

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Хімічна термодинаміка»



Ступінь освіти	доктор філософії
Спеціальність	G4 Енерговиробництво
Спеціалізація	G4.02 Теплоенергетика
Освітня програма	Інжиніринг теплових процесів і систем
Тривалість викладання	весняний семестр 7 чверть
Кількість кредитів	4 кредити ЄКТС (120 годин)
Заняття:	
лекції:	2 години
практичні:	3 години
Мова викладання	українська

Кафедра, що викладає Теплового інжинірингу та енергетичних технологій (ТІЕТ)



Викладач:

Шарабура Тетяна Андріївна

Доцент, канд. тех. наук, доцент кафедри ТІЕТ

Персональна сторінка

<https://teet.nmu.org.ua/ua/aboutkaf/sharabura.php>

E-mail:

Sharabura.T.A@nmu.one

1. Анотація до курсу

Курс "Хімічна термодинаміка" спрямований на вивчення фундаментальних принципів енергетики та рівноваги хімічних процесів. Він забезпечує здобувачів освіти теоретичними знаннями та практичними навичками для аналізу хімічних явищ з позицій термодинамічних законів.

У процесі навчання розглядаються фундаментальні закони термодинаміки та їхній взаємозв'язок із хімічними явищами. Здобувачі освіти вивчають концепції енергії, ентропії, термодинамічної рівноваги, а також термодинамічні потенціали. Особливий акцент робиться на кількісному аналізі теплових ефектів, фазових переходів, хімічного потенціалу та рівноваг у багатокомпонентних системах.

Практичні заняття включають розрахунок термодинамічних параметрів реакцій, аналіз енергетичних характеристик систем та моделювання реальних хімічних процесів при використанні програмного комплексу для термодинамічного розрахунку рівноважного складу і властивостей багатокомпонентних гетерогенних систем.

У результаті вивчення дисципліни здобувачі освіти набувають компетентностей у галузі аналізу хімічних процесів з точки зору термодинаміки, що сприяє їх професійному розвитку та підготовці до науково-дослідної або інженерної діяльності.

2. Мета та завдання курсу

Мета дисципліни – формування у здобувачів освіти фундаментальних знань і практичних навичок, необхідних для аналізу, опису та прогнозування термодинамічних властивостей хімічних систем, процесів теплової, енергетичної та матеріальної взаємодії у хімічних реакціях та фазових переходах, а також оптимізації хімічних технологій з точки зору енергетичної ефективності.

Завдання курсу:

- ознайомлення з фундаментальними принципами термодинаміки;
- формування теоретичних знань про рівноважні стани хімічних систем;
- дослідження енергетичних характеристик хімічних реакцій;
- розгляд хімічних рівноваг у багатокомпонентних системах;
- розгляд термодинамічних аспектів хімічної кінетики;
- ознайомлення з термодинамікою розчинів і сумішей;
- практичне застосування термодинамічних розрахунків;
- розвиток аналітичного мислення та вміння працювати з математичними моделями.

3. Результати навчання

Дисциплінарні результати навчання:

- знати основні закони термодинаміки та їх застосування до хімічних систем;
- розуміти поняття енергетичних і хімічних потенціалів та їх фізичний зміст;
- знати принципи і методи визначення стану хімічної рівноваги у багатокомпонентних системах;
- володіти принципами та методами визначення констант рівноваги, рівноважного складу реакційних сумішей, а також впливу температури, тиску та концентрацій на рівновагу;
- вміти розраховувати термодинамічні параметри та характеристики хімічних реакцій;
- вміти застосовувати сучасні бази даних для отримання термодинамічних властивостей речовин і матеріалів;
- вміти працювати з програмним забезпеченням для моделювання термодинамічних процесів.

4. Структура курсу

Види та тематика навчальних занять	Внесок в загальну оцінку, %
ЛЕКЦІЇ	
1. Перший закон термодинаміки та його застосування до хімічних процесів	10
Аналітичний вираз першого закону термодинаміки. Теплоти реакцій. Закон Гесса. Закон Кірхгофа. Енергетика процесів горіння.	
2. Другий закон термодинаміки та його застосування до хімічних процесів	10
Ізохорно-ізотермічний та ізобарно-ізотермічний потенціали. Максимальна робота реакції та її рівняння. Хімічний потенціал. Умови рівноваги в ізольованій однорідній системі, гетерогенних системах та хімічних реакціях.	
3. Рівновага термодинамічних систем та дисоціація	10
Рівновага в хімічних реакціях. Константи рівноваги. Термічна дисоціація в газах. Ступінь дисоціації. Зв'язок між константою рівноваги та ступенем дисоціації. Зв'язок між максимальною роботою та константою рівноваги. Визначення констант рівноваги.	
4. Елементи кінетики хімічних реакцій та відомості про розчини	10
Вплив концентрації та температури на швидкість хімічної реакції. Активація. Каталіз. Рівновага рідких розчинів з газами. Склад парової фази над розчином.	
ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	
1. Розрахунок зміни ентальпії, ентропії, вільної енергії і теплових ефектів хімічних реакцій.	8
2. Визначення термодинамічних властивостей речовин і матеріалів за допомогою різних баз даних.	4
3. Робота та проведення теоретичних досліджень з програмним комплексом для термодинамічного розрахунку рівноважного складу і властивостей багатокомпонентних гетерогенних систем.	28
Індивідуальне завдання	20
Разом	100

5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення*

Активованій акаунт університетської пошти (student.i.p.@nmu.one) на Офіс365, використання дистанційної платформи (<https://do.nmu.org.ua/>).

6. Система оцінювання та вимоги

6.1. Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90 – 100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

Загальні критерії досягнення результатів навчання відповідають описам 7-го кваліфікаційного рівня НРК.

6.2. Здобувачі вищої освіти можуть отримати **підсумкову оцінку** з навчальної дисципліни **на підставі поточного оцінювання знань** за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування та виконання практичних робіт складатиме не менше 60 балів.

Теоретична частина оцінюється за результатами здачі заключної контрольної роботи, яка містить 17 запитань, з яких 15 - прості тести (1 правильна відповідь) та 2 відкритих питання, максимальна кількість – **40 балів**, тобто 40% від оцінки за дисципліну. **Практична частина** оцінюється за результатами роботи здобувача над 10 практичними завданнями по 4 бали (**40 балів**), а також за результатами виконання індивідуального завдання (**20 балів**). Індивідуальне завдання виконується у вигляді розрахункової роботи за допомогою програмного комплексу для термодинамічного розрахунку рівноважного складу і властивостей багатокомпонентних гетерогенних систем. Загалом отримані бали за практичні заняття та індивідуальне завдання складають **максимум 60 балів**, тобто 60% від оцінки за дисципліну.

Отримані бали за контрольну роботу, практичні заняття та індивідуальне завдання додаються і є підсумковою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни. Максимально за поточною успішністю здобувач вищої освіти може набрати **100 балів**.

Якщо здобувач не писав контрольну роботу, або не виконував практичні завдання, або не згоден з оцінкою за дану дисципліну, він пише **підсумкову роботу**, яка містить 24 запитання, з яких 20 - прості тести (1 правильна відповідь), 4 відкритих питання, за яку може отримати максимум **80 балів**, тобто 80%.

6.3. Критерії оцінювання заключної контрольної роботи.

15 тестових завдань з трьома варіантами відповідей, 1 правильна відповідь оцінюється у 2 бали (**разом 30 балів**).

2 простих відкритих питання, які при правильному поясненні оцінюються в 5 балів кожне (**разом 10 балів**).

6.4. Критерії оцінювання підсумкової роботи. У випадку якщо здобувач вищої освіти за поточною успішністю отримав менше 60 балів та/або прагне

поліпшити оцінку проводиться **підсумкове оцінювання (диференційований залік)** під час тижня контрольних заходів.

Диференційований залік проводиться у вигляді комплексної контрольної роботи, яка включає запитання з усієї теоретичної та практичної частини курсу. Білет складається з **20 тестових завдань** з трьома варіантами відповідей, одна правильна відповідь оцінюється в 2 бали (**разом 40 балів**), **2 простих відкритих питання**, правильне пояснення якого оцінюється в 5 балів кожне (**разом 10 балів**), **1 відкритого питання з наведенням роз'яснення**, яке при правильному поясненні оцінюється в **10 балів**, **1 відкритого питання у вигляді задачі**, яке при правильному поясненні оцінюється в **20 балів**.

Отримані бали за відкриті та закриті відповіді додаються і максимально за підсумковою роботою здобувач вищої освіти може набрати **80 балів**.

6.5. Критерії оцінювання індивідуального завдання. Індивідуальне завдання є обов'язковим для виконання задля отримання оцінки за навчальну дисципліну більше 80 балів. Індивідуальне завдання виконується у вигляді розрахункової роботи за допомогою програмного комплексу для термодинамічного розрахунку рівноважного складу і властивостей багатокомпонентних гетерогенних систем. За відмінно виконане індивідуальне завдання отримується максимум **20 балів**.

Здобувач після здачі заключної контрольної роботи, виконання практичних завдань та здачі індивідуального завдання або здачі підсумкової роботи та індивідуального завдання може отримати максимум **100 балів**.

7. Політика курсу

7.1. Політика щодо академічної доброчесності. Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка" https://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us_documents/System_of_prevention_and_detection_of_plagiarism.pdf.

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

7.2. Комунікаційна політика. Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану корпоративну університетську пошту.

Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

7.3. Політика щодо перескладання. Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання підсумкового оцінювання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

7.4 Політика щодо оскарження оцінювання. Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

7.5. Відвідування занять. Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту. Під час дії змішаної форми організації освітнього процесу, зумовленої воєнним станом, допускається робота здобувачів в асинхронному режимі і ознайомлення з матеріалами лекцій самостійно з використанням відеозаписів лекційних занять в MS Teams.

7.6. Бонуси. Наприкінці вивчення курсу та перед початком сесії здобувачу вищої освіти буде запропоновано анонімно заповнити електронні анкети (Microsoft Forms Office 365), які будуть розіслано на ваші університетські поштові скриньки. Заповнення анкет є важливою складовою вашої навчальної активності, що дозволить оцінити дієвість застосованих методів викладання та врахувати ваші пропозиції стосовно покращення змісту навчальної дисципліни «Основи теплоенергетики». За участь в анкетуванні та/або в науковій роботі, конференціях здобувач вищої освіти отримує **5 балів**.

8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

- 1 Термодинаміка в хімічній інженерії: навчальний посібник / С.В. Гулієнко, О.В. Гусарова. - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. - 211 с.
- 2 Baehr H.D., Kabelac S. Thermodynamic. – Springer-Lehrbuch, 2022. – 520 p. ISBN: 978-3-642-24161-1.
- 3 Price G. Thermodynamics of chemical processes, second edition. – Oxford University Press, 2019. – 128 p. ISBN: 9780198814450.
- 4 Технічна термодинаміка та теплопередача / В.В. Малишев, В.В. Крстов, Т.М. Гладка. – Університет Україна, 2015, - 258 с. ISBN: 978-966-388-510-0.
- 5 Димо Б. В. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна термодинаміка та теплопередача» / Б.В. Димо, П.А. Пацурковський, О.А. Єпіфанов, О.К. Чередніченко. – Миколаїв : НУК, 2022. – 169 с.

Допоміжна література

- 6 Термодинаміка. Переклад з англійської за редакцією В. М Здешиц / Кривий ріг: КДПУ, 2023. – 147 с. <https://openstax.org/details/books/university-physics-volume-2>.
- 7 Koretsky M.D. Engineering and Chemical Thermodynamics, 2nd Edition. – USA, Wiley, 2012. – 710 p. ISBN: 978-0-470-25961-0
- 8 Брускова Д.М., Кущевська Н.Ф., Малишев В.В. Фізична та колоїдна хімія. Київ, 2020. – 530 с.
- 9 М. Солдаткіна. Хімічна термодинаміка в схемах, таблицях, формулах, рисунках / Л.М. Солдаткіна. – Одеса : «Одеський національний університет», 2012. - 101 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

- 10 Долгошей, В.Б. Термодинаміка складних систем. Конспект лекцій [Електронний ресурс] / В. Б. Долгошей. - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 83 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41641> (дата звернення 20.08.2025)
- 11 Довідникові таблиці. Techemy: chemistry for you: веб-сайт. URL: <https://techemy.com/en/handbook/reference-tables/thermodynamic-quantities-of-simple-and-complex-substances/> (дата звернення 21.08.2025).
- 12 База хімічних сполук і хімічних реакцій. Chemiday.com – хімія на крок ближче : веб-сайт. URL: <https://chemiday.com/> (дата звернення 25.08.2025).