

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Інститут високих технологій

Кафедра теоретичних основ високих технологій



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Рівноважна термодинаміка і квантова статистика

(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань 09 Біологія
(шифр і назва)
спеціальність 091 Біологія
(шифр і назва спеціальності)
освітній рівень бакалавр
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)
освітня програма Біологія (високі технології)
(назва освітньої програми)
вибірковий блок (за наявності) _____
(назва спеціалізації)
вид дисципліни вибіркова

Форма навчання денна
Навчальний рік 2022/2023
Семестр 7
Кількість кредитів ECTS 5
Мова викладання, навчання та оцінювання українська
Форма підсумкового контролю іспит

Викладачі: Васильєв Т.А.

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

Пролонговано: на 20 /20 н.р. () « » 20 р.
(підпис, ПІБ, дата)
на 20 /20 н.р. () « » 20 р.
(підпис, ПІБ, дата)

Розробник: *(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)*
Васильєв Т.А., к.ф.-м.н., асистент кафедри теоретичних основ високих технологій

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри теоретичних основ високих технологій

_____ (Лозовський В.З.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № 11 від «3» березня 2021 р.

Схвалено науково - методичною комісією Інституту високих технологій

Протокол від «05» березня 2021 року №3

Голова науково-методичної комісії _____ (Русінчук Н.М.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

1. Мета дисципліни – є поглиблене вивчення законів термодинаміки, та теоретичних методів статистичної фізики. Дисципліна “Рівноважна термодинаміка і квантова статистика” має на меті вивчення студентами основних явищ і законів рівноважної термодинаміки, оволодіння методами статистичної фізики, а також методами сучасного дослідження і зрештою формування в них наукового світогляду, сучасного фізичного мислення. Завданням дисципліни “Рівноважна термодинаміка і квантова статистика” є: вивчення об’єктивних закономірностей навколишнього світу; опанування алгоритмами і методами розв’язування конкретних складних задач із різних розділів рівноважної термодинаміки і квантової статистики.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):

Для успішного опанування курсу студент повинен володіти знаннями, що були отримані при вивченні курсів фізики (механіка) та вищої математики в обсязі звичайної програми для студентів не фізико-математичного напрямку навчання.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Дисципліна “Рівноважна термодинаміка і квантова статистика” є фундаментом, на якому базується вивчення інших спеціальних дисциплін у вищих навчальних закладах природничого та технічного напрямків. У цьому курсі особлива увага приділяється поясненню фізичної суті явищ, що вивчаються, ознайомленню з поняттями, моделями й законами для того, щоб надалі завдяки здобутим знанням можна було розв’язувати різноманітні прикладні задачі рівноважної термодинаміки та квантової статистики. Курс “Рівноважна термодинаміка і квантова статистика” поряд із курсом вищої математики становить підґрунтя теоретичної підготовки вчених-дослідників і відіграє важливу роль фундаментальної фізико-математичної бази, яка сприяє успішній діяльності дослідника.

4. Завдання (навчальні цілі):

Навчання дисципліні має на меті розвивати у студентів такі загальні та фахові компетентності:

ЗК03. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК04. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК05. Здатність спілкуватися державною мовою як усно так і письмово.

ЗК07. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК08. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

СК01. Здатність застосовувати знання та вміння з математики, фізики, хімії та інших суміжних наук для вирішення конкретних біологічних завдань.

СК02. Здатність демонструвати базові теоретичні знання в галузі біологічних наук та на межі предметних галузей.

СК03. Здатність досліджувати різні рівні організації живого, біологічні явища і процеси.

СК04. Здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів і технологічних засобів у польових і лабораторних умовах.

СК05. Здатність до критичного осмислення новітніх розробок у галузі біології і професійній діяльності.

СК11. Вміння формулювати задачі моделювання, створювати моделі об’єктів і процесів у живих організмах та їхніх компонентах із використанням математичних методів й інформаційних технологій.

СК12. Здатність використовувати та модифікувати сучасні біотехнології для вирішення актуальних біологічних проблем.

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)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	<i>Знати: Закони термодинаміки, та методи статистичної фізики.</i>	<i>Лекція, практичне заняття</i>	<i>Тест, 60% правильних відповідей</i>	30%
2.1	<i>застосовувати закони термодинаміки для розв'язування практичних задач; використовувати фізичні закони й засоби досліджень під час вивчення загальнонаукових, технічних, спеціальних та технологічних дисциплін;</i>	<i>практичне заняття, самостійна робота студентів, консультація</i>	<i>модульні контрольні роботи</i>	40%
2.2	<i>вміти будувати математичні моделі для реальних задач квантової статистичної фізики;</i>	<i>практичне заняття, самостійна робота студентів, консультація</i>	<i>модульні контрольні роботи</i>	20%
4.1	<i>вміти самостійно розбиратися в суті природничої проблеми, яка є в рекомендованій літературі;</i>	<i>самостійна робота студентів</i>	<i>Тест, модульні контрольні роботи</i>	10%
4.2	<i>Розвиток творчого підходу до розв'язування задач; розвиток логічного та аналітичного мислення.</i>	<i>практичне заняття, самостійна робота студентів</i>		

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін які не входять до блоків спеціалізації)

Результати навчання дисципліни	1.1	2.1	2.2	4.1	4.2
<i>ПРО6. Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, екології, математики у процесі навчання та забезпечення професійної діяльності.</i>	+	+			
<i>ПРО8. Знати та розуміти основні терміни, концепції, теорії і закони в галузі біологічних наук і на межі предметних галузей.</i>			+		
<i>ПРО11. Розуміти структурну організацію біологічних систем на молекулярному рівні.</i>				+	+
<i>ПРО26. Застосовувати та модифікувати сучасні біотехнології для вирішення актуальних біологічних проблем.</i>				+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів

Контроль знань здійснюється за модульно-рейтинговою системою, яка складається із 2 змістових модулів. Система оцінювання знань включає поточний, модульний та семестровий контроль знань. Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою. Форми поточного контролю: оцінювання домашніх робіт, письмових самостійних завдань, тестів та контрольних робіт, виконаних студентами під час практичних занять.

Студент може отримати максимально 60 балів за виконання домашніх робіт, самостійних завдань, усні відповіді, тести, доповнення на практичних заняттях, роботу та активність на лекціях (по 30 балів у кожному змістовому модулі. Модульний контроль: 2 модульні контрольні роботи (МКР).

Підсумковий семестровий контроль у першому семестрі проводиться у формі заліку (40 балів). Екзаменаційний білет включає 2 теоретичні питання (по 10 балів) та 2 задачі (по 10 балів).

Оцінювання за формами контролю у першому семестрі:

	ЗМ1		ЗМ2		Екзамен	
	<i>Min.</i> 0 балів	<i>Max.</i> 20 балів	<i>Min.</i> 0 балів	<i>Max.</i> 20 балів	<i>Min.</i> 0 балів	<i>Max.</i> 40 балів
Домашні завдання, письмові самостійні завдання		5		5		
Робота та активність на лекціях		5		5		
Модульна контрольна робота		20		20		

Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за екзамен не може бути меншою 24 балів.

Студент не допускається до заліку/екзамену, якщо під час семестру набрав менше ніж 20 балів (рекомендований мінімум – 36 балів). Для студентів, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум для одержання іспиту/заліку обов'язкова перездача МКР.

7.2 Організація оцінювання: Модульний контроль проводиться за графіком: модульна контрольна робота №1 – на практичному занятті 16, модульна контрольна робота №2 – на практичному занятті 29.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни.

Тематичний план лекцій і практичних занять

№ п/п	Назва теми*	Кількість годин		
		лекції	семінари/ практичні/ лабораторні вибрати необхідне	Самостійна робота
<u>ЗМ1: Рівноважна термодинаміка</u>				
1	<i>Закони термодинаміки:</i> Перше та друге начала термодинаміки, термодинамічні потенціали.	2	2	3
2	<i>Мікростани і мікростани термодинамічної системи:</i> Мікростани і мікропараметри, макростани і макропараметри. Статистичний ансамбль. Середнє за часом, математичне очікування, ергодична гіпотеза. Мікроканонічний розподіл	3	2	6
3	<i>Канонічний ансамбль:</i> Розподіл Гіббса. Статистична сума канонічного розподілу. Вільна енергія, ентропія, рівняння стану. Схема статистичного розрахунку в випадку канонічного розподілу.	4	4	12
4	<i>Ідеальний газ:</i> Розподіл Гіббса для ідеального газу. Статистична сума для ідеального газу. Розподіл Максвелла. Ідеальний газ у потенціальному полі. Розподіл Больцмана.	2	2	7
5	<i>Великий канонічний ансамбль.</i> Великий канонічний розподіл. Термодинамічний потенціал великого канонічного розподілу. Зв'язок статсум великого канонічного і канонічного розподілів. Схема статистичного розрахунку в випадку великого канонічного розподілу.	4	4	10
6	<i>Умови термодинамічної рівноваги.</i> Умови термодинамічної рівноваги ізольованої системи. Фазова рівновага. Фазові переходи. Умови термодинамічної рівноваги неізольованої системи. Умови хімічної рівноваги.	2	2	6
	<i>Модульна контрольна робота № 1</i>		1	
<u>ЗМ2: Квантова статистика</u>				
7	<i>Густина станів.</i> Квантова частинка у скриньці. Обчислення густини станів за допомогою дельта-функції Дірака.	3	2	6
8	<i>Статистика Фермі-Дірака.</i> Статистика частинок фермі. Електронний газ. Внутрішня енергія електронного газу для температури близької до нуля. Умови виродження.	4	4	10
9	<i>Статистика Бозе-Ейнштейна.</i> Статистика частинок Бозе. Конденсат Бозе.	4	4	10
10	<i>Фотонний газ.</i> Закон випромінювання Планка. Закон зміщення Віна. Закон Стефана-Больцмана.	2	2	6

11	Теорія флуктуацій. Дисперсія, середньоквадратичне відхилення. Ентропія. Ентропійна сила.	2	2	4
12	Магнітно активні системи. Магнітний диполь. Вільна енергія магнітно активного середовища. Середньоквадратична флуктуація магнетизації. Магнітний резонанс. Модель Ізінга.	2	2	3
	Модульна контрольна робота № 2		1	
	ВСЬОГО	34	34	82

Загальний обсяг 150 год., в тому числі (вибрати необхідне):

Лекцій – 34 год.

Семінари – 34 год.

Самостійна робота - 82 год.

9. Рекомендовані джерела:

Основна:

1. К.С. Королюк, С. Мельник, О. Валь «Основи статистичної фізики та термодинаміки», Чернівці, 2004, 348с.
2. P. Kulhánek "Vybrané kapitoly z teoretické fyziky II", Praha, Aldebaran, 2020, pp.1-98.

Додаткова:

3. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц «Статистическая физика», Москва, Наука, 1976, 566с.

10. Додаткові ресурси:

1. <https://ocw.mit.edu/courses/8-592j-statistical-physics-in-biology-spring-2011/>
2. <https://www.aldebaran.cz/download.php>