

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет

Кафедра молекулярної фізики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

Момот О.В.

» червне 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ¹

ВИБРАНІ РОЗДІЛИ МОЛЕКУЛЯРНОЇ ФІЗИКИ

(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань 10 Природничі науки
(цифр і назва)
спеціальність 104 Фізика та астрономія
(цифр і назва спеціальності)
освітній рівень бакалавр
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)
освітня програма Фізика
(назва освітньої програми)
вид дисципліни вибіркова

Форма навчання	<u>денна</u>
Навчальний рік	<u>2021/2021</u>
Семестр	<u>6</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>3</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<u>українська</u>
Форма заключного контролю	<u>залік</u>

Викладачі: доцент Григор'єв Андрій Миколайович

(Науково-педагогічні працівники, які забезпечують викладання даної дисципліни у відповідному навчальному році)

Пролонговано: на 2021/2023 н.р. [підпис] «20» 09 2021 р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ («__» 20__ р.)
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ («__» 20__ р.)
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2021

¹ Робоча програма навчальної дисципліни є нормативним документом вищого навчального закладу і містить виклад конкретного змісту навчальної дисципліни, послідовність, організаційні форми її вивчення та їх обсяг, визначає форми та засоби поточного і підсумкового контролю.

Розробники²:

Григор'єв Андрій Миколайович, кандидат фіз.-мат. наук,
доцент, доцент кафедри молекулярної фізики
(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри молекулярної фізики

(підпис)

(Булавін Л.А.)

(прізвище та ініціали)

Протокол № 16 від «10» червня 2021 р.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

Протокол № 4 від «22» червня 2021 року

Голова науково-методичної комісії _____

(підпис)

(Оліх О.Я.)

(прізвище та ініціали)

« _____ » _____ 2021 року

² Розробляється лектором. Робоча програма навчальної дисципліни розглядається на засіданні кафедри (циклової комісії – для коледжів), науково-методичної комісії факультету/інституту (раді навчального закладу - коледжу), підписується завідувачем кафедри (головою циклової комісії), головою науково-методичної комісії факультету/інституту (головою ради) і затверджується заступником декана/директора інституту з навчальної роботи (заступником директора коледжу).

ВСТУП

1. Мета дисципліни – є отримання систематичних знань з термодинаміки багатофазних багатокомпонентних систем, в яких можуть відбуватися хімічні реакції, в тому числі розчинів електролітів, та оволодіння базовими методами розрахунку термодинамічних властивостей таких систем.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Знати термодинаміку і молекулярну фізику в обсязі курсу «Молекулярна фізика».
2. Вміти застосовувати попередні знання з курсів математичного аналізу, диференційних та інтегральних рівнянь, математичної фізики.

3. Анотація навчальної дисципліни / референс:

В рамках курсу «Вибрані розділи молекулярної фізики» розглядаються термодинамічні властивості багатофазних багатокомпонентних систем, в яких можуть відбуватися хімічні реакції, в тому числі розчинів електролітів. Мета вивчення дисципліни – отримання систематичних знань з термодинаміки багатофазних багатокомпонентних систем, в яких можуть відбуватися хімічні реакції, в тому числі розчинів електролітів, та оволодіння базовими методами розрахунку термодинамічних властивостей таких систем. Навчальна задача курсу полягає у оволодінні студентами навичок розробки, планування та проведення досліджень багатофазних багатокомпонентних систем. Результати навчання полягають в умінні застосовувати одержані теоретичні та експериментальні знання в галузі молекулярної фізики, зокрема фізики багатофазних багатокомпонентних систем. Методи викладання: лекції, консультації. Методи оцінювання: опитування в процесі лекції, домашні завдання, контрольні роботи після основних розділів спецкурсу, залік. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (80%) та заліку (20%).

4. Завдання (навчальні цілі) – засвоєння студентами основних методів розрахунку та аналізу термодинамічних властивостей багатофазних багатокомпонентних систем.

Згідно проекту Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти), галузь знань 10 «Фізика», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних компетентностей:

Інтегральних:

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі медичної фізики, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальних:

- Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій..
- Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.
- Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, їх місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя

Фахових:

- Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень.
- Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та інформальну освіту.

5. Результати навчання за дисципліною: (описуються з детальною достовірністю для розробки заходів оцінювання)

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація*; 4. автономність та відповідальність*)		Методи викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Знання методів розрахунку термодинамічної рівноваги та стійкості багатокомпонентних багатофазних систем.	лекції	Модульна контрольна робота, виконання домашніх завдань, опитування.	15
1.2	Знання термодинамічних властивостей систем, в яких протікають хімічні реакції.	лекції	Модульна контрольна робота, виконання домашніх завдань, опитування	15
2.1	Вміння аналізувати та інтерпретувати фазові діаграми одно- та двокомпонентних систем.	лекції	Модульна контрольна робота, виконання домашніх завдань, опитування	15
2.2	Вміння самостійно працювати з літературою з термодинаміки відкритих систем та фізичної, у тому числі знаходити необхідні дані у відповідних довідниках	лекції	Модульна контрольна робота, виконання домашніх завдань, опитування	15

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін)

Програмні результати навчання	Результати навчання дисципліни			
	1.1	1.2	2.2	2.2
ПРН 1. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та	+	+	+	+

* заповнюється за необхідністю, наприклад для практик, лабораторних курсів тощо.

практичних проблем з фізики та астрономії.				
ПРН 13. Розуміти зв'язок фізики та астрономії з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими (відповідно до спеціалізації) основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, хімії, біології тощо, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних або астрономічних досліджень	+	+		
ПРН 16 Мати навички роботи із сучасною обчислювальною технікою, вміти використовувати стандартні пакети прикладних програм і програмувати на рівні, достатньому для реалізації чисельних методів розв'язування фізичних задач, комп'ютерного моделювання фізичних та астрономічних явищ і процесів, виконання обчислювальних експериментів.			+	+
ПРН 25 Мати навички самостійного прийняття рішень стосовно своїх освітніх траєкторій та професійного розвитку.			+	+

7. Структура курсу

Курс складається з 2-х змістових модулів: «Термодинаміка багатокомпонентних багатофазних систем без хімічних реакцій», який включає в себе 8 лекцій та «Термодинаміка багатокомпонентних однофазних систем, яких протікають хімічні реакції», який складається з 7 лекцій.

8. Схема формування оцінки:

8.1 Форми оцінювання студентів: (зазначається перелік видів робіт та форм їх контролю / оцінювання із зазначенням Міп. – рубіжної та Мах. кількості балів чи відсотків)

- семестрове оцінювання:

1. Опитування під час першого змістового модуля – 10 балів/ 6 балів
2. Виконання домашніх завдань – 20 балів/ 18 балів
3. Модульна контрольна робота 1 – 10 балів/ 6 балів
4. Опитування під час другого змістового модуля – 10 балів/ 6 балів
5. Виконання домашніх завдань – 20 балів/ 18 балів
6. Модульна контрольна робота 2 – 10 балів/ 6 балів

Модуль 1: оцінка за відповіді при усному опитуванні та за модульну контрольну роботу з теми «Термодинаміка багатокомпонентних багатофазних систем без хімічних реакцій» – 40 балів (рубіжна оцінка 24 балів).

Модуль 2: оцінка за відповіді при усному опитуванні та за модульну контрольну роботу з теми «Термодинаміка багатокомпонентних однофазних систем, яких протікають хімічні реакції» – 40 балів (рубіжна оцінка 24 балів).

Для студентів, які упродовж семестру не досягли мінімального рубіжного рівня оцінки (60% від максимально можливої кількості балів) проводиться заключна семестрова контрольна робота, максимальна оцінка за яку не може перевищувати 40% підсумкової оцінки (до 40 балів за 100-бальною шкалою).

- підсумкове оцінювання у формі заліку: максимальна оцінка 20 балів (рубіжна оцінка 12 балів). Підсумкова кількість балів з дисципліни (максимум 100 балів), яка визначається як сума балів за систематичну роботу впродовж семестру та за результатами проведення заліку.

	ЗМ1/Частина 1 (за наявності)	ЗМ2/Частина 2 (за наявності)	залік	Підсумкова оцінка
Мінімум	<u>24</u>	<u>24</u>	<u>12</u>	<u>80</u>
Максимум	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>20</u>	<u>100</u>

Студент не допускається до заліку, якщо під час семестру набрав менше 48 балів. Для допуску до екзамену студент обов'язково має написати передбачені програмою контрольні роботи або написати заключну семестрову контрольну роботу..

Умовою отримання позитивної результуючої оцінки з дисципліни є досягнення не менш як 60% від максимально можливої кількості балів. Оцінка за залік не може бути меншою 12 балів для отримання загальної позитивної оцінки за курс.

8.2 Організація оцінювання: (обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням, у тому числі, результатів навчання, опанування яких перевіряється конкретним оцінюванням).

Рівень досягнення запланованих результатів навчання визначається за результатами написання та захисту письмових контрольних робіт, відповідей при усному опитуванні.

Питома вага результатів навчання у підсумковій оцінці за умови її опанування на належному рівні:

– результати навчання 1.1. – 1.2 (знання) – до 50% ;

– результати навчання 2.1. – 2.2 (вміння) – до 50% ;

У курсі передбачено 2 змістові модулі. Після завершення відповідних тем проводяться модульні контрольні роботи. Передбачено також усне опитування під час лекцій.

Шкала відповідності

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	лабораторні	Самостійна робота
<i>Змістовий модуль 1. Термодинаміка багатокомпонентних багатофазних систем без хімічних реакцій.</i>				
1	Тема 1. Термодинамічні потенціали. Рівняння стану. Хімічний потенціал. Леткість. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Виконання домашнього завдання	2	-	2
2	Тема 2. Умови термодинамічної рівноваги за відсутності зовнішніх полів, напівпроникних перегородок, хімічних реакцій та нехтування впливу міжфазної поверхні. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Виконання домашнього завдання	2	-	4
3	Тема 3. Умови рівноваги за відсутності зовнішніх полів, хімічних реакцій та нехтування впливу міжфазної поверхні, але за наявності напівпроникних перегородок. Осмотичні явища. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Виконання домашнього завдання	2	-	4
4	Тема 4. Умови рівноваги за наявності зовнішніх полів, але за умови нехтування впливу міжфазної поверхні. Повний потенціал. Електрохімічний потенціал. Седиментаційна рівновага. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Виконання домашнього завдання	4	-	8
5	Тема 5. Типи рівноваги: стабільна, метастабільна, лабільна та нейтральна. Загальний критерій стійкості термодинамічної рівноваги. Односторонні та двохсторонні збурення. Умови термічної та механічної стійкості. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Виконання домашнього завдання	2	-	4
6	Тема 6. Правило фаз Гіббса. Фаза. Компонента. Ступінь вільності термодинамічної системи. Нуль-, мого-, бі- та	2	-	4

	поліваріантні рівноваги. Співвідношення Гіббса-Дюгема. Азеотропні системи. Умови матеріальної ізоляції. Теорема Дюгема. с.р.с. Вивчення матеріалу лекцій. Виконання домашнього завдання			
7	Тема 7 Фазові діаграми в одно- та двокомпонентних системах. с.р.с. Вивчення матеріалу лекцій. Виконання домашнього завдання	2	-	4
	Модульна контрольна робота 1	-	-	2
Змістовий модуль 2. Термодинаміка багатокомпонентних однофазних систем, яких протікають хімічні реакції.				
8	Тема 8. Стехіометричне рівняння. Координата хімічної реакції. Швидкість протікання хімічної реакції. Спорідненість і теплота хімічної реакції. Закон Гесса. Спорідненість хімічної реакції. с.р.с. Вивчення матеріалу лекцій. Виконання домашнього завдання.	2	-	4
9	Тема 9. Стандартні ентальпія, ентропія, та вільна енергія Гіббса хімічних реакцій. Теплота згоряння. Стандартна вільна енергія Гіббса утворення речовини. Розрахунок стандартної вільної енергії Гіббса. Таблиці значень стандартних вільної енергії Гіббса, ентальпії та ентропії. с.р.с. Вивчення матеріалу лекцій. Виконання домашнього завдання	2	-	4
10	Тема 10. Вплив тиску і температури на сталу хімічної реакції. Рівняння Вант-Гоффа. Вихід хімічної реакції. Принцип Ле Шательє-Брауна. с.р.с. Вивчення матеріалу лекцій. Виконання домашнього завдання	2	-	4
11	Тема 11. Хімічний потенціал неідеального розчину. Активність. Коефіцієнт активності. Стандартний стан розчинника і розчиненої речовини. Леткість суміші реальних газів. Парціальний тиск пари розчиненої речовини. Закон Генрі. с.р.с. Вивчення матеріалу лекцій. Виконання домашнього завдання	2	-	4
12	Тема 12. Стала хімічної рівноваги. Хімічні реакції в ідеальних та неідеальних системах.. с.р.с. Вивчення матеріалу лекцій. Виконання домашнього завдання	2	-	4
13	Тема 13. Спряжені хімічні реакції. Співвідношення Онсагера для хімічних реакцій. Термодинамічний зміст біохімічних циклів. с.р.с. Вивчення матеріалу лекцій. Виконання домашнього завдання	2	-	4
14	Тема 14. Окисно-відновні реакції. Перетворення хімічної енергії в електричну. Електрохімічний потенціал. Міжфазна різниця потенціалів. Типи електродів. с.р.с. Вивчення матеріалу лекцій. Виконання домашнього завдання	2	-	4
	Підсумкова модульна контрольна робота	-	-	2
	Диференційований залік	-	-	2
	ВСЬОГО	30		60

Примітка: слід зазначити теми, винесені на самостійне вивчення

Загальний обсяг 90 год.³, в тому числі:

Лекцій – 30 год.

³ Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

Семінари – **0 год.**
Практичні заняття – **0 год.**
Лабораторні заняття – **0 год.**
Тренінги – **0 год.**
Консультації – **0 год.**
Диференційований залік – **2 год**
Самостійна робота – **60 год.**

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА⁴:

Основна: (Базова)

1. Sherwood D., Dalby P. Modern thermodynamics for chemists and biochemists. – Oxford University Press, 2018. – 901 p.
2. Булавін Л.А., Сисоєв В.М. Фізика фазових переходів. – К., 2010. – 400 с.
3. Sandler S.I. Chemical, biochemical and engineering thermodynamics. Fifth edition. – Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc, 2016. – 1030 p.
4. Atkins P. Physical chemistry. – Oxford university press, 2018. – 940 p.

Додаткова:

1. Яцимирський В.К.. Фізична хімія. – К.: Київський університет, 2007. – 517 с.
2. Булавін Л.А., Ключников О.О., Плевачук Ю.О., Склярчук В.И., Сисоєв В.М. Термодинаміка розплавів. – Чорнобиль: Інститут проблем безпеки АЕС, 2014. – 388 с.

⁴ В тому числі Інтернет ресурси