

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
фізико-математичний факультет
кафедра фізики

1. Загальна інформація про курс

Назва курсу, мова викладання	Термодинаміка і статистична фізика. Викладається українською.
Викладач	Поведа Руслан Анатолійович, доцент кафедри фізики, доцент.
Профайл викладачів	http://fizkaf.kpnu.edu.ua/sklad-kafedry/
E-mail:	povedar@kpnu.edu.ua
Сторінка курсу в MOODLE	https://moodle.kpnu.edu.ua/course/view.php?id=1220
Консультації	Консультації проводяться згідно графіку.

2. Анотація до курсу

В курсі «Термодинаміка і статистична фізика» яку інколи також називають «статистична механіка», що базується на ідеях, головні з яких відомі ще з епохи античного світу, тобто понад дві тисячі років викладено сучасне розуміння процесів в навколишньому світі, показано зв'язок з класичної фізикою та квантовими ефектами, що дає можливість значною мірою активізувати навчально-пізнавальну діяльність студентів, піднести ефективність оволодіння знаннями.

3. Мета та цілі курсу

Метою викладання навчальної дисципліни «Статистична фізика та термодинаміка» є ознайомити студентів з основними поняттями, явищами та законами, що їх описують статистичні та термодинамічні закономірності.

4. Формат курсу

Стандартний очний навчальний курс.

4. Результати навчання

Основними завданнями вивчення дисципліни «Статистична фізика та термодинаміка» є виробити вміння застосувати теоретичні знання для аналізу і опису процесів, розрахунку або оцінки їх параметрів та перевірки основних законів; розвинути логічне мислення.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **ЗНАТИ:**

- Основні закони статистичної фізики та термодинаміки та застосовувати їх при розв'язку задач;
- Способи обробки, аналізу та представлення результатів отриманих в процесі виконання досліджень;
- Принципи роботи з джерелами знань навчальної та наукової літературою, інтернет джерелами;
- Принципи отримання, збору, аналізу, порівняння, систематизації і узагальнення інформації, фактів, природніх явищ і процесів;
- Питання охорони праці та техніки безпеки при роботі з приладами.

ВМІТИ:

- застосовувати отриманні знання для теоретичного аналізу фізичних властивостей складних систем,
- застосовувати отриманні знання для розв'язання практичних завдань і вправ.
- Застосовувати сучасні методи й освітні технології.
- Використовувати системні знання з фізики.
- Аналізувати предметні задачі, розглядати різні способи їх розв'язання.

6. Обсяг і ознаки курсу

Найменування показників	Характеристика навчального курсу
	денна форма навчання
Освітня програма, спеціальність	014 середня освіта (Фізика)
Рік навчання/ рік викладання	4-й / 2020-2021
Семестр вивчення	8-й
нормативна/вибіркова	нормативна
Кількість кредитів ЄКТС	4,5
Загальний обсяг годин	135
Кількість годин навчальних занять	63
Лекційні заняття	30
Практичні заняття	24
Семінарські заняття	-
лабораторні заняття	-
Самостійна та індивідуальна робота	81
Форма підсумкового контролю	екзамен

8. Пререквізити курсу

Передумови для вивчення дисципліни: вивчення базових фізико-математичних дисциплін.

9. Технічне й програмне забезпечення /обладнання

Вивчення курсу не потребує використання програмного забезпечення, крім загальнонавчаних.

10. Політики курсу

Відвідування занять. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і практичні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.

Поведінка в аудиторіях. Очікується, що впродовж лекційних і практичних занять студенти дотримуються діючих правил охорони праці, безпеки життєдіяльності.

Письмові роботи. Очікується, що студенти виконають модульну контрольну роботу.

Норми етичної поведінки. Відповідно до діючого в Кам'янець-Подільському національному університеті імені Івана Огієнка університеті кодексу академічної доброчесності, всі учасники освітнього процесу в університеті повинні дотримуватись вимог чинного законодавства України, Статуту і Правил внутрішнього розпорядку Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка, загальноприйнятих моральних принципів, правил поведінки та корпоративної культури; підтримувати атмосферу доброзичливості, відповідальності, порядності й толерантності; підвищувати престиж університету досягненнями в навчанні та науково-дослідницькій діяльності; дбайливо ставитися до університетського майна.

Академічна доброчесність. Очікується, що роботи студентів будуть їх власними дослідженнями чи міркуваннями. Студенти не видають за свої результати роботи інших людей. При використанні чужих ідей і тверджень у власних роботах обов'язково посилаються на використані джерела інформації. Під час оцінювання результатів навчання не користуються недозволеними засобами, самостійно виконують навчальні завдання, завдання поточного та підсумкового контролю результатів навчання.

10. Програма навчальної дисципліни.

Тема1 Історія розвитку молекулярно-кінетичної теорії. Динамічний та статистичний методи в фізиці. Феноменологічна термодинаміка та статистична фізика як теорія мікроскопічних процесів.

Термодинамічні системи, параметри і рівновага. Температура, нульове начало термодинаміки. Гомогенні і гетерогенні системи. Рівноважні і нерівноважні процеси. Внутрішня енергія системи. Робота і теплота. Термічне і калоричне рівняння стану.

Перше начало термодинаміки. Рівняння першого начала термодинаміки. Теплоємності і теплоти ізотермічних змін зовнішніх параметрів. Загальний вираз для зв'язку між теплоємностями при сталому тиску і сталому об'ємі. Основні термодинамічні процеси (ізотермічний, адіабатний і політропний) та їх рівняння. Зв'язок між коефіцієнтами пружності і теплоємностями

Тема2 Друге начало термодинаміки. Вихідне формулювання другого принципу термодинаміки. Оборотні і необоротні процеси. Ентропія і абсолютна температура. Термодинамічна шкала температур. Специфічність теплоти як форми передачі енергії. Основне рівняння термодинаміки для рівноважних процесів. Зв'язок між термічним і калоричним рівняннями стану. Зростання ентропії при дифузії газів і парадокс Гіббса. Друге начало термодинаміки для нерівноважних процесів. Закон зростання ентропії.

Тема3 Цикл Карно . Третє начало термодинаміки. Хімічна спорідненість. Формулювання третього начала термодинаміки. Недосяжність абсолютного нуля. Виродження ідеального газу.

Методи термодинаміки. Метод циклів. Метод термодинамічних потенціалів. Рівняння Гіббса-Гельмгольца. Термодинамічні потенціали систем із змінним числом частинок. Хімічний потенціал. Недоліки термодинамічного методу опису процесів

Тема4 Умови рівноваги і стійкості термодинамічних систем. Загальні умови термодинамічної рівноваги і стійкості. Стійка рівновага адіабатичної ізольованої системи. Принцип максимуму ентропії. Критерії стійкості ізотермічних систем. Принцип Ла Шательє-Брауна

Тема5 Застосування термодинаміки. Ефект Джоуля-Томсона. Зрідження реальних газів. Охолодження газу при оборотному адіабатичному розширенні. Термодинамічні функції діелектриків і магнетиків. Магнітне і ядерне охолодження. Термодинаміка випромінювання.

Тема6 Умови рівноваги фаз в гетерогенних системах. Правило фаз Гіббса.. Діаграми стану однокомпонентних систем. Лінії рівноваги фаз. Потрійні точки. Класифікація фазових переходів. Фазові перетворення першого роду та рівняння Клапейрона-Клаузіуса.

Тема7 Макроскопічний і мікроскопічний стани системи. Опис руху в класичній механіці. Мікро- та макроскопічні стани багаточастинкової системи.

Рівноважний стан. Статистичний ансамбль систем. Фазовий простір. Густина фазових точок. Теорема Ліувілля.

Тема8 Постулат рівноймовірності мікростанів з однаковою енергією. Термодинамічна ймовірність або статистична вага макростану системи Імовірність стану та ймовірність значення фізичної величини. Припущення про рівність середнього за статистичним ансамблем. Ергодична гіпотеза. Обчислення статистичного середнього за допомогою функції розподілу від енергії. Ізольована система. Мікроканонічний розподіл густини ймовірності.. Статистичний зміст ентропії.

Квазізамкнена система. Канонічний розподіл Гіббса. Вивід канонічного розподілу з мікроканонічного. Вивід канонічного розподілу з принципу максимуму ентропії. Термодинамічний зміст параметрів канонічного розподілу. Канонічний розподіл в квантовій і класичній статистиках. Межі застосування канонічного розподілу. Квазікласичне наближення.

Тема9 Великий канонічний розподіл. Квазізамкнена система із змінним числом частинок. Великий канонічний розподіл. Вивід великого канонічного розподілу із принципу максимуму ентропії. Термодинамічний зміст параметрів великого канонічного розподілу. Рівняння стану. Вивід рівняння стану із умови нормування канонічного розподілу.

Тема10 Обчислення термодинамічних потенціалів за допомогою канонічного розподілу. Термодинамічні величини як середні по канонічному розподілу. Знаходження термодинамічних потенціалів через статистичну суму. Обчислення внутрішньої енергії ідеального газу за допомогою статистичного методу. Вивід рівняння Гіббса-Гельмгольца із умови нормування канонічного розподілу. Статистичний зміст ентропії.

Статистичний зміст законів термодинаміки. Перше начало термодинаміки. Теплота і робота, їх мікроскопічний зміст. Вивід із умови нормування канонічного розподілу об'єднаного запису першого і другого начал термодинаміки. Статистичний характер другого начала термодинаміки. Статистичне обґрунтування третього начала термодинаміки. Теплоємність.

Тема11 Ідеальний газ. Обчислення термодинамічних функцій класичного ідеального газу. Статистичний інтеграл для ідеального газу. Розподіл Максвелла-Больцмана. Молекула ідеального газу як квазінезалежна підсистема. Розподіл молекул за імпульсами і координатами. Розподіл молекул за швидкостями і енергіями. Розподіл молекул за висотою у полі сил тяжіння.

Реальний газ. Врахування взаємодії між молекулами. Статистичний інтеграл для реального газу. Рівняння стану реального одноатомного газу.

Тема12 Теорема про рівномірний розподіл енергії за ступенями вільності. Вивід теореми із канонічного розподілу.

Застосування теореми в класичній теорії теплоємностей. Результати класичної теорії теплоємностей і порівняння їх з експериментальними даними.

Тема13 Різні моделі поведінки частинок. Модель Максвелла-Больцмана. Тотожність частинок. Моделі Бозе-Ейнштейна і Фермі-Дірака..

Вивід формул статистичних розподілів Фермі-Дірака і Бозе-Ейнштейна. із великого канонічного розподілу. Умови переходу до розподілу Гіббса (Максвелла-Больцмана), критерій виродження

Тема14 Вільні електрони в металах як вироджений Фермі-газ.

Аналіз розподілу Фермі-Дірака. Рівень Фермі. Характеристична температура.

Фотонний газ. Рівноважне випромінювання як фотонний газ. Формула та

розподіл Планка. Закон Віна. Закон Стефана-Больцмана. Поняття безе-конденсації при низьких температурах.

Тема15 Поняття про флуктуації. Розрахунок флуктуацій за допомогою канонічного розподілу Гіббса. Флуктуації основних термодинамічних величин. Флуктуації випромінювання..

Поняття про броунівський рух. Розрахунок середнього квадрата зміщення броунівської частинки

Поняття про кінетичне рівняння Больцмана та нерівноважні функції розподілу. Інтеграл зіткнень та час релаксації. Рівняння балансу для фізичної величини, яка характеризує явище переносу.

11. Система оцінювання та вимоги

Курс “Термодинаміка і статистична фізика.” складається з одного кредитного модуля. Для оцінювання знань, умінь та навичок студентів передбачається проведення поточного контролю на практичних заняттях, письмової модульної контрольної роботи. Поточний контроль полягає в перевірці теоретичних знань та практичних умінь і навичок. Результати перевірки самостійної роботи також входять до поточного контролю.

Максимальний бал оцінки поточної успішності студентів на практичних заняттях приймається рівним 12.

Модульна контрольна робота вважається виконаною у разі, якщо її оцінено не менше, ніж на 60% від вагового балу. При виставлянні оцінок за модульну контрольну роботу слід враховувати якість та повноту усіх виконаних завдань. Критерієм успішного проходження здобувачем вищої освіти підсумкового оцінювання є відсутність поточної заборгованості, отримання не менше 60% балів за модульну контрольну роботу.

Критерії оцінювання результатів навчання

Поточний і модульний контроль (60 балів)		екзамен	Сума
Змістовий модуль		40	100
Поточний контроль	МКР		
30 балів	30 балів		

12. Список рекомендованої літератури

1. Василевский А.С., Мултановский В.В. Стат. физика и термодинамика. М.: Просвещение, 1985.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика, М.: Наука, 1964, – 568 с.
3. Левич В.Г. Курс теоретической физики, т. 1. М.: ФМ., 1962.
4. Васильев А.М. Введение в статистическую физику. М.: Высш. шк., 1980. – 272 с.
5. Киттель Ч. Статистическая термодинамика. М.: Наука, 1977. – 336 с.
6. Смирнова Н.А. Методы статистической термодинамики в физической химии. Учеб. пособие. М.: Высш. шк., 1969. – 480 с.
7. Терлецкий Я.П. Статистическая физика. М.: Высш. шк., 1973. – 280 с.
8. Базаров И.П. Термодинамика. М.: Высш. шк., 1976. – 447 с.
9. Жирифалько Л. Статистическая физика твердого тела. М.: Мир, 1975 – 382 с.
10. А.М. Федорченко. Вступ до курсу статистичної фізики та термодинаміки, Київ: Вища шк., 1973. – 188 с.
11. Румер Ю.Б., Рывкин М.Ш. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. М.: Наука, 1972. – 400 с
12. Федорченко А.М. Теоретична фізика. Т.2. Квантова механіка, термодинаміка і статистична фізика.- К.: Вища школа.- 1993.- 415 с.
13. Гречко Л.Г., Сугаков В.И., Томасевич О.Ф., Федорченко А.М. Сборник задач по теоретической физике.- М.: Высшая школа.- 1984.- 320 с.
14. Чуйко Г. П., Поведа Р.А. Поведа Т.П. Статистична фізика та термодинаміка. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2008. – 146 С. Режим доступу: URL: <https://sites.google.com/site/povedar/>