

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХІМІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ
Кафедра фізичної та колоїдної хімії



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор Навчально-наукового
інституту хімії та екології
(Лендел В.Г.)
« 27 » *червень* 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	102 Хімія
Спеціалізація	Фізична хімія
Освітня програма	Хімія
Статус дисципліни	вибіркова
Мова навчання	українська

Робоча програма навчальної дисципліни «Хімічна термодинаміка» для здобувачів вищої освіти галузі знань 10 Природничі науки спеціальності 102 Хімія освітньо-професійної програми «Хімія».

Розробник: Дзямко Віталій Михайлович, кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри фізичної та колоїдної хімії ДВНЗ «УжНУ»

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри фізичної та колоїдної хімії ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Протокол №10 від «20» червня 2023 р.

Завідувач кафедри  Голуб Н.П.

Схвалено науково-методичною комісією Навчально-наукового інституту хімії та екології ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Протокол №10 від «26» червня 2023 р.

Голова науково-методичної комісії  Сливка М.В.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 3	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 90	4-й	
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання:	8-й	
аудиторних – 4	Лекції:	
самостійної роботи студента – 4	20	
	Практичні (семінарські):	
Вид підсумкового контролю: залік	Лабораторні:	
	24	
Форма підсумкового контролю: усний	Самостійна робота:	
	46	

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета вивчення навчальної дисципліни «Хімічна термодинаміка» полягає в тому, щоб дати достатньо повне уявлення про загальні ідеї, апарат та різноманітне застосування законів і методів хімічної термодинаміки, не ускладнюючи знайомство з предметом тими його деталями, які можна опустити; ввести основні поняття хімічної термодинаміки: аксіоматику Каратеодорі, дати класичне та сучасне формулювання основних законів термодинаміки; ознайомити студентів з експериментальними методами визначення основних термодинамічних величин; навчити розраховувати такі параметри як: внутрішня енергія, теплоємність, ентальпія, ентропія, енергія Гібса та Гельмгольца; розглянути основні реакції органічного синтезу, провести їх термодинамічний аналіз; дати відповідь на питання про можливість проходження конкретної реакції, умови її проведення; розрахувати рівноважні виходи кінцевих продуктів.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

- ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- ЗК 5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;
- ЗК 6. Здатність спілкуватися іноземною мовою;
- ЗК 10. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- ЗК 14. Здатність до системного творчого мислення, наполегливість у досягненні мети професійної та науково-дослідницької діяльності, гнучкість мислення;
- ЗК 15. Здатність організовувати та визначати цілі і завдання власної та колективної діяльності, забезпечувати їхнє ефективне та безпечне виконання;
- ЗК 16. Навички роботи в комп'ютерних мережах, використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) та програмних засобів для обробки хімічних даних;
- ЗК 17. Здатність до письмової й усної комунікації рідною мовою, до презентації власних і колективних результатів професійної та науково-дослідної діяльності;
- ФК 1. Здатність застосовувати знання і розуміння математики та природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії;
- ФК 2. Здатність розпізнавати і аналізувати проблеми, застосовувати обґрунтовані методи вирішення проблем, приймати обґрунтовані рішення в області хімії;
- ФК 4. Здатність до використання спеціального програмного забезпечення та моделювання в хімії
- ФК 5. Здатність здійснювати сучасні методи аналізу даних;
- ФК 12. Здатність використовувати теоретичні знання та практичні навички застосування комунікативних технологій, ораторського мистецтва та риторики для здійснення ділових комунікацій у професійній сфері.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Хімічна термодинаміка» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

- ОК 6 Вища математика
- ОК 7 Фізика
- ОК 9 Основи екології
- ОК 19 Фізична хімія
- ОК 20 Хімічна технологія

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньо-професійної програми, вивчення навчальної дисципліни «Хімічна термодинаміка» повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Розуміти основні закономірності та типи хімічних реакцій та їх характеристики.	ПРН 4
Знати принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типові обладнання та прилади.	ПРН 8
Застосовувати основні принципи термодинаміки та хімічної кінетики для вирішення професійних завдань.	ПРН 10
Виконувати комп'ютерні обчислення, що мають відношення до хімічних проблем, використовуючи стандартне та спеціальне програмне забезпечення, навички аналізу та відображення результатів.	ПРН 16
Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.	ПРН 18
Використовувати свої знання, розуміння, компетенції та базові інженернотехнологічні навички на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи.	ПРН 19
Грамотно представляти результати своїх досліджень у письмовому вигляді державною та іноземною мовами з урахуванням мети спілкування	ПРН 23
Використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації даних.	ПРН 24

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Хімічна термодинаміка»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Класифікувати хімічні реакції за різними ознаками, давати їм характеристику та формулювати основні закономірності	ПРН 4
Оволодіти принципами і процедурами фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типовим обладнанням та приладами.	ПРН 8

Застосовувати основні принципи термодинаміки для вирішення професійних завдань.	ПРН 10
Здійснювати комп'ютерну обробку експериментальних даних, використовуючи стандартне та спеціальне програмне забезпечення, володіти навичками аналізу та відображенням результатів.	ПРН 16
Застосовувати на практиці знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.	ПРН 18
Використовувати свої знання, розуміння, компетенції та базові інженернотехнологічні навички на практиці для вирішення задач та проблем термодинамічного методу аналізу	ПРН 19
Грамотно інтерпретувати результати своїх досліджень у письмовому вигляді державною та іноземною мовами з урахуванням мети спілкування	ПРН 23
Вміти використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також збирати, аналізувати, обробляти експериментальні дані термодинамічного характеру.	ПРН 24

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- накопичувальна бально-рейтингова система, що передбачає оцінювання студентів за всі види аудиторної і поза аудиторної навчальної діяльності, спрямовані на опанування навчального навантаження з освітньої програми; поточний, модульний та підсумковий контроль;
- поточне оцінювання рівня засвоєння теми здійснюється на кожному лабораторному занятті;
- рейтингова оцінка формується на основі поточних оцінок та результатів виконання модульних контрольних робіт;
- підсумкова оцінка за дисципліну може дорівнювати рейтинговій або ж встановлюється за підсумками складання заліку та іспиту.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: індивідуальна, групова, фронтальна.

Форма модульного контролю: письмова.

Форма підсумкового семестрового контролю: усна, письмова.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота								Модульна контрольна робота	Сума
Т.6.1.1	Т6.1.2	Т6.1.3	Т6.1.4	Т6.1.5	Т6.1.6	Т6.1.7	Т6.1.8	50	
6	6	6	7	6	7	6	6		

Т6.1.1, Т6.1.2 ... – теми лекцій

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота								Модульна контрольна робота	Сума
T.6.1.9	T.6.1.10	T.6.1.11	T.6.1.12	T.6.1.13	T.6.1.14	T.6.1.15	T.6.1.16	50	
6	6	6	6	6	7	6	7		

T.6.1.9, T.6.1.10 ... – теми лекцій

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	3	50	3	50
Модульна контрольна робота	1	50	1	50
Разом		100		100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота з навчальної дисципліни «Хімічна термодинаміка» передбачає 30 варіантів завдань. Кожен варіант складається з семи завдань: 3 теоретичні завдання, які оцінюються по 10 балів кожне; два тестові завдання, які оцінюються по 7 балів кожне; два тестові завдання, які оцінюються по 3 бали кожне. Максимальна кількість балів за кожну модульну контрольну роботу становить 50.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Навчальна діяльність студента з предмету «Хімічна термодинаміка» оцінюється наступним чином:

- 50% балів оцінки модульного контролю виставляє лектор на підставі результатів перевірки рівня засвоєння теоретичного матеріалу дисципліни (теоретичний компонент оцінки). Теоретичний компонент оцінки складається з сумарних результатів контрольної роботи.
- 50% балів (практичний компонент) виставляє викладач, який веде лабораторні заняття. Практичний компонент оцінки складає поточна успішність - усні та письмові відповіді під час занять (30% балів) та оцінка самостійної і індивідуальної роботи (20% балів)».

Змістові модулі оцінюються наступним чином:

Модульна контрольна робота	Оцінка за роботу на лабораторних заняттях	Самостійна та індивідуальна робота студента	Всього
50 балів	30	20	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

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

Інформація про підсумкову успішність студентів з навчальної дисципліни за семестр подається викладачем в деканат.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. ОСНОВИ ХІМІЧНОЇ ТЕРМОДИНАМІКИ

Змістовий модуль 1. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА: ВИЗНАЧЕННЯ, ПОНЯТТЯ І МЕТОДИ.

Тема 1. Вступ. Основні поняття та визначення

Предмет та метод хімічної термодинаміки. Місце хімічної термодинаміки серед інших дисциплін. Історія виникнення хімічної термодинаміки. Термодинамічні системи, їх властивості. Рівняння стану ідеального та реального газів. Принцип термічної рівноваги. Практичне застосування хімічної термодинаміки.

Тема 2. Математичний апарат термодинаміки

Термодинамічні функції. Співвідношення Максвелла. Характеристичні функції. Рівняння Гібса-Гельмгольца. Хімічний потенціал і повні потенціали. Розрахунки термодинамічних функцій.

Змістовий модуль 2. КЛАСИЧНЕ ТА СУЧАСНЕ ФОРМУЛЮВАННЯ ОСНОВНИХ ЗАКОНІВ ТЕРМОДИНАМІКИ

Тема 3. Перший закон термодинаміки. Внутрішня енергія та ентальпія

Внутрішня енергія як термодинамічна функція. Аналітичний вираз та класичне формулювання першого закону термодинаміки. Теплоємність. Залежність внутрішньої енергії від об'єму та температури; від тиску та температури; від тиску та температури для газу в ідеальному стані. Ентальпія як термодинамічна функція. Залежність ентальпії від об'єму при постійній температурі; від об'єму для газу в ідеальному стані; від тиску при постійній температурі.

Тема 4. Сучасне формулювання першого закону термодинаміки

Аксиоматика Каратеодорі. Емпірична температура. Сучасне формулювання першого закону термодинаміки. Диференційні вирази Пфаффа.

Тема 5. Другий закон термодинаміки. Ентропія

Протікання процесів в ізольованій системі. Класичне формулювання другого закону термодинаміки. Ентропія, її визначення і аналітичний вираз. Ентропія - теплова координата стану. Метод Карно-Клаузіуса. Метод Каратеодорі. Зміна ентропії - як критерій напрямленості термодинамічних процесів. Ентропія необоротних процесів. Зміна ентропії при нагріванні системи та в зворотніх і незворотніх процесах. Вплив тиску на ентропію.

Тема 6. Сучасне формулювання другого закону термодинаміки

Другий закон термодинаміки для квазістатичних процесів. Емпіричне визначення внутрішньої енергії, ентропії і температури. Вимірювання гранично низьких температур. Поширення другого закону термодинаміки на відкриті системи і хімічні реакції. Загальне формулювання другого закону термодинаміки. Холодильні машини і теплові насоси як

приклад вирішення спеціальних технічних проблем на основі другого закону термодинаміки.

Тема 7. Енергії Гібса та Гельмгольца як термодинамічні функції

Робота зворотніх та незворотніх процесів. Аналітичний вираз та фізичний зміст енергії Гельмгольца. Енергія Гельмгольца для незворотніх процесів; ідеального та реального газу. Зміна енергії Гельмгольца при змішуванні газів в ідеальному стані. Уявлення про максимально корисну роботу. Фізичний зміст енергії Гібса. Енергія Гібса газу в ідеальному стані та суміші газів в ідеальному стані. Умови рівноваги в ізохорно-ізотермічних та ізобарно-ізотермічних умовах. Схема загальної умови рівноваги.

Тема 8. Застосування третього закону термодинаміки

Теплова теорема Нернста. Третій закон термодинаміки. Властивості речовин поблизу абсолютного нуля. Визначення абсолютної величини ентропії на основі калоричних даних. Визначення констант рівноваги газових реакцій на основі калоричних даних. Визначення хімічних констант. Наближена формула Нернста. Розрахунки за допомогою таблиць стандартних величин. Розрахунки з допомогою таблиць повних ентальпій і ентропій.

Модуль 2. ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЗАКОНІВ ТА МЕТОДІВ ХІМІЧНОЇ ТЕРМОДИНАМІКИ

Змістовий модуль 3. ПРИЙОМИ ТА МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ ВЕЛИЧИН

Тема 9. Методи визначення теплоємності

Розрахунок теплоємності газів на основі статистичної механіки та теплоємності рідин. Експериментальне визначення теплоємностей газів. Теоретична оцінка теплоємності твердих речовин. Експериментальне визначення теплоємностей конденсованих фаз при низьких температурах.

Тема 10. Методи визначення ентальпії

Калориметричне визначення теплових ефектів хімічних реакцій. Визначення ентальпій утворення за значеннями ентальпій згорання; ентальпій згорання речовин методом бомбової калориметрії; ентальпій згорання органічних речовин в газоподібному та пароподібному станах; ентальпій утворення за теплотами реакцій та рівноважними даними; ентальпій фазових переходів та випаровування. Розрахунки теплових ефектів хімічних реакцій на основі закону Гесса.

Тема 11. Розрахунки ентропії

Розрахунки ентропії: поступального руху, кипіння, плавлення, змішування. Розрахунки температурної залежності ентропії. Визначення ентропії на основі третього закону термодинаміки. Розрахунки ентропії методом статистичної термодинаміки.

Тема 12. Енергія Гібса і хімічна рівновага

Визначення енергії Гібса хімічної реакції. Розрахунки рівноважного складу газової суміші. Рівновага в газах при високих тисках. Рівновага в системах з участю конденсованих фаз. Складні рівноваги. Залежність константи рівноваги від температури.

Змістовий модуль 4. ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМОДИНАМІКИ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ДЕЯКИХ ПРОМИСЛОВИХ ПРОБЛЕМ

Тема 13. Методи наближеного розрахунку термодинамічних величин

Методи розрахунку з врахуванням вкладів валентних зв'язків. Методи розрахунку з врахуванням групових вкладів.

Тема 14. Хімічна термодинаміка вуглеводнів

Термохімія вуглеводнів. Хімічна термодинаміка вуглеводнів. Значення вуглеводнів у термодинамічному методі аналізу. Закономірності зміни термодинамічних властивостей вуглеводнів. Нафтохімія.

Тема 15. Термодинаміка синтезу органічних речовин

Одержання хімічних сполук із метану. Виробництво стиролу. Синтез акрілонітрилу та хлористого вінілу. Термодинаміка синтезу метанолу. Виробництво формальдегіду з метанолу. Термодинаміка виробництва оцтової кислоти. Розрахунки термодинамічних параметрів реакції Гаттермана-Коха.

Тема 16. Використання термодинаміки при підборі каталізаторів

Використання термодинаміки при підборі каталізаторів: уявлення Голодця і Рейтера; Макісіма, Іонеда і Сайто; Баландіна.

...

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	усього	у тому числі			
		лекції	лаб. роботи	практ. роботи	самоств. робота
1	2	3	4	5	6
Модуль 1 Основи хімічної термодинаміки					
Змістовий модуль 1. Хімічна термодинаміка: визначення, поняття і методи					
Тема 1. Вступ. Основні поняття та визначення	1	1			
Тема 2. Математичний апарат термодинаміки	5	1			4
Разом за змістовим модулем 1	6	2			4
Тема 3. Перший закон термодинаміки. Внутрішня енергія та ентальпія	5	1	4		
Тема 4. Сучасне формулювання першого закону термодинаміки	2	2			
Тема 5. Другий закон термодинаміки. Ентропія	9	1	4		4

Тема 6. Сучасне формулювання другого закону термодинаміки	2	2			
Тема 7. Енергії Гібса та Гельмгольца як термодинамічні функції	8	1	4		3
Тема 8. Застосування третього закону термодинаміки	4	1			3
Разом за змістовим модулем 2	30	8	12		10
Разом за модулем 1	36	10	12		14
Модуль 2. Практичне використання законів і методів хімічної термодинаміки					
Змістовий модуль 3. Прийоми та методи визначення основних термодинамічних величин					
Тема 9. Методи визначення теплоємності	3	1			2
Тема 10. Методи визначення ентальпії	4	1			3
Тема 11. Розрахунки ентропії	4	1			3
Тема 12. Енергія Гібса і хімічна рівновага	15	1	4		10
Разом за змістовим модулем 3	26	4	4		18
Змістовий модуль 4. Застосування термодинаміки органічних сполук для розв'язання деяких промислових проблем					
Тема 13. Методи наближеного розрахунку термодинамічних величин	1	1			
Тема 14. Хімічна термодинаміка вуглеводнів	11	2	4		5
Тема 15. Термодинаміка синтезу органічних речовин	14	1	4		9
Тема 16. Використання термодинаміки при підборі каталізаторів	2	2			
Разом за змістовим модулем 4	28	6	8		14
Разом за модулем 2	54	10	12		32
Усього годин	90	20	24		46

6.3. Темі лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1.		
1.	Визначення теплоти утворення одного молю твердого розчину з двох твердих компонентів при кімнатній температурі	4

2.	Визначення теплоти розкладу діаміну нікелю	4
3.	Дослідження рівноваги гомогенної реакції в розчині	4
Модуль 2.		
4.	Дослідження хімічної рівноваги в кристалогідратах	4
5.	Вивчення взаємної розчинності в трикомпонентній системі.	4
6.	Дослідження рівноваги системи "Двокомпонентний розчин-пара" з необмеженою взаємною розчинністю рідин	4
	Усього годин	24

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми (завдання)	Кількість годин
1	Характеристичні функції. Умови рівноваги. Термодинамічні потенціали ідеальних та реальних газів. Різні способи вираження хімічного потенціалу.	9
2	Диференційні вирази Пфаффа. Протікання процесів в ізольованій системі. Метод Каратеодорі.	4
3	Хімічна рівновага. Хімічна рівновага в гетерогенній системі. Знаходження складу реагентів при рівновазі. Підбір оптимальних умов процесу. Комбінування рівноваг.	10
4	Залежність константи рівноваги від температури. Рівняння ізобари. Тепловий закон Нернста. Хімічна стала в реакціях між кристалічними речовинами. Наближене рівняння Нернста. Ентропійний спосіб розрахунку констант рівноваги.	3
5	Визначення ентальпій утворення за значеннями ентальпій згорання, ентальпій згорання органічних речовин в газоподібному та пароподібному станах, ентальпій утворення за теплотами реакцій та рівноважними даними.	3
6	Розрахунки температурної залежності ентропії. Розрахунки рівноважного складу газової суміші.	3
7	Термохімія вуглеводнів. Нафтохімія.	5
8	Термодинаміка виробництва стиролу, синтезу акрілонітрілу та хлористого вінілу. Розрахунки термодинамічних параметрів реакції Гаттермана-Коха.	9
	Усього годин	46

Самостійна робота над навчальною дисципліною також включає: опрацювання теоретичних основ прослуханого лекційного матеріалу; вивчення окремих тем питань, що передбачені для самостійного опрацювання; поглиблене вивчення літератури на задану тему та пошук додаткової інформації; підготовка до лабораторних занять; систематизацію вивченого матеріалу перед іспитом, розв'язування задач тощо.

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Технічні засоби: персональний комп'ютер Acer (2020), персональний комп'ютер LG (2020) – 4 шт., мультимедійний проектор EPSON EB-X-400 (2020) – 3 шт., мультимедійний проектор EPSON EB-X05 (2017), комп'ютер портативний Lenovo V15 ADA (2021) – 5 шт., комп'ютер портативний Samsung RV 518 (2015), комп'ютер портативний Acer E5-521 (2014), принтер – 3 шт.

Обладнання: Навчальне та лабораторне обладнання, згідно з діючими нормами оснащення: атомно-адсорбційний спектрометр Aurora Instrument AI 1200 (2016), аналітичні терези WA-21 (1972) - 2 шт., терези технічні ВКЛТ-160 (1982) - 8 шт., терези електронні AVAgo з 2 чашами 0,1-2000 г МНЗ (2020)– 2 шт., терези електронні Pocket Scale МН 200 TS-C06 (2019)- 4 шт., терези торзійні BT-500 (1984) – 2 шт., рефрактометр П-161 (1995), фотоколориметр КФК- 2 (1992) – 2 шт., спектрофотометр СФ-46 (1990) – 2 шт., стіл титрувальний (1988), установка для визначення теплоти розчинення та теплоти гідратації солі – 2 шт., калориметрична установка для визначення концентрації кислоти методом при нейтралізації її лугом – 2 шт., установка для термічного аналізу двокомпонентної системи – 2 шт., реохордний міст Р-4833– 4 шт., звуковий генератор – 2 шт., осцилограф – 2 шт., магазин опорів Р-33 – 4 шт., реохорди – 4 шт., електроди – 10 шт., терези технічні – 8 шт., насос Комовського – 2 шт., сушильна шафа, муфельна піч, електроплитки – 8 шт., тощо.

Штативи з пробірками, штативи з мірними пробірками, лабораторні залізні штативи, хімічний посуд та реактиви, гумові груші, наважки та інші.

Програмне забезпечення:

Windows 10, Microsoft Power Point, Moodle, Google Meet, Viber, Zoom (безкоштовна версія).

8.Рекомендовані джерела інформації

Аудиторна, самостійна та індивідуальна робота студентів забезпечується всіма навчально-методичними засобами, необхідними для вивчення

навчальної дисципліни чи окремої теми: підручниками, навчальними та навчально-методичними посібниками, методичними рекомендаціями (вказівками), практикумами, конспектами лекцій, навчально-лабораторним обладнанням, електронно-обчислювальною технікою, науковою літературою та періодичними виданнями.

Основна література

1. Дзямко В.М., Голуб Н.П. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів зі спецкурсу «Хімічна термодинаміка» ОС «Бакалавр» (спец. 102-Хімія та 014.06-Середня освіта. Хімія), Ужгород, ПП Роман О.І., 2023. 53с.
2. Дзямко В.М. Спец практикум з хімічної термодинаміки. Навчально-методичний посібник для студентів хімічного факультету, Ужгород, 1998.-71с.
3. Гомонай В.І., Гомонай О.В. Фізична хімія. Частина 1. Хімічна термодинаміка.- Ужгород: Мистецька лінія, 2000.-292с.
4. Гомонай В.І., Гомонай О.В. Фізична хімія.- Ужгород: ВАТ «Патент», 2004.-712.
5. Янчук О.М., Марчук О.В. Фізична хімія. Хімічна та статистична термодинаміка: конспект лекцій для студентів факультету хімії, екології та фармації. Луцьк, 2020. 132с.

Допоміжна література

1. Янчук О.М., Марчук О.В. Фізична хімія. Збірник задач: посібник для вузів.- Луцьк: ЛДТУ, 2005. 332с.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. Бібліотека ім.В.І.Вернадського (<http://www.nbu.gov.ua>).
2. Український хімічний журнал
(<http://dspace.nbu.gov.ua/handle/123456789/245>).

