

**Державний вищий навчальний заклад
“Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника”**

Кафедра фізики і методики викладання

**ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Термодинаміка і статистична фізика

Спеціальність 105 - Прикладна фізика

Фізико-технічний факультет

Івано-Франківськ – 2019

**Навчальна програма курсу – Термодинаміка і статистична фізика
за спеціальністю 105 – Прикладна фізика „___” _____ 2019 р. – 10 с.**

Розробник: Кланічка В.М. В, професор

**Наавчальна програма затверджена на засіданні кафедри фізики і
методики викладання, протокол від “___” _____ 20__ р. № ___**

Завідувач кафедри _____ (доц. Ліщинський І.М.)

“___” _____ 20__ р.

Схвалено методичною комісією факультету.

Протокол від “___” _____ 20__ р. № ___

Голова _____ (проф. Яцура М.М.)

“___” _____ 20__ р.

**Пояснювальна записка до навчальної програми курсу
«Термодинаміка і статистична фізика»**

Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета викладання дисципліни:

Вивчення основних законів термодинаміки рівноважних процесів, термодинамічних властивостей макроскопічних систем, основних експериментальних закономірностей, які лежать в основі законів термодинаміки, статистичних методів опису класичних і квантових макроскопічних систем, зв'язку законів термодинаміки і статистичних методів опису, а також формування у студентів знань і умінь, що дозволяють моделювати термодинамічні явища і проводити чисельні розрахунки відповідних фізичних величин.

Завдання вивчення дисципліни.

У результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

Знати:

- базову термінологію, що належить до термодинамічних явищ, основні поняття, закони термодинаміки і статистичної механіки та їх математичний вираз;
- фундаментальні досліди, які лежать в основі законів термодинаміки;
- логіку побудови термодинаміки на основі фундаментальних дослідів;
- основні статистичні методи опису макроскопічних систем.

Вміти:

- розкрити роль статистичних закономірностей у природі, сформулювати основні завдання теорії електромагнетизму, встановити область застосовності електромагнітної теорії, описати її структурні елементи і поняття;
- розглянути основні експериментальні закономірності термодинамічних явищ, статистичні методи опису властивостей речовини, структуру і математичну форму основних рівнянь статистичної механіки і термодинаміки, особливості їх використання при описі різних явищ;
- розглянути основні методи експериментального і теоретичного дослідження термодинамічних явищ, використання термодинамічних явищ у сучасних технологіях;
- проаналізувати основні принципи моделювання термодинамічних явищ, встановити область застосовності цих моделей, розглянути способи обчислення фізичних величин, які характеризують явища;
- продемонструвати зв'язок фундаментальних дослідів із законами термодинаміки за допомогою відомих математичних методів;
- вирішувати задачі з даної дисципліни;

- моделювати термодинамічні явища і проводити чисельні розрахунки відповідних фізичних величин у загальноприйнятих системах одиниць.

Навчальна програма з курсу «Термодинаміка і статистична фізика»

Вступ

1. Термодинаміка і статистична фізика як макроскопічна та мікроскопічна теорії теплової форми руху матерії відповідно. Феноменологічний метод термодинаміки і мікроскопічний метод статистичної механіки.

Основи термодинаміки. Статистична фізика рівноважних систем. Основні положення та методи термодинаміки

1. Основні етапи розвитку термодинаміки і статистичної фізики. Термодинамічні системи. Стан термодинамічної рівноваги. Рівноважні та нерівноважні процеси. Внутрішня енергія термодинамічної системи, робота, теплота. Термічне і калоричне рівняння стану. Перше начало термодинаміки. Теплоємності. Основні термодинамічні процеси та їх рівняння.
2. Вихідне формулювання другого начала термодинаміки. Оборотні та необоротні процеси. Принцип адіабатної недосяжності Каратеодорі і друге начало термодинаміки для рівноважних процесів. Ентропія і термодинамічна температура. Математичне обґрунтування існування ентропії. Термодинамічна шкала температур.
3. Основне рівняння термодинаміки для рівноважних процесів. Зв'язок між термічним і калоричним рівнянням стану. Парадокс Гіббса. Друге начало термодинаміки для нерівноважних процесів. Закон зростання ентропії. Нерівність Клаузюса. Цикл Карно і теореми Карно. Третє начало термодинаміки. Недосяжність абсолютного нуля температури.
4. Метод циклів. Метод термодинамічних потенціалів. Рівняння Гіббса-Гельмгольца. Термодинамічні потенціали систем зі змінною кількістю частинок. Термодинаміка діелектриків і магнетиків.

Методи отримання низьких температур

1. Процес необоротного адіабатного розширення (процес Джоуля–Томсона).
2. Процес оборотного адіабатного розширення.
3. Процес оборотного розмагнічення парамагнетика.

Фазові переходи

1. Умови рівновага термодинамічних систем. Фази і компоненти. Умови рівноваги у багатофазній багатокомпонентній системі, правило фаз Гіббса. Термодинамічні нерівності. Принцип Ле Шательє.
2. Класифікація Еренфеста фазових переходів. Фазові переходи першого

роду, рівняння Клапейрона–Клаузіуса. Правило Максвелла для фазових переходів першого роду. Фазові переходи другого роду, рівняння Еренфеста. Фазовий перехід у надпровідний стан у відсутності та при наявності магнітного поля. Напівфеноменологічна теорія Ландау фазових переходів другого роду. Поверхневі явища. Критичні явища.

Основні поняття та принципи статистичної механіки

1. Мікроканонічний ансамбль, термодинамічні функції мікроканонічного ансамблю. Канонічний ансамбль, термодинамічні функції канонічного ансамблю. Великий канонічний ансамбль, термодинамічні функції великого канонічного ансамблю. Розподіли Бозе–Айнштейна, Фермі–Дірака, Максвелла–Больцмана для ідеального газу.
2. Теорема про рівномірний розподіл енергії за ступенями вільності та теорема про віріал.
3. Класична система заряджених частинок, метод Дебая–Хюккеля.

Статистична фізика рівноважних систем. Термодинаміка необоротних процесів та елементи фізичної кінетики. Квантові гази.

1. Ідеальний фермі–газ: властивості розподілу Фермі–Дірака, хімічний потенціал повністю виродженого фермі–газу, термодинамічні функції сильно виродженого фермі–газу. Релятивістський вироджений електронний газ. Електронний газ в металах.
2. Ідеальний бозе-газ: властивості розподілу Бозе–Айнштейна, температура бозе-конденсації. Термодинамічні функції сильно виродженого бозе-газу нижче температури конденсації. Рівноважне випромінювання: формула Планка, закон зміщення Віна, закон Стефана–Больцмана. Термодинамічні функції рівноважного випромінювання.
3. Теорія Дебая теплоємності твердих тіл, низькі та високі температури. Термодинамічні функції двохатомних ідеальних газів: характеристичні температури, внесок в термодинамічні функції коливальних ступенів вільності, внесок в термодинамічні функції обертальних ступенів вільності. Системи з обмеженим зверху енергетичним спектром і абсолютні від'ємні температури.

Рекомендована література

Основна і додаткова література

1. Куни Ф.М. Статистическая физика и термодинамика М.: Наука, 1981
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика М.:Наука, 1976
3. Румер Ю.Б., Рывкин М.С. Термодинамика, статистическая физика и кинетика М.:Наука, 1977
4. Гиббс Дж. В. Термодинамика. Статистическая динамика М.:Наука, 1982

5. Больцман Л. Лекции по теории газов М.: Гостехиздат, 1956
6. Боголюбов Н.Н. Проблемы динамической теории в статистической физике. Избр. труды К.: Наукова думка, 1970
7. Леонтович М.А. Введение в термодинамику. Статистическая физика М.:Наука, 1976
8. Хуанг К. Статистическая механика М.:Мир, 1967
9. Кубо Р. Статистическая механика М.: Мир, 1967
10. Уленбек Дж., Форд Дж. Лекции по статистической механике М.:Мир, 1965
11. Балеску Р. Равновесная и неравновесная статистическая механика. Т.2 М.:Мир, 1978
12. Базаров И.П. Термодинамика М.:Высш. школа, 1976
13. Радушкевич Л.В. Курс термодинамики М.:Просвещение, 1971
14. Де Гроот С., Мазур П. Неравновесная термодинамика М.:Мир, 1967
15. Сборник задач по теоретической физике. Уч. Пособие для вузов М.:Высш. школа, 1972