



Новітні хімічні технології одержання адсорбентів-каталізаторів

Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

Реквізити освітньої компоненти

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Для всіх освітніх програм спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна), заочна / змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>8 кредитів</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	<i>Лекція 2 години на 1 тиждень (1 пара), практичні заняття 2 години на 2 тижні (1 пара), лабораторні роботи 4 години на 2 тижні (2 пари)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.хім. наук, доцент Іваненко І.М.; к.тех.наук, доцент Янушевська О.І. Практичні / Семінарські: к.хім. наук, доцент Іваненко І.М.; к.тех.наук, доцент Янушевська О.І. irinaivanenko@hotmail.com l_rrr@ukr.net</i>

Програма освітньої компоненти

1. Опис освітньої компоненти, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Мета освітньої компоненти. Після засвоєння освітньої компоненти "Новітні хімічні технології одержання адсорбентів-каталізаторів" студент має продемонструвати здатність з широкого кола промислових адсорбентів обирати ті, що найбільш відповідають поставленому завданню очищення стічних вод різного походження, промислових газових і рідких викидів, рекуперації з них цінних компонентів, а також підбирати найбільш ефективні адсорбенти, придатні до роботи за даних технологічних умов.

Студенти після засвоєння освітньої компоненти "Новітні хімічні технології одержання адсорбентів-каталізаторів" мають продемонструвати **знання** властивостей стандартизованої сировини та готової продукції; основні галузі використання готової продукції, виготовленої із стандартизованої сировини; фізико-хімічні основи технологічних процесів, на яких ґрунтуються виробництва кінцевої продукції; норми технологічних параметрів у нормальному робочому режимі; методи підтримання технологічних параметрів у режимі пуску, планової та аварійної зупинки технологічного процесу; можливі неполадки у роботі та способи їхньої ліквідації; перспективні технології виробництва зазначеної продукції та проблеми їх впровадження; основні заходи забезпечення охорони довкілля та створення нормальних екологічних умов у регіонах розміщення виробництв. **Уміння** обґрунтувати значення технологічних режимів виробництва з використанням фізико-хімічних характеристик процесів, на яких ґрунтується технологія; забезпечувати умови дотримання параметрів технології у відповідності зі значеннями нормальної роботи, режимів пуску та зупинки, а також при аварійній зупинці виробництва. **Набути досвід** використання даних про типи,

технічні характеристики, методи дослідження, способи отримання та галузі застосування промислових адсорбентів.

2. Пререквізити та постреквізити освітньої компоненти (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Освітня компонента "Новітні хімічні технології одержання адсорбентів-каталізаторів" займає важливе місце у формуванні світогляду сучасного фахівця спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія і є завершальною в навчанні спеціалістів з хімічних технологій неорганічних речовин. Навчальний матеріал дисципліни "Новітні хімічні технології одержання адсорбентів-каталізаторів" базується на знаннях нормативних дисциплін «Прикладна хімія», «Фізика», «Загальна та неорганічна хімія», «Фізична хімія», «Загальна хімічна технологія», «Процеси і апарати хімічних виробництв», «Хімічна технологія неорганічних речовин».

3. Зміст освітньої компоненти

Надається перелік розділів і тем всієї **освітньої компоненти**.

Тема 1. Структура і фізико-хімічні властивості силікагелів.

Хімічна природа, корпускулярна будова, порувата структура та хімія поверхні силікагелів. Глобулярна будова, скелет силікагелів. Гранулометричний склад, насипна густина, механічна міцність. Класифікація, маркування, отримання та застосування промислових силікагелів. Класифікація, основи маркування, марки промислових силікагелів. Стадії отримання силікагелів. Способи отримання золя кремнієвої кислоти. Промислове отримання гранульованих силікагелів. Застосування різних марок.

Тема 2. Цеоліти або молекулярні сита.

Склад, будова, зовнішній вигляд мінералу цеоліта. Модель утворення структури содаліту. Критичний діаметр простих молекул та розмір адсорбційних площин. Адсорбційні площини шабазіта. Кубооктаедрична структура елементарної комірки фожазіту. Синтетичні цеоліти. Структура та адсорбційні порожнини синтетичних цеолітів. Класифікація синтетичних цеолітів. Розділення *n*-гексана та бензолу на цеолітах. Схема отримання гранульованих цеолітів із зв'язуючими добавками. Цеолітова установка для очистки трансформаторного масла.

Тема 3. Структура активного вугілля.

Хімія поверхні активного вугілля. Визначення, кристалічна структура, зовнішня поверхня, розміри пор та розподіл пор за радіусами у активному вугіллі. Елементний склад активного вугілля. Хімічний склад та властивості поверхневих оксидів. Іонообмінні властивості вугільної поверхні. Окиснене активне вугілля. Методи окиснення вугільної поверхні. Особливості азот- та сірковмісного активного вугілля.

Тема 4. Фізико-хімічні властивості активного вугілля.

Адсорбційна здатність. Адсорбція рідин, газів (парів), мікродомішок. Селективна адсорбція. Катіоно- та аніонообмінна ємність. Каталітична активність. Окисно-відновний та кислотно-основний каталіз. Окисно-відновна дія. Електрохімічні процеси за участю активного вугілля. Електронодонорна функція вугільної матриці. Промислове активне вугілля. Активне вугілля, що виробляється у країнах світу. Форми випуску активного вугілля. Класифікація активного вугілля за формою та розміром часточок. Загальна класифікація промислового активного вугілля. Освітлююче, рекупераційне та газове активне вугілля – властивості, вимоги, марки, технічні характеристики.

Тема 5. Одержання активного вугілля.

Сировинна база. Загальні принципи технологій виробництва активного вугілля. Хімічне та парогазове активування. Вплив вихідної сировини на властивості виробленого сорбенту. Порівняльна характеристика активного вугілля, що одержано на основі різної сировини.

Апаратурне оформлення процесів активування. Печі активації – обертові, шахтні, багатополічні, реактори киплячого шару. Виробництво зерненого та формованого активного вугілля. Загальні принципи та закономірності виробництва зерненого та формованого активного вугілля. Технологія виробництва формованого активного вугілля парогазовим активуванням. Технологія одержання активного вугілля методом хлорцинкової активації. Технологічна схема. Регламент виробництва. Розхідні коефіцієнти. Переваги та недоліки методу хлорцинкової активації. Виробництво активного вугілля медичного призначення.

Тема 6. Регенерація активного вугілля.

Способи та особливості регенерації активного вугілля. Термічне реактивування вуглецевих сорбентів: особливості, умови. Печі реактивування: обертові, поверхові багатополічні, реактори киплячого шару. Реактивування гранульованого та порошкового активного. Установки для реактивування активного вугілля. Технологічні процеси переробки нафтової сировини. Установки атмосферно-вакуумної перегонки нафти. Термічні процеси (віскрекінг, коксування).

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова:

1. Адсорбція, адсорбенти і каталізатори на їх основі [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / І.М. Іваненко, Т.А. Донцова, Ю.М. Феденко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 6,75 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 232 с. Протокол Ради ХТФ №5 від 29.05.2019.
2. Адсорбція, адсорбенти та каталізатори на їх основі. Лабораторний практикум: навчальний посібник для студентів спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / Уклад.: Іваненко І.М., Донцова Т.А., Янушевська О.І. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 108 с.

Додаткова:

1. Теоретичні основи, технологія і обладнання адсорбційних процесів: Розділ 1. Промислові адсорбенти, їх властивості і застосування: Методичні вказівки до практичних занять для студентів спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія / Уклад.: І.М. Іваненко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 36 с. Протокол Ради ХТФ №4 від 24.04.2017.
2. Adsorption, Adsorbents and Catalysts Based on Them [Electronic resource]: Manual for Master students of the specialty 161 Chemical technologies and engineering specialization «Chemical technologies of inorganic substances and water purification» / Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute; redactors: I.M. Ivanenko, T.A. Dontsova, Yu.M. Fedenko. – Electronic text data (1 file: 3,43 Mbyte). – Kyiv : Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Faculty of Chemical Technology, 2019. – 256 p.

Навчальний контент

5. Методика опанування освітньої компоненти

Лекційні заняття

	Дата	Опис заняття
1	1-2 робочий тиждень семестра	Тема 1. Структура і фізико-хімічні властивості силікагелів. Хімічна природа, корпускулярна будова, порувата структура та хімія поверхні силікагелів. Глобулярна будова, скелет силікагелів. Гранулометричний склад, насипна густина, механічна міцність. Класифікація, маркування, отримання та застосування промислових силікагелів. Класифікація, основи маркування, марки промислових силікагелів. Стадії отримання силікагелів. Способи

		<i>отримання золя кремнієвої кислоти. Промислове отримання гранульованих силікагелів. Застосування різних марок.</i>
2	<i>3-4 робочий тиждень семестра</i>	<i>Тема 2. Цеоліти або молекулярні сита. Склад, будова, зовнішній вигляд мінералу цеоліта. Модель утворення структури содаліту. Критичний діаметр простих молекул та розмір адсорбційних площин. Адсорбційні площини шабазіта. Кубооктаедрична структура елементарної комірки фожазіту. Синтетичні цеоліти. Структура та адсорбційні порожнини синтетичних цеолітів. Класифікація синтетичних цеолітів. Розділення n-гексана та бензолу на цеолітах. Схема отримання гранульованих цеолітів із зв'язуючими добавками. Цеолітова установка для очистки трансформаторного масла.</i>
3	<i>5-6 робочий тиждень семестра</i>	<i>Тема 3. Структура активного вугілля. Хімія поверхні активного вугілля. Визначення, кристалічна структура, зовнішня поверхня, розміри пор та розподіл пор за радіусами у активному вугіллі. Елементний склад активного вугілля. Хімічний склад та властивості поверхневих оксидів. Іонообмінні властивості вугільної поверхні. Окиснене активне вугілля. Методи окиснення вугільної поверхні. Особливості азот- та сірковмісного активного вугілля.</i>
4	<i>7-8 робочий тиждень семестра</i>	<i>Тема 4. Фізико-хімічні властивості активного вугілля. Адсорбційна здатність. Адсорбція рідин, газів (парів), мікродомішок. Селективна адсорбція. Катіоно- та аніонообмінна ємність. Каталітична активність. Окисно-відновний та кислотно-основний каталіз. Окисно-відновна дія. Електрохімічні процеси за участю активного вугілля. Електронодонорна функція вугільної матриці. Промислове активне вугілля. Активне вугілля, що виробляється у країнах світу. Форми випуску активного вугілля. Класифікація активного вугілля за формою та розміром часточок. Загальна класифікація промислового активного вугілля. Освітлююче, рекупераційне та газове активне вугілля – властивості, вимоги, марки, технічні характеристики.</i>
5	<i>9-12 робочий тиждень семестра</i>	<i>Тема 5. Одержання активного вугілля. Сировинна база. Загальні принципи технологій виробництва активного вугілля. Хімічне та парогазове активування. Вплив вихідної сировини на властивості виробленого сорбенту. Порівняльна характеристика активного вугілля, що одержано на основі різної сировини. Апаратурне оформлення процесів активування. Печі активації – обертові, шахтні, багатополічні, реактори киплячого шару. Виробництво зерненого та формованого активного вугілля. Загальні принципи та закономірності виробництва зерненого та формованого активного вугілля. Технологія виробництва формованого активного вугілля парогазовим активуванням. Технологія одержання активного вугілля методом хлорцинкової активації. Технологічна схема. Регламент виробництва. Розхідні коефіцієнти. Переваги та недоліки методу хлорцинкової активації. Виробництво активного вугілля медичного призначення.</i>
6	<i>13-15 робочий тиждень семестра</i>	<i>Тема 6. Регенерація активного вугілля. Способи та особливості регенерації активного вугілля. Термічне реактивування вуглецевих сорбентів: особливості, умови. Печі реактивування: обертові, поверхові багатополічні, реактори киплячого шару. Реактивування гранульованого та порошкового активного. Установки для реактивування активного вугілля. Технологічні процеси переробки</i>

		нафтової сировини. Установки атмосферно-вакуумної перегонки нафти. Термічні процеси (віскрекінг, коксування).
7	16-17 робочий тиждень семестра	Тема 7. Каталітичні процеси переробки нафтової сировини. Каталітичний крекінг. Каталітичний риформінг. Гідро крекінг та гідро очистка нафтових фракцій. Алкілування. Ізомеризація парафінових вуглеводнів. Полімеризація. Очистка світлих нафтопродуктів. Виробництво водню. Виробництво кисеньвмісних добавок. Елементний склад нафти та її попередників (прекурсорів); теорії органічного та неорганічного походження нафти у природі.
9	18 робочий тиждень семестра	Написання МКР

Практичні заняття

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи
1	Ізотерма адсорбції Ленгмюра	Побудова ізотерм адсорбції та визначення констант рівняння ізотерми адсорбції Ленгмюра. Розрахунок питомої площі поверхні адсорбенту за ізотермою адсорбції певної речовини.
3	Ізотерма адсорбції BET	Побудова ізотерм адсорбції та визначення констант рівняння ізотерми адсорбції BET. Розрахунок питомої площі поверхні адсорбенту за ізотермою адсорбції певної речовини.
5	Криві капілярної конденсації	Розрахунок і побудова кривих капілярної конденсації, інтегральної та диференціальної кривої розподілу об'єму пор адсорбенту за радіусами.
6	Адсорбційна ємність поруватих матеріалів	Структура та фізико-хімічні властивості вуглецевих адсорбентів. Визначення величини адсорбції різноманітних газоподібних і рідких речовин на промислових зразках активованого вугілля з певними характеристиками та порівняння їх адсорбційної здатності.
7	Матеріальний баланс виробництва вуглецевих адсорбентів методом парогазової активації	Розрахунок матеріального балансу виробництва деревного активного вугілля методом парогазової активації. Визначення основних конструктивних характеристик та розрахунок робочого об'єму печей активації.
9	Домашня контрольна робота	Перевірка та захист ДКР

Лабораторні роботи

Метою лабораторних робіт є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях, а також придбання практичних навичок за темами освітньої компоненти. Передбачається також самостійна робота з літературними джерелами в ході вивчення освітньої компоненти "Новітні хімічні технології одержання адсорбентів-каталізаторів". Для цього на лабораторних заняттях детально приділяється увага не тільки напрацюванню практичних навичок, але й придбання досвіду в області адсорбційних матеріалів.

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи
1	Визначення сумарного об'єму пор та граничного об'єму адсорбційного простору вуглецевих	Експериментальне визначення та розрахунок сумарного об'єму пор за адсорбцією парів бензолу та граничного об'єму адсорбційного простору за адсорбцією водяних парів відомих промислових та власноруч синтезованих вуглецевих адсорбентів-каталізаторів

	<i>адсорбентів-катализаторів</i>	
3	<i>Дослідження об'ємів пор та питомої площі поверхні адсорбентів-катализаторів</i>	<i>Вимірювання адсорбції ізопропанолу та розрахунок об'ємів пор та питомої площі поверхні адсорбентів-катализаторів за отриманими експериментальними даними</i>
5	<i>Вивчення властивостей поверхні адсорбентів-катализаторів</i>	<i>експериментальне визначення статичної та динамічної обмінної ємності, точки нульового заряду, рН поверхні та вмісту поверхневих функціональних груп відомих промислових та власноруч синтезованих адсорбентів-катализаторів</i>
7	<i>Методи випробовування адсорбентів-катализаторів</i>	<i>Дослідження фізичної адсорбції барвників катіонної та аніонної природи на поверхні поруватих адсорбентів-катализаторів за методиками ДСТУ; розрахунок їх стандартних характеристик за отриманими даними</i>
9	<i>Ізотерми адсорбції карбонових кислот</i>	<i>Дослідження фізичної адсорбції карбонових кислот на поверхні поруватих адсорбентів-катализаторів, побудова і аналіз отриманих ізотерм сорбції</i>
11	<i>Катализатор генерування водню на основі Ni-, Co-шпінелі</i>	<i>Синтез Ni-, Co-шпінелей методом співосадження та дослідження їх структурно-адсорбційних характеристик (площа поверхні, розподіл пор за радіусом) та каталітичної активності в процесі генерування водню шляхом гідролізу борогідриду натрію</i>
13	<i>Синтез і дослідження фотокатализатора на основі TiO₂</i>	<i>Синтез TiO₂ методом низькотемпературного гідролізу та дослідження його фотокаталітичної активності в процесі розкладання аніонного та катіонного барвників</i>
15	<i>ZnO фотокатализатор: отримання та характеристика</i>	<i>Синтез ZnO методом осаження, дослідження кислотно-основних властивостей його поверхні методом титрування за Гаметом та фотокаталітичної активності в процесі розкладання диклофенаку натрію</i>
17	<i>Підсумкове заняття</i>	<i>До відома студентів доводиться кількість балів, яку вони набрали впродовж семестру</i>

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, проведення розрахунків на практичних заняттях, обробку експериментальних даних і оформлення звітів з лабораторних робіт, виконання і підготовка до захисту ДКР, підготовку до захисту лабораторних і практичних завдань, підготовку до екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

<i>Вид СРС</i>	<i>Кількість годин на підготовку</i>
<i>Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу</i>	<i>18 годин</i>
<i>Підготовка до практичних занять, проведення розрахунків, підготовка звітів</i>	<i>36 годин</i>
<i>Підготовка до виконання, обробка експериментальних даних і оформлення звітів з лабораторних робіт</i>	<i>54 години</i>
<i>Виконання та підготовка до захисту ДКР</i>	<i>10 годин</i>
<i>Підготовка до МКР</i>	<i>2 години</i>
<i>Підготовка до екзамену</i>	<i>30 годин</i>

7. Політика освітньої компоненти

У звичайному режимі роботи університету лекції та практичні заняття проводяться в навчальних аудиторіях, а лабораторні роботи – в лабораторіях корпусу 4. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій та практикумів є обов'язковим.

На початку кожної лекції проводиться опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms). Перед початком чергової теми лектор може надсилати питання із застосуванням інтерактивних засобів з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою та підвищення зацікавленості.

Правила захисту лабораторної роботи:

1. До захисту допускаються студенти, які правильно виконали обробку експериментальних даних (при неправильно виконаних розрахунках їх слід усунути).
2. Захист відбувається за графіком, зазначеним у п.5 за індивідуальними завданнями.
3. Після перевірки завдання викладачем на захист виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.

Правила призначення заохочувальних балів:

1. За модернізацію робіт нараховується від 1 до 5 заохочувальних балів;
2. За виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни нараховується від 1 до 5 заохочувальних балів;
3. За активну роботу на лекції нараховується до 0,5 заохочувальних балів (але не більше 10 балів на семестр).

Політика дедлайнів та перескладань: визначається п. 8 Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського

Політика щодо академічної доброчесності: визначається політикою академічної чесності та іншими положеннями Кодексу честі університету.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Види контролю встановлюються відповідно до Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського:

1. Поточний контроль: опитування на лекціях, виконання та захист практичних та лабораторних заняттях, МКР, захист ДКР.
2. Семестровий контроль: письмовий екзамен.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується, виходячи із 100-бальної шкали, з яких 50 балів складає стартова шкала (протягом семестру) і 50 балів складає відповідь на Екзамені.

Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- роботу на практичних заняттях (8 тем занять);
- роботу на лабораторному практикумі (8 тем занять)
- написання модульної контрольної роботи (МКР);
- виконання та захист домашньої контрольної роботи (ДКР).

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Робота на практичному занятті:

- бездоганна робота – 2 бали;
- є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 1,5 бали;
- є недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 1 бал.

Робота не виконана або не захищена – 0 балів.

2.2. Робота на лабораторному практикумі:

- *бездоганна робота – 2 бали;*
- *є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 1,5 бали;*
- *є недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 1 бали.*
- *Робота не виконана або не захищена – 0 балів.*

Виконання роботи:

- *робота виконана повністю і вірно протягом відведеного часу – 2 бали;*
- *робота виконана майже повністю і вірно протягом відведеного часу або має непринципові неточності – 1,5 балів;*
- *робота виконана більше ніж наполовину протягом відведеного часу – 1,0 балів;*
- *робота виконана протягом відведеного часу менше, ніж наполовину, результати роботи містять грубі помилки, відсутність виконання роботи – 0 балів.*

Якість захисту роботи:

- *студент вірно і повністю виконав всі надані до захисту завдання (відповів на запитання) – 2 бали;*
- *студент вірно виконав всі надані для захисту завдання, але допустив несуттєві неточності – 1,5 бали;*
- *студент при виконанні завдання (відповідях на запитання) допустив ряд суттєвих неточностей – 1 бал;*
- *студент при виконанні завдання (відповідях на запитання) допустив суттєві неточності – 0 балів.*

2.3. Модульний контроль.

Ваговий бал – 9 балів. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- *повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9-8,1 балів;*
- *достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 8,0-6,8 балів;*
- *неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6,7-5,4 балів;*
- *незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.*

2.4. Домашня контрольна робота.

Ваговий бал – 9 балів. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- *творчо виконана робота, виконані всі вимоги до роботи – 9 – 6,4 балів;*
- *роботу виконано з незначними недоліками, виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки – 6,3 – 4 балів;*
- *роботу виконано з певними помилками, є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – 3,9 – 1,6 балів;*
- *роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 балів.*

Максимальна сума балів, яку студент може набрати протягом семестру, складає 50 балів:

$$RC = r_{пр} + r_{лр} + r_{дкр} + r_{мкр} = 16+16+9+9= 50 \text{ балів}$$

Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних та практичних занять, написання МКР, виконання та захист домашньої контрольної роботи та кількість рейтингових балів не менше 30.

Екзаменаційний білет містить два теоретичних запитання (завдання) і одне розрахункове. Кожне запитання (завдання) оцінюється за такими критеріями: кожне теоретичне питання оцінюється у 15 балів, а розрахункове – 20 балів. Система оцінювання теоретичних питань: – «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 13-15 балів; – «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 11-12 балів; – «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної

інформації та деякі помилки) – 9-10 балів; – «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів. Система оцінювання розрахункове запитання: – «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання – 18-20 балів; – «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями – 15-17 балів; – «задовільно», завдання виконане з певними недоліками – 12-14 балів; – «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів. Таблиця відповідності отриманих балів впродовж семестру та на екзамені оцінкам за університетською шкалою:

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Вимоги до оформлення і перелік тем ДКР, перелік запитань до МКР та екзамену наведені в Електронному Кампусі КПІ.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент, канд. хім. наук

Іваненко Ірина Миколаївна

Ухвалено кафедрою ТНР В та ЗХТ (протокол №22 від 29.06.2022)

Погоджено Методичною комісією ХТФ (протокол №10 від 23.06.2022)