій виробництва НК. Вивчення принципів роботи та конструкцій технологічних реакторів, що використовуються в енерготехнологічних схемах виробництва азотної кислоти.

Синтез метилового спирту. Області використання. Масштаби виробництва. Сировинна база. Виробництво синтез-газу метилового спирту. Фізико-хімічні основи процесу синтезу метилового спирту та обґрунтування технологічних режимів. Компонування технологічної схеми. Апаратурне оформлення процесу (типові прийоми). Аналітичне порівняння технології синтезу неорганічної, біохімічної, органічної продукції як результат інженерного вирішення фізико-хімічних проблем реакцій синтезу речовин. Вивчення принципів роботи та конструкції технологічних реакторів, що використовуються в енерготехнологічних виробництвах метилового спирту. Засоби захисту апаратури від корозії. Циклічність процесів, віддувка.

1.3 Допоміжні матеріали для складання фахового іспиту

На комплексному фаховому випробуванні дозволяється користуватись тільки роздатковим матеріалом, який містить довідникові дані і виданий членами комісії: таблиця Менделєєва, атлас Пурбе, таблиця рівноважних потенціалів електрохімічних реакцій.

1.4 Опис завдання фахового іспиту

На комплексному фаховому випробуванні абітурієнт отримує екзаменаційний білет, який містить три теоретичних питання за матеріалами освітніх компонент, зазначених вище в п. 1.1.

1.5 Критерії оцінювання фахового іспиту

Рейтингову систему оцінювання атестаційного екзамену складено відповідно до вимог чинної редакції «Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (<https://osvita.kpi.ua/node/37>).

У відповіді на теоретичні питання фахового іспиту вступник має продемонструвати знання теорії дисципліни, понятійно-категоріального апарату, термінології, принципів предметної області освітньої компоненти. Перше питання відноситься до дисципліни «Теоретична електрохімія» та оцінюється у 30 балів; друге запитання відноситься до дисципліни «Загальна хімічна технологія» та оцінюється у 30 балів; третє питання відноситься до професійної дисципліни та оцінюється у 40 балів. При перевірці завдань застосовуються критерії оцінювання, при розробці яких береться за основу повнота, правильність та логічність написання питання.

Критерії екзаменаційного оцінювання для першого та другого запитань

- повна відповідь зі схемами, поясненнями, прикладами (не менше 95% потрібної інформації) – 30...28 балів;
- повна відповідь з неprincipовими неточностями (не менше 83% потрібної інформації) – 27...25 балів;
- повна принципово правильна відповідь зі скороченим набором схем, пояснень, прикладів (не менше 73% потрібної інформації) – 24...22 бали;
- повна принципово правильна відповідь зі скороченим набором схем, пояснень, прикладів та (або) з неточностями у формулюваннях (не менше 66% потрібної інформації) – 21...20 балів;
- неповна відповідь, в якій відсутні принципові неточності (не менше 60% потрібної інформації) – 19...18 балів;
- неповна відповідь з грубими помилками та (або) принциповими неточностями (менше 60% потрібної інформації) – 17...1 бал;
- відсутність відповіді – 0 балів.

Критерії екзаменаційного оцінювання для третього запитання

- повна відповідь зі схемами, поясненнями, прикладами (не менше 95% потрібної інформації) – 40...38 балів;
- повна відповідь з неprincipовими неточностями (не менше 85% потрібної інформації) – 37...34 балів;
- повна принципово правильна відповідь зі скороченим набором схем, пояснень, прикладів (не менше 75% потрібної інформації) – 33...30 бали;

- повна принципово правильна відповідь зі скороченим набором схем, пояснень, прикладів та (або) з неточностями у формулюваннях (не менше 65% потрібної інформації) – 29...26 балів;
- неповна відповідь, в якій відсутні принципові неточності (не менше 60% потрібної інформації) – 25...24 бали;
- неповна відповідь з грубими помилками та (або) принциповими неточностями (менше 60% потрібної інформації) – 23...1 бал;
- відсутність відповіді – 0 балів.

Загальна оцінка за фаховий іспит обчислюється як сума балів, отриманих за кожне з трьох складових екзаменаційного білету фахового іспиту. Таким чином, за результатами фахового іспиту вступник може набрати від 0 до 100 балів.

З метою обчислення конкурсного балу вступника в Єдиній державній електронній базі з питань освіти сумарний бал, отриманий вступником за РСО (60...100 балів), має бути переведений на бали шкали ЄДЕБО (100...200 балів) згідно з Таблицею відповідності:

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

шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	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

1.6 Приклад типового завдання фахового іспиту

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ «КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО» Кафедра технології електрохімічних виробництв Кафедра технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології	
Спеціальність G1 Освітня програма	Хімічні технології та інженерія Хімічні технології неорганічних, електродних матеріалів та водоочищення
ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №# (ЗРАЗОК)	
1. Порівняйте гетерогенний і гомогенний каталітичні процеси. Переваги і недоліки гомогенний і гетерогенних каталітичних процесів. Будова апаратів для здійснення гомогенного та гетерогенного каталізу. (максимальна кількість балів - 30). 2. Розкрийте сутність та область застосування йонного обміну в процесах водопідготовки. Охарактеризуйте основні характеристики іонітів (максимальна кількість балів - 30 балів). 3. Наведіть хімічну схему отримання сульфатної кислоти з сірчаного колчедану кислоти. Обґрунтуйте необхідність сухого та мокрого очищення пічного газу. Чому при очищенні пічного газу використовується два типи електрофільтрів (сухий та мокрий)? (максимальна кількість балів - 40 балів). Затверджено на засіданні кафедри ТЕХВ, протокол №__ від ____ Зав. кафедри _____ Олександр БУКЕТ Затверджено на засіданні кафедри ТНР,В та ЗХТ протокол №__ від ____ Зав. кафедри _____ Тетяна ДОНЦОВА	

II ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

Порядок проведення фахового іспиту

Фаховий іспит проводиться в очній або дистанційній формі з використанням технологій дистанційного навчання «Google» та сервісу відеотелефонного зв'язку «GoogleMeet» або «Zoom» із обов'язковою відеофіксацією процесу проведення іспиту.

Порядок проведення екзамену відповідає «Положенню про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (<https://osvita.kpi.ua/node/32>) та «Регламентам проведення семестрового контролю та захистів кваліфікаційних робіт та атестаційних екзаменів в дистанційному режимі» (<https://osvita.kpi.ua/node/148>).

Фаховий іспит складається вступниками згідно із затвердженим розкладом. Відхилення від розкладу випробувань неприпустимо.

У разі проведення випробування в дистанційній формі посилання на відеоконференцію для проведення фахового іспиту створюється напередодні та розсилається всім учасникам (екзаменаторам та вступникам) через відповідні інформаційні канали – електронну пошту, мережі «Viber», «Telegram».

Екзаменаційна комісія зобов'язана забезпечити надійну ідентифікацію (встановлення особи) вступника. В іншому разі, вступник вважається таким, що не з'явився на фаховий іспит. Ідентифікація вступника може здійснюватися, наприклад, шляхом демонстрації екзаменаторові через засоби відеозв'язку свого паспорту або іншого документу, що посвідчує особу.

Для уникнення завчасної підготовки відповідей вступниками порядок проведення фахового іспиту передбачає написання на кожному аркуші екзаменаційної роботи певного кодового слова, яке вступникам повідомляють під час проведення іспиту.

Загальний час, який виділяється на рукописне виконання завдань екзаменаційного білету, складає 90 хвилин. Час початку та час завершення іспиту оголошується екзаменатором. Протягом всього часу підготовки відповідей на питання екзаменаційного білету у здобувача має бути постійно увімкнена камера пристрою, за допомогою якого здійснюється відеозв'язок із екзаменатором.

На фаховому іспиті дозволяється користуватись тільки роздатковим матеріалом, який містить довідникові дані і виданий членами комісії: таблиця Менделєєва, атлас Пурбе, таблиця рівноважних потенціалів електрохімічних реакцій.

За 3...5 хвилин до закінчення іспиту вступник повинен підписати кожний аркуш своєї екзаменаційної роботи, зробити їх фотокопію та переслати її до встановленого часу на електронну пошту екзаменаційної комісії або в інший встановлений екзаменаційною комісією спосіб (мережі «Viber», «Telegram»).

Після отримання всіх фотокопій письмових робіт екзаменаційна комісія розпочинає їх перевірку. Оцінювання робіт здійснюється відповідно до рейтингової системи оцінювання (п. 1.5).

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Загальна хімічна технологія. Практикум. Частина 1 [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; О.І. Янушевська, М.І. Літинська, Г.В. Кримець, А.В. Лапінський. – Електронні текстові дані (1 файл: 1.41 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 147 с.
2. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. / Р.О. Денисюк – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. – 350 с.
3. Якименко Г.Я, Артеменко В.М. Технічна електрохімія, Харків: НТУ «ХПІ», 2006.-272с.
4. Технічна електрохімія. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з кредитного модуля «Основи процесів осадження і розчинення металів» // Укл. В.Ф. Панасенко, М.І. Донченко, Т.І. Мотронюк, О.В. Лінючева, С.В. Фроленкова.- Київ:НТУУ «ХПІ», 2011.-52 с.
5. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. - К.: Либідь, 1993, 544 с.
6. Електрохімія для студентів технічних університетів: [навчальний посібник] / С.Г. Шейко, М.П. Міхєєва; Донец. нац. техн. ун-т. - Донецьк: Вид-во «Ноулідж» (донецьке відділення), 2011. – 226 с.
7. Серія видань «Світ сучасної водопідготовки» Технологічні рішення. За редакцією Мітченко Т.Є. ВУВТ WATERNET. – Київ, 2021.
8. Толстопалова Н.М., Обушенко Т.І. Теоретичні основи хімії та технології водопідготовки: навчальний посібник для студентів спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» – К: НТУУ «ХПІ», 2016. – 148 с.
9. Фізико-хімічні методи очищення води. Управління водними ресурсами / Під редакцією І.М. Астреліна, Х. Ратнавіри. – К.: «Ніка-Центр», 2015. – 614 с.
10. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод / А. К. Запольський, Н. А. Мішкова-Клименко, І. М. Астрелін та ін. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
11. Технологія зв'язаного азоту: курс лекцій. [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», ОПП «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / А.Л. Концевой, С.А. Концевой ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 293 с.
12. Загальна хімічна технологія / Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. – Львів: Львівська політехніка, 2005. – 552 с.

Розробники програми:

Професор кафедри ТЕХВ

Доцент кафедр ТЕХВ

Доцент кафедри ТЕХВ

Зав. кафедри ТНР, В та ЗХТ

Доцент кафедри ТНР, В та ЗХТ

Ст. викладач кафедри ТНР, В та ЗХТ

Ольга ЛІНЮЧЕВА

Тетяна МОТРОНЮК

Михайло БИК

Тетяна ДОНЦОВА

Ірина КОСОГІНА

Андрій ЛАПІНСЬКИЙ

Програму рекомендовано:

кафедрою технології електрохімічних виробництв

Протокол № 8 від 20 лютого 2025 р.

Завідувач



Олександр БУКЕТ

кафедрою технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології

Протокол № 14 від 31 січня 2025 р.

Завідувач



Тетяна ДОНЦОВА