

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра хімії і фізики



ЗАТВЕРДЖУЮ:

Т.в.о. проректора з науково-педагогічної та навчальної роботи

О.С. Максименко

«08» серпня 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

підготовки бакалавра спеціальності 144 «Теплоенергетика»,
в т. ч. за скороченим терміном навчання на основі ОКР «Молодший спеціаліст»

Полтава
2020 рік

Робоча програма «Хімічна термодинаміка» для студентів спеціальності 144
(теплоенергетика)

Складена відповідно до освітньої програми бакалавра

Розробник: Лобурець А.Т., доцент кафедри, доцент, к. ф.-м.н.

Погоджено

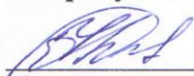
Керівник групи забезпечення спеціальності _____



Робоча програма затверджена на засіданні кафедри хімії

Протокол від «25» серпня 2020 року № 1

в/о завідувача кафедри хімії _____



(Н.Б. Сененко)

Схвалено навчально-методичною радою інституту нафти і газу

Протокол від «__» _____ 2020 року № __

Голова навчально-методичної ради _____



(А.П. Калюжний)

«__» _____ 2020 року

© Лобурець А.Т., 2020 рік

© НУІП ім. Юрія Кондратюка, 2020 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		форма навчання денна	форма навчання заочна
Кількість кредитів – 3	Галузь знань 14 «Електрична інженерія»	Обов'язкова	
Загальна кількість годин – 90			
Модулів – 1	Спеціальність 144 «теплоенергетика»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 1		1-й, 2-й	
		Семестр	
	2-й, 3-й		
Індивідуальне завдання не передбачено	Ступінь вищої освіти <u>бакалавр</u>	Лекції	
		16 год.	0 год.
		Практичні, семінарські	
		14	0
		Лабораторні	
		Самостійна робота	
		60 год.	
Індивідуальна робота 0			
Вид контролю: диференційований залік			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 30/60

для заочної форми навчання – 0/90

2. Мета навчальної дисципліни Компетенції, ПРН за ОПП

Мета курсу:– отримання студентами базових відомостей з хімічної термодинаміки та вивчення основних способів застосування термодинамічних методів для вирішення хімічних завдань, формування компетенцій, які допоможуть розкрити роль термодинаміки при описі макроскопічних багатокомпонентних систем, розглянути основні методи експериментального і теоретичного дослідження хімічних і фазових рівноваг в багатокомпонентних системах, використовувати термодинамічний методу в хімічних технологіях; дадуть можливість студентам ефективно застосовувати в професійній діяльності отримані знання, вміння і навички.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовою для вивчення дисципліни є оволодіння студентами знаннями таких дисциплін, як фізики, математика, хімія

4. Очікувані результати навчання з дисципліни

В результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні:

знати: перспективи розвитку хімічної термодинаміки як теоретичної бази синтетичної хімії та хімічної технології, базову термінологію хімічної термодинаміки, основні поняття і закони термодинаміки, їх математичні вирази, роль термодинамічних факторів в реальних процесах, в тому числі в технологічних системах, володіти основними експериментальними і розрахунковими методами визначення макроскопічних характеристик системи і окремих її складових речовин, закони перебігу хімічних процесів та закони хімічної рівноваги в залежності від термодинамічного стану системи і умов протікання для встановлення оптимальних шляхів впливу на ці процеси.

уміти: застосовувати основні закони хімічної термодинаміки для аналізу отриманих результатів, в тому числі із залученням інформаційних баз даних, проводити фізико-хімічний аналіз процесів, моделювати хімічну та фазову рівновагу і властивості розчинів, проводити чисельні розрахунки фізико-хімічних величин, здійснювати оцінку можливих ризиків на підставі знання закономірностей, які керують поведінкою аналізованих системи, застосовувати фізико-хімічні методи дослідження систем і процесів, здійснювати оцінку основних термодинамічних параметрів процесів з використанням відомих фізико-хімічних моделей, передбачати напрямок розвитку та швидкість протікання хімічних процесів і їхні кінцеві результати.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти підсумкового оцінювання може бути досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом вивчення навчальної дисципліни.

Мінімальний поріг рівень оцінки варто визначати за допомогою якісних критеріїв і трансформувати в мінімальну позитивну оцінку числової (рейтингової) шкали.

Наприклад:

Сума балів	Значення ЄКТС	Оцінка	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
60-63	Е	Достатньо	Студент має певні знання матеріалу, передбаченого робочою програмою, володіє основними положеннями на рівні, який визначається як мінімально допустимий. Правила вирішення практичних завдань з використання м основних теоретичних положень пояснюються з труднощами. Виконання практичних завдань значно формалізовано: є відповідність алгоритму, але відсутнє глибоке розуміння роботи та взаємозв'язків з іншими дисциплінами.	Середній, що є мінімально допустимим у всіх складових навчальної дисципліни

6. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання можуть бути:
диференційований залік;
контрольні роботи;
інші види індивідуальних та групових завдань.

7. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Перелік тем для вивчення (в тому числі і самостійно)

Тема 1. Вступ до хімічної термодинаміки. Предмет хімічної термодинаміки. Основні поняття та визначення. Внутрішня енергія, теплота, робота. Властивості системи. Функції стану. Класифікація процесів. Термічна рівновага. Нульовий закон термодинаміки. Перший закон термодинаміки. Застосування першого закону термодинаміки для розрахунку параметрів ідеального газу.

Тема 2. Основні поняття і закони термохімії. Ентальпія. Закон Гесса та його наслідки. Теплоємність. Залежність теплового ефекту хімічної реакції від температури. Рівняння Кірхгофа. Залежність теплоємності від температури та розрахунок теплових ефектів реакцій. Цикл Борна-Габера.

Практичне заняття 1.

Тема 3. Другий закони термодинаміки. Другий закон термодинаміки та різні його формулювання. Цикл Карно. Ентропія. Теорема Карно-Клаузіуса. Фундаментальні термодинамічні рівняння Гіббса. Ентропія як функція стану. Зміна ентропії системи в різних процесах. Постулат Планка. Абсолютне значення ентропії.

Практичне заняття 2.

Тема 4. Ізотермічні потенціали Гельмгольца та Гіббса. Вільна енергія Гельмгольца та енергія Гіббса. Повні і частинні диференціали термодинамічних потенціалів для закритих систем. Критерії можливості і напрямку протікання самовільних процесів.

Практичне заняття 3.

Тема 5. Рівняння Максвелла. Використання рівнянь Максвелла для виведення різних термодинамічних співвідношень. Ефект Джоуля-Томсона. Температура інверсії. Рівняння Гіббса-Гельмгольца.

Практичне заняття 4.

Тема 6. Хімічний потенціал. Леткість і фугітивність. Енергія Гіббса суміші ідеальних газів. Фізичний зміст та властивості хімічного потенціалу. Повний і частинний диференціали термодинамічних потенціалів для відкритих систем. Термодинамічні потенціали багатокомпонентних систем. Хімічний потенціал реальних газів. Летючість і коефіцієнт летючості. Методи визначення летючості і коефіцієнтів летючості.

Практичне заняття 5.

Тема 7. Швидкість реакції та умова її рівноваги. Константи швидкості й рівноваги. Способи вираження констант рівноваги. Вплив різних факторів на стан рівноваги реакції. Рівняння ізотерми та ізобари реакції. Розрахунок константи рівноваги на основі законів термодинаміки. Особливості розрахунку константи рівноваги рідкофазних реакцій. Розрахунок рівноважного складу реакційної суміші в ідеальних розчинах. Рівновага в гетерогенних системах.

Практичне заняття 6.

Тема 8. Термодинаміка фазових перетворень. Основні визначення. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Правило фаз Гіббса. Діаграми стану. Фазові діаграми. Діаграми стану однокомпонентних систем. Діаграми стану двокомпонентних систем.

Практичне заняття 7.

8. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усьо го	у тому числі					усьо го	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	ла	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1.												
1. Вступ до хімічної термодинаміки.	9	2				7						9
2. Основні поняття і закони термохімії.	11	2	2			7						11
3. Другий закони термодинаміки.	12	2	2			8						12
4. Ізотермічні потенціали Гельмгольца та Гіббса.	11	2	2			7						11
5. Рівняння Максвелла.	12	2	2			8						12
6. Хімічний потенціал. Леткість і фугітивність.	11	2	2			7						11
7. Швидкість реакції та умова її рівноваги.	12	2	2			8						12
8. Термодинаміка фазових перетворень.	12	2	2			8						12
Залік												
Усього годин	90	16	14			60	90					90

9. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Семінарські заняття не передбачено	

10. Теми практичних занять

№ з/п	Теми занять	Кількість годин	
1	Рівняння стану ідеальних і реальних газових систем.	2	
2	Перший закон термодинаміки. Розрахунок внутрішньої енергії, ентальпії, роботи різних процесів.	2	
3	Закон Гесса. Термохімічні розрахунки. Стандартні теплові ефекти.	2	
4	Залежність теплового ефекту від температури. Формула Кіргофа.	2	
5	Другий закон термодинаміки. Розрахунок ентропії у різних процесах.	2	
6	Характеристичні функції.	2	
7	Рівновага в реальних системах.	2	
	Всього	14	0

11. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Лабораторні заняття не передбачено	

12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи студента є: навчитися користуватися бібліотечними фондами і каталогами, працювати з історичними та літературними джерелами, скласти конспекти, аналізувати матеріал, порівнювати різні наукові концепції та робити висновки.

Види самостійної роботи студента:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- опрацювання тем курсу, які виносяться на самостійне вивчення, за списками літератури, рекомендованими в робочій навчальній програмі дисципліни;
- підготовка до виконання модульної контрольної роботи (тестування);
- підготовка до складання диференційованого заліку за контрольними питаннями.

Питання для самостійного вивчення студентами

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна
1	Внутрішня енергія, теплота, робота. Властивості системи. Функції стану. Класифікація процесів. Термічна рівновага. Нульовий закон термодинаміки. Перший закон термодинаміки.	7	9
2	Залежність теплового ефекту хімічної реакції від температури. Рівняння Кірхгофа. Залежність теплоємності від температури та розрахунок теплових ефектів реакцій. Цикл Борна-Габера.	7	11
3	Другий закон термодинаміки. Цикл Карно. Ентропія. Теорема Карно-Клаузіуса. Ентропія як функція стану. Зміна ентропії системи в різних процесах. Постулат Планка. Абсолютне значення ентропії.	8	12
4	Вільна енергія Гельмгольца та енергія Гіббса. Повні і частинні диференціали термодинамічних потенціалів для закритих систем. Критерії можливості і напрямку протікання самовільних процесів.	7	11
5	Використання рівнянь Максвелла для виведення різних термодинамічних співвідношень. Ефект Джоуля-Томсона. Температура інверсії. Рівняння Гіббса-Гельмгольца.	8	12
6	Фізичний зміст та властивості хімічного потенціалу. Повний і частинний диференціали термодинамічних потенціалів для відкритих систем. Термодинамічні потенціали багатокомпонентних систем. Хімічний потенціал реальних газів. Летючість і коефіцієнт летючості.	7	11
7	Способи вираження констант рівноваги. Вплив різних факторів на стан рівноваги реакції. Рівняння ізотерми та ізобари реакції. Розрахунок константи рівноваги на основі законів термодинаміки. Розрахунок рівноважного складу реакційної суміші в ідеальних розчинах. Рівновага в гетерогенних системах.	8	12
8	Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Правило фаз Гіббса. Діаграми стану. Фазові діаграми. Діаграми стану однокомпонентних систем. Діаграми стану двокомпонентних систем.	8	12
	Всього	60	90

13. Індивідуальні завдання

не передбачено планом, а розв'язування задач з хімічної термодинаміки студентами здійснюється за рахунок самостійної роботи.

14. Методи навчання

При викладанні дисципліни застосовуються словесні, наочні та практичні методи навчання.

Словесні та наочні методи навчання використовуються під час лекцій, індивідуальних та групових консультацій, практичні – при проведенні практичних занять та виконанні лабораторних робіт.

Під час проведення лекцій та практичних занять використовуються такі словесні методи як розповідь і пояснення.

До числа наочних методів, які застосовуються при викладанні дисципліни, належать: ілюстрація, демонстрація.

15. Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєннями студентами навчального матеріалу здійснюється шляхом опитування й оцінювання знань студентів під час аудиторних занять, оцінювання виконання студентами самостійної роботи та індивідуальних завдань, проведення і перевірки письмових контрольних робіт, тестування або в ході індивідуальних співбесід зі студентами під час консультацій. Вибір конкретних форм і методів поточного контролю знань студентів залежить від викладача і доводиться до їхнього відома на першому занятті. Модульний контроль є частиною поточного контролю і має на меті перевірку засвоєння студентом певної сукупності знань та вмінь, що формують відповідний модуль. Він реалізується шляхом проведення спеціальних контрольних заходів (у формі тестування чи написання студентами контрольних робіт), проводиться наприкінці змістового модулю за рахунок аудиторних занять, під час групових консультацій або ж за рахунок часу, відведеного на самостійну роботу студентів. На підставі результатів модульного контролю здійснюється міжсесійний контроль (атестація).

Підсумковий контроль здійснюється у формі семестрового диференційованого заліку.

16. Розподіл балів, які отримують студенти для диференційованого заліку

Поточне тестування та самостійна робота										Сума	
Змістовий модуль 1									Диференційований залік		
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	разом			
8	8	9	9	9	9	9	9	9	70	30	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для заліку
90 – 100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	добре
64-73	D	задовільно
60-63	E	задовільно
35-59	FX	не задовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	не задовільно з обов'язковим повторним вивченням

Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів, із них:

При підсумковому контролі у вигляді заліку до 70 балів студент може отримати впродовж семестру, решта 30 балів припадає на підсумковий контроль.

1. Поточний контроль: робота на практичних заняттях - 60 балів.

2. Модульний контроль: модульне тестування – від 0 до 10 балів відповідно, в залежності від повноти та якості виконання завдання або тесту.

3. Підсумковий контроль: (диференційований залік). Студент вважається допущеним до підсумкового контролю за дисципліну, якщо виконав усі види робіт згідно із робочою навчальною програмою, та загальна сума балів за попередні звіти не менше 35 балів. У разі невиконання вимог студент отримує незадовільну оцінку.

17. Методичне забезпечення

1. Лобурець А.Т. Конспект лекцій з дисципліни «Хімічна термодинаміка». 2019 р.
2. Навчальний посібник з вивчення тем дисципліни.
3. Методичні вказівки до розв'язування задач.
4. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів.
5. Правила модульно-рейтингового оцінювання знань із навчальної дисципліни.

18. Рекомендована література

Базова

1. Карякин Н.В. Основы химической термодинамики: Учебное пособие для вузов.- М.: «Академия», 2003. –464 с.
2. Ковальчук Є.П. Фізична хімія [Текст] / Є.П. Ковальчук, О.В. Решетняк. – Львів : Видавничий центр ЛНУ, 2007. – 800 с.
3. Костржицький А.І. Фізична і колоїдна хімія / А.І. Костржицький, В.М. Тіщенко, О.Ю. Калінков, О.М. Берегова. – Київ : Центр навчальної літератури, 2008. – 496 с.
4. Стромберг А.Г. Физическая химия [Текст] / А.Г. Стромберг – М. : Высш. шк., 2001. – 527 с.
5. Семиохин И. Физическая химия [Текст] / И. Семиохин. – М. : МГУ, 2001. – 272 с.
6. Л.М. Солдаткіна. Хімічна термодинаміка в схемах, таблицях, формулах, рисунках. Л.М. Солдаткіна. – Одеса : «Одеський національний університет», 2012. С. – 101.
http://liber.onu.edu.ua/pdf/soldatkina_termodinamika.pdf
7. Мечковский, Л. А. Химическая термодинамика: Курс лекций. В 2 ч. Ч. 1. / Л.А. Мечковский, А.В. Блохин. – Минск : БГУ, 2010. – 141с.

Допоміжна

1. И.А. Семиохин. Сборник задач по химической термодинамике. Часть I. М.- 2007. С. 73.
2. Цветкова Л.Б. Фізична хімія: теорія і задачі: навч. посібник.-Львів: Магнолія,2008.-415 с.
3. Чумак В.Л. Фізична хімія: Підручник/ В.Л. Чумак, С.В. Іванов.-К.: Книжкове вид-во НАУ, 2007.-648 с.
4. Практикум по физической химии [Текст] / Под ред. С.В. Горбачёва. – М. : Химия, 1982. – 400 с.
5. Практические работы по физической химии [Текст] / Под ред. К.П. Мищенко. – Л. : Химия, 1982. – 400 с.
6. Практикум по физической химии [Текст] / Под ред. И.В. Кудряшова. – М. : Высш. шк., 1986. – 495 с.
7. Сборник вопросов и задач по физической химии для самоконтроля [Текст] / Под ред. С.Ф. Белявского. – М. : Высш. шк., 1979. – 136 с.
8. Краткий справочник физико- химических величин/ под ред. А.А. Равделя и А.М. Пономаревой. - Л.: Химия, 1983.