

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Хіміко-технологічний факультет**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан хіміко-технологічного
факульту

_____ Астрелін І.М.
(підпис) (ініціали, прізвище)

« ____ » _____ 2018 р.

_____ (підпис) _____ (ініціали, прізвище)

« ____ » _____ 20__ р.

**Теоретичні основи хімічної технології неорганічних
речовин**
(назва кредитного модуля)

**РОБОЧА ПРОГРАМА
кредитного модуля**

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

спеціальність 161-хімічні технології та інженерія

освітня програма хімічні технології та інженерія
(ОПП/ОНП, назва)

спеціалізація хімічні техногії неорганічних речовин та водоочищення

форма навчання денна

Ухвалено методичною комісією
Хіміко-технологічного
факультету

Протокол від 21.06.2018 р. № 6

Голова методичної комісії

_____ Сангінова О.В.
(підпис) (ініціали, прізвище)

« ____ » _____ 20__ р.

Київ – 2018

Робоча програма кредитного модуля «Теоретичні основи хімічної основи хімічної технології неорганічних речовин»

(назва кредитного модуля)

складена відповідно до програми навчальної дисципліни «Теоретичні основи хімічної основи хімічної технології неорганічних речовин»

(назва навчальної дисципліни та код за ОП)

Розробники робочої програми:

Доцент , к.х.н. Супрунчук В.І.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Робочу програму затверджено на засіданні кафедри

Технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології

(повна назва кафедри)

Протокол від «13» червня 2018 року № 13

в.о. завідувача кафедри

_____ Толстопалова Н.М.

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«__» _____ 20__ р.

1. Опис кредитного модуля

Рівень ВО, спеціальність, освітня програма, форма навчання	Загальні показники	Характеристика кредитного модуля
Рівень ВО <i>перший (бакалаврський)</i>	Назва дисципліни <i>Теоретичні основи хімічної технології неорганічних речовин</i>	Лекції 36 год.
Спеціальність <i>161-хімічні технології та інженерія</i>	Цикл <i>Професійної підготовки</i>	Практичні (семінарські) 54 год.
Освітня програма <i>Хімічні технології та інженерія</i>	Статус кредитного модуля <i>Вибірковий, за вибором студентів</i>	Лабораторні роботи _____ год.
		Самостійна робота 90 год., у тому числі на виконання індивідуального завдання 20 год.
Спеціалізація <i>Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення</i>	Семестр 6	Індивідуальне завдання <i>РР</i>
Форма навчання <i>денна</i>	Кількість кредитів (годин) <i>6 (180 годин)</i>	Вид та форма семестрового контролю <i>екзамен усний</i>

Кредитний модуль «Теоретичні основи хімічної технології неорганічних речовин» належить до Професійної складової дисципліни вільного вибору студентів. Кредитний модуль «Теоретичні основи хімічної технології неорганічних речовин» займає важливе місце у формуванні професійного світогляду сучасного фахівця з хімічної технології. Навчальний матеріал кредитного модуля «Теоретичні основи хімічної технології неорганічних речовин» базується на знаннях нормативних дисциплін «Прикладна хімія», «Фізика», «Математика», «Загальна та неорганічна хімія», «Фізична хімія», а також формує базу для подальшого вивчення профільюючих дисциплін, таких як «Загальна хімічна технологія», «Процеси і апарати хімічних виробництв», «Основи проектування хімічних виробництв», «Хімічна технологія неорганічних речовин», «Сучасне обладнання технологічних процесів галузі».

Окрім вивчення фізико – хімічного обґрунтування процесів хімічної технології неорганічних речовин є нагальна потреба в ранньому ознайомленні студентів молодших курсів бакалаврату з типовими фізико – хімічними, тепловими і механічними процесами в технології неорганічних речовин. На цій стадії навчання студенти, які паралельно вивчають дисципліни «Фізична хімія» і «Процеси та апарати хімічної технології», мають можливість наочно пересвідчитися в практичному прикладанні теоретичних знань та умінь до реальних об'єктів і до вирішення ряду реальних проблем їхньої майбутньої спеціальності.

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ КРЕДИТНОГО МОДУЛЯ

2.1. Мета кредитного модуля.

Метою вивчення кредитного модуля є опанування студентами специфічних методів термодинамічного аналізу процесів хімічної технології неорганічних речовин які сприяють глибокому розумінню суті перетворення сировини в цільову продукцію і дозволяють спеціалістам-експлуатаційникам правильно оцінювати коливання значень оптимальних технологічних режимів, не допускаючи їх перехід у важко регульовану фазу і попереджуючи таким чином несанкціоновані зупинки виробництва, а тим паче аварійні ситуації.

2.2. Основні завдання кредитного модуля.

Студенти після засвоєння кредитного модуля «Теоретичні основи хімічної технології неорганічних речовин» мають продемонструвати такі результати навчання:

- **знання:** сукупності фізико-хімічних властивостей реагентів, які впливають на перебіг технологічного процесу та інтервалу зміни їх значень при індивідуальному та сукупному варіюванні параметрів технологічного процесу; сукупності фізико-хімічних властивостей процесів, на яких ґрунтуються технологічні режими виробництва та інтервали і напрямки їх зміни при індивідуальному та сукупному варіюванні параметрів технологічного процесу; методів обґрунтування та розрахунку значень технологічних режимів процесів хімічної технології неорганічних речовин;

-**уміння:** обчислити значення величин, що характеризують ступінь глибини проходження технологічного процесу стосовно кожного компонента з використанням стехіометричних закономірностей; обчислити значення термодинамічних величин, що використовуються для розрахунку матеріального та теплового балансу процесу, в тому числі в реальних газових системах та при дефіциті довідкових даних; складати різними методами розрахункові рівняння для обчислення рівноважного виходу цільового продукту стосовно конкретного процесу ХТНР за участю газової фази; складати розрахункові рівняння для обґрунтування технологічних режимів проведення нейтралізаційно-осаджувальних та хемо-абсорбційних процесів ХТНР; визначити розрахунковими методами значення технологічних режимів, що відповідають максимальному ступеню перетворення вихідної сировини та максимальній енерготехнологічності процесу;

-**досвід:** застосовувати основні фізико-хімічні методи аналізу й оцінки стану хіміко-технологічних систем; сучасні уявлення про механізм і принципи хімічних перетворень речовин і перетворення енергії в них; базові уявлення про ознаки, параметри, характеристики, властивості гомогенних та гетерогенних систем, розчинів електролітів і неелектролітів; асоційованого використання професійно профільованих знань і умінь для аналізу особливостей хімічного процесу в проектних розробках хіміко-технологічного процесу.

3. СТРУКТУРА КРЕДИТНОГО МОДУЛЯ

Назви розділів і тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Практичні заняття	СРС
Тема 1. Матеріальний і тепловий баланс процесів ХТНР. Стехіометричні розрахунки процесів ХТНР.	24	6	10	8
Тема 2. Обґрунтування та розрахунок термодинамічних режимів проведення процесів ХТНР за участю газової фази	32	14	10	8
Контрольна робота з теми 1, 2	4		2	2
Тема 3. Реальні гази в процесах ХТНР	40	10	14	16
Тема 4. Обґрунтування та розрахунок режимів проведення процесів ХТНР у водних розчинах	34	6	16	12
Контрольна робота з теми 3,4	4		2	2
Розрахункова робота	12			12
Екзамен	30			30
Всього	180	36	54	90

4. ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Вступ. Мета і задачі дисципліни ТОХТНР. Специфіка процесів ХТНР. Класифікація процесів ХТНР по типу реакцій. Хімічна концепція процесів ХТНР. Література: [1,2]. <i>Завдання на СРС:</i> Вимоги до сучасного хіміко-технологічних систем ХТНР.
2	Матеріальний та тепловий (енергетичний) баланс хіміко-технологічного процесу. Фізико-хімічні величини і поняття, що використовуються для розрахунку теплового балансу процесу. Фізична теплота речовини. Теплота хімічної реакції, розчинення, нейтралізації, згоряння, фазового переходу. Література: [1,2]. <i>Завдання на СРС:</i> Теплота фазового переходу [1,2].
3	Величини, що характеризують ступінь проходження технологічного процесу. Розрахунок ступенів перетворення з використанням понять: кількість речовини (моль), об'ємно-молекулярна концентрація, молярна частка, парціальний тиск. Розрахунок ступеня перетворення в системах зі змінною кількістю молів. Література: [1,2, 4].

	<i>Завдання на СРС:</i> Розрахунок степеня перетворення з використанням поняття об'ємна частка [1,2, 4].
4	<p>Стехіометричний закон. Поняття глибини проходження реакції (міра реакції). Рівняння зв'язку між кількістю реагуючих компонентів вихідної сировини і продуктів реакції. Границі зміни значення ступеня перетворення компонентів реакції.</p> <p>Література: [1,2, 4]</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> . Взаємозв'язок між ступенями перетворення вихідної сировини та продуктів реакції в стехіометричній та нестехіометричній суміші. [1,2, 4]</p>
5	<p>Термодинамічні умови проведення процесів ХТНР. Термодинамічний аналіз – перший етап створення нових та удосконалених діючих систем ХТНР. Реалізація умов ізольованої, закритої та відкритої термодинамічної системи в умовах промислового виробництва ХТНР. Обчислення термодинамічних величин при дефіциті довідкових даних.</p> <p>Література: [1-4].</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Порівняльні методи обчислення термодинамічних величин [1-4].</p>
6	<p>Умови термодинамічної та хімічної рівноваги. Константа рівноваги як кількісна характеристика глибини проходження технологічного процесу. Рівняння ізотерми хімічної реакції.</p> <p>Література: [1-4].</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Роль стандартної температури і стандартного тиску при обчисленні енергії Гібса і константи хімічної рівноваги. [1-4].</p>
7	<p>Рівноважний вихід цільового продукту як критерій досконалості технологічного процесу. Концентраційні умови проведення газофазних процесів ХТНР. Методи обчислення рівноважного виходу цільового продукту, які використовуються в практиці проектування та експлуатації процесів ХТНР. Вихідні дані для розрахунку рівноважного виходу. Вибір базового компоненту. Вибір типу концентрації для складання розрахункового рівняння. Визначення рівноважної концентрації реактантів та рівноважної суми концентрацій реактантів через базовий компонент.</p> <p>Література: [1-3].</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Узгодження одиниці стандартного тиску константи рівноваги з одиницею тиску в реакторі [1-3].</p>
8	<p>Методика складання розрахункових рівнянь з використанням поняття ступеня перетворення. Методика складання розрахункового рівняння з використанням поняття міри реакції..</p> <p>Література: [1,3,4].</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Матеріальний баланс атомів елементів – складових частин реактантів при здійсненні хімічного процесу [1,3,4].</p>
9	<p>Складання часткових матеріальних балансів атомів елементів в стані рівноваги хімічного процесу. Система рівнянь часткових матеріальних балансів атомів елементів і концентраційного виразу константи рівноваги. Умови рішення системи рівнянь (приклад). Методика складання розрахункового рівняння з використанням стехіометричного балансу кількості молів реактантів в стані рівноваги..</p> <p>Література: [1-3].</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Визначення рівноважного складу реакційної суміші в системах без і зі зміною кількості молів в ході процесу[1,3].</p>

10, 11	<p>Складні послідовні та послідовно-паралельні оборотні (рівноважні) процеси в ХТНР. Принцип незалежності складних паралельних та послідовно-паралельних реакцій. Вихідні дані для розрахунку складних оборотних процесів. Вибір базових рівнянь та базових компонентів для розрахунку рівноважної суміші реагентів складних процесів. Системи алгебраїчних рівнянь утворених за принципом незалежності складних оборотних процесів. Використання понять ступінь перетворення, міра реакції та стехіометричного балансу молів реагентів для складання системи розрахункових рівнянь складних оборотних процесів. Використання часткових матеріальних балансів атомів елементів для складання системи розрахункових рівнянь складних оборотних процесів. Особливості розрахункових рівнянь для оборотних процесів за участю твердої фази.</p> <p>Література: [1-4].</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Використання поняття міра реакції для складання системи рівнянь складних оборотних процесів [1-4].</p>
12	<p>Процеси ХТНР, які проводяться при високому тиску. Рівняння стану реальних газів і межі їх застосування в технологічних розрахунках. Використання рівнянь стану реальних газів для розрахунку властивостей суміші реальних газів. Закон відповідних станів і його застосування для розрахунку властивостей реальних газів. Приведені параметри газів. Критичні параметри газів. Псевдокритичні параметри суміші газів. Псевдоприведені параметри суміші газів.</p> <p>Література: [1-6].</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Коефіцієнт стисливості газів, ступінь стисливості газів і їх взаємозв'язок [1-6].</p>
13	<p>Термодинамічні властивості реальних газів і їх залежність від температури та тиску. Диференціальні рівняння термодинаміки, що використовуються для розрахунку властивостей реальних газів. Параметри технологічних процесів і незалежні змінні диференціальних рівнянь термодинаміки. Залежність ентальпії, ентропії, внутрішньої енергії, теплоємності реальних газів від тиску і температури.</p> <p>Література: [1-6]</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Взаємозв'язок ізобарної та ізохорної теплоємності реальних газів [1-6].</p>
14	<p>Дроселювання реальних газів. Диференціальний коефіцієнт дроселювання. Температура інверсії. Розрахунок зміни температури дроселювання реальних газів. Використання T-S, T-i, T-V діаграм для визначення коефіцієнтів дроселювання та температури інверсії. Ізоентропійне розширення реального газу. Коефіцієнт ізоентропійного розширення газу. Розрахунок зміни температури газу при ізоентропійному розширенні.</p> <p>Література: [1-6].</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Розрахунок значення термодинамічних функцій реальних газів методом інтегрування диференціальних рівнянь термодинаміки [1-6].</p>
15	<p>Процеси ХТНР, які здійснюються за участю водних розчинів, термодинамічне обґрунтування технологічних параметрів їх проведення. Поняття, які використовуються для складання розрахункових рівнянь, що кількісно описують характеристики процесів у розчинах. Вплив кислотності (активності іонів водню) на здійснення процесів у розчинах. Умова рівноваги (умова закону діючих мас) і використання її для складання розрахункових рівнянь.</p> <p>Література: [1,2, 7].</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Умова матеріального балансу за центральними іонами в розчині. Рівняння матеріального балансу за іонами водню в розчині [1,2, 7].</p>
16	<p>Складання розрахункових рівнянь для обчислення концентрації іонно-</p>

	<p>молекулярних часток в розчині в разі самочинного установлення рівноваги в розчині. Рівноважні перетворення у водних розчинах при наявності твердої фази. Добуток розчинності (ДР) як кількісний фактор рівноваги в розчині в присутності твердої фази. Використання умов рівноваги, матеріального балансу за центральним атомом та іонами водню в складанні розрахункових рівнянь для обчислення розчинності твердої фази в умовах примусової та самочинноустановленої рівноважної концентрації іонів водню в розчині.</p> <p>Література: [1,2, 7].</p> <p>Завдання на СРС :Умова електронейтральності в розчині і використання її для складання рівняння матеріального балансу за іонами водню [1,2, 7].</p>
17-18	<p>Обчислення розчинності твердої фази в технологічних розчинах в присутності одноіменних іонів. Сульфатний режим одержання ЕФК. Аналіз нейтралізаційно-осаджувальних методів переробки фосфатвмісної сировини. Рівноважні процеси за участю газової фази та водного розчину.</p> <p>Література: [1,2, 7]</p> <p>Завдання на СРС : Абсорбційна ємність поглинача при перебігу хімічної реакції в розчині [1,2, 7].</p>

5. ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

Основні завдання циклу практичних занять з кредитного модуля "Теоретичні основи хімічної технології неорганічних речовин" є закріплення теоретичних знань, що набуті на лекціях та при самостійній роботі, для вирішення конкретних практичних завдань та прикладів з фахового напрямку. Для цього на практичних заняттях детально вивчаються: розрахунки фізико-хімічні властивостей компонентів сировини, готового продукту при різних температурах та тисках; обґрунтування та розрахунок значення технологічних параметрів; обчислення оптимальних режимів проведення процесів.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<p>Стехіометричні розрахунки. Взаємозв'язок ступенів перетворення та кількості сировини і продуктів за стехіометричними рівняннями.</p> <p>Література: [1,2,4]</p> <p>Завдання на СРС: Опанувати використання математичного виразу стехіометричного закону для стехіометричних розрахунків [1,2,4].</p>
2-3	<p>Розрахунок рівноважного виходу продукту газофазної реакції з використанням понять ступінь перетворення.</p> <p>Література: [1,2,9]</p> <p>Завдання на СРС: Опанувати використання математичного виразу стехіометричного закону для складання рівнянь розрахунку рівноважного значення ступеня перетворення [1,2,9] .</p>
4-5	<p>Розрахунок рівноважного виходу продукту газофазної реакції з використанням поняття міра реакції.</p> <p>Література: [1,9]</p> <p>Завдання на СРС: Опанувати використання математичного виразу стехіометричного закону для складання рівнянь розрахунку рівноважного значення міри реакції [1,9].</p>
6-7	Розрахунок рівноважного виходу продукту газофазної реакції з використанням

	методу балансу кількості атомів елементів речовин компонентів реакції. <i>Література:</i> [1,8,9] <i>Завдання на СРС:</i> Опанувати методику складання розрахункового рівняння з використанням балансу кількості атомів [1,8,9].
8-9	Розрахунок рівноважного виходу продукту газофазної реакції з використанням методу балансу кількості молів речовини. <i>Література:</i> [1,2,8,9] <i>Завдання на СРС:</i> Опанувати методику складання розрахункового рівняння кількості молів речовини [1,2,8,9].
10	Обчислення ентальпії газових компонентів сировини і продуктів хіміко-технологічного процесу при зміні температури і тиску реального газу. <i>Література:</i> [1,2,8,9] <i>Завдання на СРС:</i> Опанувати використання диференціальних рівнянь термодинаміки для обчислення ентальпії реального газу [1,2,8,9].
11-12	Обчислення ентропії газових компонентів сировини і продуктів хіміко-технологічного процесу при зміні температури і тиску реального газу. <i>Література:</i> [1,4,5,6,9] <i>Завдання на СРС:</i> Опанувати використання диференціальних рівнянь термодинаміки для розрахунку ентропії реального газу [1,4,5,6,9].
13-14	Розрахунок внутрішньої енергії газових компонентів сировини і продуктів хіміко-технологічного процесу при зміні температури і тиску реального газу. <i>Література:</i> [1,4,5,6,9] <i>Завдання на СРС:</i> Опанувати використання диференціальних рівнянь термодинаміки для розрахунку внутрішньої енергії реального газу [1,4,5,6,9].
15-16	Обчислення теплоємності газових компонентів сировини і продуктів хіміко-технологічного процесу при зміні температури і тиску реального газу <i>Література:</i> [1,4,5,6,9] <i>Завдання на СРС:</i> Опанувати використання диференціальних рівнянь термодинаміки для розрахунку теплоємності реального газу [1,4,5,6,9].
17-18	Обчислення значення константи рівноваги газофазного ХТП за участю реального газу. <i>Література:</i> [1,4,5,6,9] <i>Завдання на СРС:</i> Опанувати методику використання коефіцієнту фугітивності для обчислення константи рівноваги [1,4,5,6,9].
19	Розрахунок зміни температури при дроселюванні реального газу. <i>Література:</i> [1,4,5,6,9] <i>Завдання на СРС:</i> Опанувати методику інтегрування рівняння зміни температури при дроселюванні реального газу [1,4,5,6,9].
20	Розрахунок зміни температури при ізентропійному розширенні ідеального та реального газу. <i>Література:</i> [1,4,5,6,9] <i>Завдання на СРС:</i> Опанувати методику використання диференціальних рівнянь термодинаміки для розрахунку зміни температури в ізентропійному процесі [1,4,5,6,9].
21	Обчислення іонного складу технологічного розчину у випадку примусового і контролюемого установлення кислотності технологічного розчину. <i>Література:</i> [1,3,9] <i>Завдання на СРС:</i> Опанувати методику використання матеріального балансу за центральним атомом для складання розрахункових рівнянь [1,3,9].
22	Розрахунок іонного складу технологічного розчину при самочинному установленні рівноваги в розчині. <i>Література:</i> [1,3,9]

	<i>Завдання на СРС:</i> Опанувати методику використання матеріального балансу за іонами водню для складання розрахункових рівнянь [1,3,9].
23	Розрахунок іонного складу технологічного розчину у випадку примусового і контрольованого установленні кислотності технологічної системи в присутності твердої фази. <i>Література:</i> [1,3,9] <i>Завдання на СРС:</i> Опанувати методику використання добутку розчинності для складання розрахункових рівнянь [1,3,9].
24-25	Розрахунок іонного складу технологічного розчину при самочинному установленні рівноваги технологічної системи в присутності твердої фази. <i>Література:</i> [1,3,9] <i>Завдання на СРС:</i> Опанувати методику використання балансу за іонами водню для складання розрахункового рівняння визначення розчинності твердої фази . [1,3,9]
26	Обчислення іонного складу технологічної системи при розчиненні твердого компонента в розчині з одноіменним катіоном або аніоном при встановленій і контрольованій кислотності розчину. <i>Література:</i> [1,3,9] <i>Завдання на СРС:</i> Опанувати методику використання балансу за центральним атомом для розрахунку розчинності твердої фази в присутності стороннього катіону або аніону для визначення розчинності твердої фази [1,3,9].
27	Обчислення іонного складу технологічної системи при розчиненні твердого компонента в розчині з одноіменним катіоном або аніоном при самочинному встановленні рівноваги. <i>Література:</i> [1,3,9] <i>Завдання на СРС:</i> Опанувати методику використання матеріального балансу за іонами водню для визначення розчинності твердої фази при самочинному встановленні рівноваги [1,3,9].

6. ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ (КОМП'ЮТЕРНИЙ ПРАКТИКУМ)

Згідно навчального плану лабораторних занять (комп'ютерного практикуму) з кредитного модулю "Теоретичні основи хімічної технології неорганічних речовин" не передбачено

7. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Вимоги до сучасного хіміко-технологічних систем ХТНР	1
2	Теплота фазового переходу	1
3	Розрахунок степеня перетворення з використанням поняття об'ємна частка	1
4	Взаємозв'язок між ступенями перетворення вихідної сировини та продуктів реакції в стехіометричній та нестехіометричній суміші	1
5	Порівняльні методи обчислення термодинамічних величин	1
6	Роль стандартної температури і стандартного тиску при обчисленні енергії Гібса і константи хімічної рівноваги	1
7	Узгодження одиниці стандартного тиску константи рівноваги з	1

	одиницею тиску в реакторі	
8	Матеріальний баланс атомів елементів – складових частин реагентів при здійсненні хімічного процесу	1
9	Визначення рівноважного складу реакційної суміші в системах без і зі зміною кількості молів в ході процесу	1
10	Використання поняття міра реакції для складання системи рівнянь складних оборотних процесів	1
11	Коефіцієнт стисливості газів, ступінь стисливості газів і їх взаємозв'язок	1
12	Взаємозв'язок ізобарної та ізохорної теплоємності реальних газів	1
13	Розрахунок значення термодинамічних функцій реальних газів методом інтегрування диференціальних рівнянь термодинаміки	1
14	Умова матеріального балансу за центральними іонами в розчині. Рівняння матеріального балансу за іонами водню в розчині	1
15	Умова електронейтральності в розчині і використання її для складання рівняння матеріального балансу за іонами водню	3
16	Абсорбційна ємність поглинача при перебігу хімічної реакції в розчині	2
17	Опанувати використання математичного виразу стехіометричного закону для стехіометричних розрахунків	1
18	Опанувати використання математичного виразу стехіометричного закону для складання рівнянь розрахунку рівноважного значення степеня перетворення	2
19	Опанувати використання математичного виразу стехіометричного закону для складання рівнянь розрахунку рівноважного значення міри реакції	2
20	Опанувати методику складання розрахункового рівняння з використанням балансу кількості атомів	2
21	Опанувати методику складання розрахункового рівняння кількості молів речовини	2
22	Опанувати використання диференціальних рівнянь термодинаміки для розрахунку ентропії реального газу	2
23	Опанувати використання математичного виразу стехіометричного закону для складання рівнянь розрахунку рівноважного значення міри реакції	1
24	Опанувати використання диференціальних рівнянь термодинаміки для обчислення ентальпії реального газу	2
25	Опанувати використання диференціальних рівнянь термодинаміки для розрахунку внутрішньої енергії реального газу.	1
26	Опанувати використання диференціальних рівнянь термодинаміки для розрахунку теплоємності реального газу	2
27	Опанувати методику використання коефіцієнту фугітивності для обчислення константи рівноваги	2
28	Опанувати методику інтегрування рівняння зміни температури при дроселюванні реального газу	2
29	Опанувати методику використання диференціальних рівнянь термодинаміки для розрахунку зміни температури в ізоентропійному процесі	1
30	Опанувати методику використання матеріального балансу за центральним атомом для складання розрахункових рівнянь	1
31	Опанувати методику використання матеріального балансу за іонами	1

	водню для складання розрахункових рівнянь.	
32	Опанувати методику використання добутку розчинності для складання розрахункових рівнянь.	1
34	Опанувати методику використання балансу за іонами водню для складання розрахункового рівняння визначення розчинності твердої фази	1
35	Опанувати методику використання балансу за центральним атомом для розрахунку розчинності твердої фази в присутності стороннього катіону або аніону для визначення розчинності твердої фази	1
36	Опанувати методику використання матеріального балансу за іонами водню для визначення розчинності твердої фази при самочинному встановленні рівноваги.	1
37	Виконання Розрахункової роботи	12
38	Підготовка до екзамену	30
	Всього	90

8. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Метою індивідуальних завдань кредитного модулю "Теоретичні основи хімічної технології неорганічних речовин" є стимулювання студентів до самостійного осмислення теоретичного і фактичного матеріалу, самостійного виконання навчальних завдань, формування вміння пошуку та аналізу інформації з програмного матеріалу (в т. ч. з використанням Internet) і творчого, продуктивного, обґрунтованого рішення задач, наближених до реальних фахових ситуацій.

9. КОНТРОЛЬНІ РОБОТИ

Метою контрольних робіт з дисципліни "Теоретичні основи хімічної технології неорганічних речовин" є не тільки закріплення теоретичних знань, що набуті на лекціях та при самостійній роботі, а й їх практичне застосування при виконанні навчальних завдань, наближених до реальних фахових ситуацій.

За навчальним планом передбачено проведення однієї МКР, яку розділено на дві контрольні роботи, з огляду більш раціональної організації контролю знань.

Теми 1,2. КР №1. Стехіометричні розрахунки процесів ХТНР. Обґрунтування та розрахунок термодинамічних режимів проведення процесів ХТНР за участю газової фази

Теми 3,4. КР №2. Реальні гази в процесах ХТНР. Обґрунтування і розрахунок режимів проведення процесів ХТНР в водних розчинах

Методика проведення контрольних робіт – письмова відповідь на ряд питань за темою розділу по варіантах. Методика виконання РР наведено в методичних рекомендаціях з виконання РР.

Формами контролю самостійної роботи студентів є також усне опитування на лекціях та практичних заняттях, перевірка виконання домашніх завдань.

Контрольні завдання для МКР та РР наведено в Додатку А.

10. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Положення про рейтингову систему оцінювання кредитного модулю "Теоретичні основи хімічної технології" наведене у Додатку Б.

11. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Комплексне і системне вивчення дисципліни "Теоретичні основи хімічної технології неорганічних речовин" досягається взаємозв'язком лекцій та практичних занять.

При викладанні кредитного модуля слід акцентувати увагу студентів на важливості знання і вміння правильного вибору та обґрунтування проведення технологічних розрахунків в газовій фазі та водних розчинах наближених до реального технологічного процесу.

Для більш ефективного вивчення дисципліни "Теоретичні основи хімічної технології неорганічних речовин" студенти самостійно готують коротку доповідь (до 7 хвилин) із переліку тем, що винесені на самостійне вивчення.

12. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

12.1 Базова

1. Астрелін І.М., Теорія процесів виробництв неорганічних речовин. / Запольський А.К., Супрунчук В.І. і ін. [Текст]- К.: Вища школа, 1992.-399с.
2. Лобойко О.Я. Теоретичні основи технології неорганічних виробництв/Гринь Г.І., Товажнянський Л.Л. [Текст]-Харків:Видавництво «Підручник НТУ «ХП»», 2017.-152с.
3. Позин М.Е., Зинюк Р.Ю. Физико-химические основы неорганической технологии. [Текст]- Санкт-Петербург:Химия, 1993.-440 с.
4. Батлер Дж.Н. Ионные равновесия. Математическое описание. [Текст]-Л.:Химия,1973.-448 с.
5. Карапетьянц М.Х. Химическая термодинамика. [Текст]-М.:Химия,1975.-584 с.
6. Киреев В.А. Методы химических расчетов в термодинамике химических реакций. [Текст]-М.:Химия,1977.-360 с.
7. Викторов М.М. Методы вычисления физико-химических величин и прикладные расчеты [Текст].-Л.:Химия,1977.-360 с.

12.2 Допоміжна

7. Жоров Ю.М. Термодинамика химических процессов.-М.:Химия,1985.-464 с.
8. И.П.Мухленов Расчеты химико-технологических процессов./под ред. И.П.Мухленова. [Текст].--Л.:Химия,1982.-248 с.
9. Методические указания к проведению самостоятельной работы по курсу „Теоретические основы ХТНВ”./сост. Супрунчук В.И. [Текст].--К.:КПИ,1990.-59 с.

13. Інформаційні ресурси

<http://tnr.xtf.kpi.ua/r/dis/>

КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ
” Теоретичні основи хімічної технології неорганічних речовин ”

Матеріальний та теплові баланси ХТП. Цілі їх складання. Поняття, які використовують при складанні теплового балансу. Ступінь перетворення сировинних компонентів і її розрахунок з використанням малярної або об'ємної частки в системі із і без зміни об'єму. Взаємозв'язок ступеней перетворення сировинних компонентів. Ступінь перетворення сировинних компонентів і його розрахунок з використанням поняття парціального тиску в системах із і без зміни об'єму. Ступінь перетворення сировинних компонентів і її розрахунок з використанням молярно-об'ємної концентрації в системах із і без зміни об'єму системи. Розрахунок рівноважного виходу цільових продуктів в простій системі з використанням поняття ступеня перетворення. Розрахунок рівноважного виходу цільових продуктів в простій системі з використанням поняття міри реакції. Розрахунок рівноважного виходу цільового продукту з використанням методу балансу кількості молів в простій системі. Розрахунок рівноважного виходу цільового продукту в процесах ХТНР з використанням поняття міри реакції. Розрахунок рівноважного виходу цільових продуктів з використанням методу балансу кількості атомів елементів. Рівноважний вихід цільового продукту в процесах ХТНР з послідовно-паралельними реакціями, і його розрахунок з використанням поняття ступеня перетворення. Розрахунок рівноважного виходу цільових продуктів для ХТП з паралельними реакціями за методом балансу кількості молів. Визначення рівноважного виходу для процесів ХТНР з паралельними реакціями з використанням методу балансу кількості атомів елементів. Рівноважний вихід цільового продукту в ХТП із паралельними реакціями з використанням методу і поняття ступеня перетворення. Рівноважний вихід в процесах ХТНР з послідовно-паралельними реакціями і його розрахунок на основі поняття міра реакції. Внутрішня енергія реального газу і її використання для складання теплового балансу процесів ХТНР, що здійснюються під тиском. Розрахунок ентальпії реального газу і її використання для складання теплового балансу процесу під тиском. Розрахунок теплоємності реального газу і її використання для складання теплового балансу. Розрахунок ентропії реального газу і її використання для розрахунку виходу продукту в системах ХТНР, що працюють під тиском. Дроселювання в процесах ХТНР. Розрахунок зміни температури реального газу при дроселюванні. Ізоентропійне розширення в процесах ХТНР. Розрахунок зміни температури при ізоентропійному розширенні реального газу. Коефіцієнт фігутивності реального газу і його використання для розрахунку рівноважного виходу продукту для ХТП, що здійснюється з використанням тиску. Вибір технологічних параметрів на основі аналізу іонно-молекулярного складу розчинів (на прикладі фосфатних систем). Обґрунтування технологічних параметрів процесів ХТНР на основі розрахунку іонно-молекулярного складу розчинів в присутності твердої фази з одноіменним іоном (на прикладі фосфато-сульфатної системи). Розрахунок іонно-молекулярного складу розчину при заданих вихідних параметрах системи. Розрахунок іонно-молекулярного складу розчинів в присутності твердої фази (на прикладі фосфатних систем)..

ПОЛОЖЕННЯ
про рейтингову систему оцінки успішності студентів

з кредитного модуля: ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН

(код і назва)

Професійне спрямування: 161 - Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення
факультету: _____ хіміко-технологічного _____

кафедри: ТНР,В та ЗХТ

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань дисципліни «ТОХ ТНР» згідно з робочим навчальним планом:

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин			Контрольні заходи		
	кредити	акад. год.	Лекції	Практичні заняття	СРС	МКР	РР	Семестрова атестація
3	6	180	36	54	90	1	1	Екзамен

Рейтинг студента з дисципліни «ТОХ ТНР» складається з балів, що він отримує за:

- 1) три відповіді (кожного студента в середньому) на лекціях;
- 2) Роботу на практичних заняттях при виконанні індивідуальних розрахункових завдань
- 3) дві контрольні роботи (МКР поділяється на дві контрольні роботи тривалістю 1 год. кожна);
- 4) результати перевірки ДКР
- 4) письмова або усна відповідь на диф. заліку.

Система рейтингових (вагових) балів (r_k) та критерії оцінювання

1. Опитування на лекціях:

Ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів на усіх лекціях дорівнює: 2 бали \times 3 = 6 балів.

Критерії оцінювання:

2 бали: повна і вичерпно вірна відповідь на запитання лектора;
1 бал: неповна, з неprincipовими помилками відповідь або після деякої (не дуже значної) навідної допомоги відповіді на запитання лектора;
0 балів: неповна відповідь або відповідь з вельми принциповими помилками, або неспроможність студента сформулювати вірну відповідь навіть при наявній допомозі лектора чи іншого студента;
мінус 1 бал (штрафний): відмова від відповіді на запитання.

2. Робота на практичних заняттях:

Ваговий бал – 1. Максимальна кількість балів на усіх практичних заняттях дорівнює: 0.66 балів \times 27 = 18 балів.

Критерії оцінювання:

- 1 бал: бездоганна, безпомилкова відповідь або безпомилкове виконання на аудиторній дошці розрахункового завдання;
- 0.7 бали: вірна, в цілому відповідь з незначними погрішностями або вірний, загалом розрахунок (за завданням викладача) з деякими математичними похибками;
- 0.5 бала: формулювання вірної відповіді після невеликої навідної допомоги викладача чи іншого студента або проведення розрахункових вправ зі значущими помилками хімічного, стехіометричного чи математичного характеру;
- 0.25 бала: неповна і невпевнена відповідь або проведення розрахункових вправ з грубими помилками щодо хімічної чи хіміко-технологічної суті завдання;
- 0.1 бала: відповідь або вирішення розрахункової вправи з помилками принципового характеру як наслідок слабких знань фундаментальних положень хімії та теорії хімічних взаємодій;
- 0 балів: повністю невірна відповідь або неспроможність провести розрахунки за завданням викладача;
- мінус 1 бал (штрафний): відмова від виконання завдання, що сформульоване викладачем.

3. Контрольна робота (МКР)

2 МКР розділяється на дві частини за розділами 1 та 2.
Ваговий бал по одній МКР: 32 (16 балів × 2 = 32 бали).

Критерії оцінювання МКР:

Кількість балів наведена для однієї МКР

- 16-15 балів: безпомилкове вирішення усіх розрахункових вправ або складання розрахункових рівнянь і бездоганні відповіді зі складанням схем хімічних і хіміко-технологічних перетворень при наявності елементів продуктивного творчого підходу; демонстрація вміння впевненого застосування теоретичних знань з обґрунтування режимів технологічних процесів;
- 14-13.5 балів: вирішення усіх розрахункових вправ або складання розрахункових рівнянь з незначними, непринциповими помилками (в т.ч. математичного характеру); одного - двох зауважень щодо вміння застосовувати теоретичних знань з обґрунтування режимів технологічних процесів при вирішенні контрольних завдань;
- 13.4-12 балів: вирішення усіх розрахункових вправ з двома –трьома досить суттєвими помилками; наявність суттєвих зауважень;
- 12-10.4 бали: вірне вирішення розрахункових вправ (але не менше 50 %); наявність принципових помилок при розрахунках.
- 10.4-9.6 балів: вірне вирішення розрахункових вправ менше 60 %, принципові помилки в складанні розрахункових рівнянь.

4. Розрахункова робота (РР) –ваговий бал – 4

5. Штрафні та заохочувальні бали (r_s) за :

- відсутність на практичному, або лекційному заняттях без поважних причин.....мінус 2 бали;
- виконання завдань із удосконаленням дидактичних матеріалів з дисципліни (виготовлення плакатів, схем, моделей, тощо).....від +1 до +3 балів (за кожен вид завдань, складність завдання визначається викладачем).

Розрахунок шкали рейтингової оцінки з кредитного модуля (RD):

Сума вагових балів контрольних заходів (R_c) протягом семестру складає:

$$R_c = 6 + 18 + 32 + 14 = 70 \text{ балів}$$

Сума як штрафних так і заохочувальних балів (r_s) не повинна перевищувати, як правило $0,1R_c$, себто 6 балів.

Залікова складова (R_E) шкали дорівнює 30 % від RD, а саме 30 балів.

Таким чином, рейтингова шкала з кредитного модуля складає:

$$RD = R_c + R_E = 70 + 30 = 100 \text{ балів}$$

Критерії оцінювання на екзамені:

30-28 балів: повні і безпомилкові відповіді на усі запитання екзаменаційного завдання, абсолютно вірні вирішення розрахункових вправ з елементами оригінального творчого підходу до пояснення прийнятих рішень, бездоганне обґрунтування цих рішень на основі демонстрації вмінь залучати фундаментальні знання з теоретичної хімії;

27-25 балів: повні і взагалі вірні відповіді на усі запитання і розрахункові завдання з 1-5 незначними помилками або з зауваженнями математичного, хімічного, методичного характеру або з зауваженнями щодо наукової і літературної грамотності оформлення і викладення залікового матеріалу;

24-22 балів: взагалі вірні відповіді на всі запитання і розрахункові завдання з 5-6 незначними помилками та 1-2 зауваженнями принципового характеру, пов'язаного з неповнотою знань з фундаментальних основ хімії;

21-20 балів: вірні відповіді на 65-75 % запитань і розрахункових завдань;

19-18 балів: вірні відповіді на 60- 64 % запитань і розрахункових завдань.

Відповідно до «Положення про організацію навчального процесу в НТУУ «КПІ»», необхідними умовами допуску до екзамену є не менш ніж одна позитивна оцінка з атестації, зарахування контрольної роботи, всіх завдань на СРС, а також стартовий рейтинг (r_c) не менш 30 % від RD, себто: $R_c = 0,3RD = 0,3 \times 100 = 30$ балів.

Бали $RD = \sum_k r_k + \sum_s r_s$	Бали $R = r_{\text{ггп}} + r_1 + r_2 + r_3$	ECTS Оцінка	Оцінка
$0,95R \leq RD$	95...100	A	Відмінно
$0,85R \leq RD < 0,95R$ $0,75R \leq RD < 0,85R$	85...94 75...84	B C	Добре
$0,65R \leq RD < 0,75R$ $0,6R \leq RD < 0,65R$	66...74 60...65	D E	Задовільно
$RD < 0,6R$	$RD < 60$	FX	Незадовільно
$RD < 0,5R$	$RD < 50$	F	Недопущено

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг менше $0,6 RD$, але більший $RD > 0,6 RD$ (≥ 60 балів), зобов'язані виконувати залікову контрольну роботу. Окрім того студент може:

- отримати залікову оцінку «автоматом» відповідно до набраного рейтингу 0,9 от семестрового рейтингу і більше, тобто 54 бали і більше – це «добре».
- Виконувати залікову роботу з метою підвищення оцінки. У разі отримання оцінки, більшої ніж «автомат» з рейтингу, студент отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи. У разі отримання оцінки меншої, ніж «автоматом», попередній рейтинг студента скасовується і він отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи.

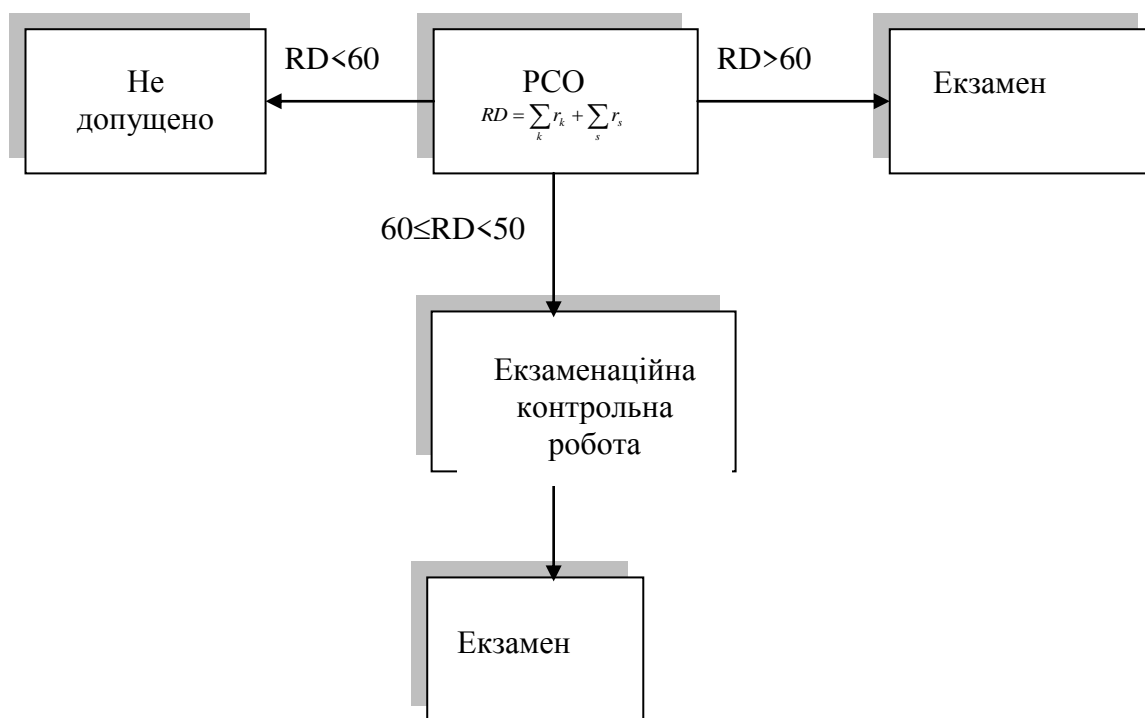


Схема функціонування рейтингової системи оцінювання (PCO) з кредитного модуля
” Теоретичні основи хімічної технології неорганічних речовин”

Склав: Доцент, к.х.н. Супрунчук В.І. _____
(посада викладача, прізвище та ініціали, підпис)

Ухвалено на засіданні кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології . Протокол № 13 від 13 червня 2018 р.

В.о. завідувача кафедри _____
(підпис)

Н.М. Толстопалова
(ініціали, прізвище)