

Програма курсу «Термодинаміка і статистична фізика»

1. Основні принципи статистики.

Мікроскопічний і макроскопічний стани системи.
Число станів і густина станів.
Функція розподілу.
Середні значення фізичних величин.
Матриця густини.
Статистична незалежність.
Теорема Ліувілля.
Мікроканонічний розподіл.
Ентропія.
Ентропія ідеального газу.
Закон зростання ентропії.

2. Термодинамічні величини.

Температура і тиск.
Макроскопічний рух.
Адіабатичний процес.
Робота і кількість тепла.
Перше і друге начала термодинаміки.
Теплова функція. Вільна енергія. Потенціал Гіббса.
Співвідношення між похідними термодинамічних величин.
Процес Джоуля-Томсона.
Максимальна робота. Цикл Карно.
Максимальна робота в середовищі. Нерівність Клаузіуса.
Умови рівноваги.
Термодинамічні нерівності.
Принцип Ле-Шательє.
Теорема Нернста.
Залежність термодинамічних величин від числа частинок.
Хімічний потенціал. Великий потенціал.
Рівновага тіла у зовнішньому полі.
Термодинаміка діелектриків і магнетиків.
Тіла, які обертаються.
Релятивістська термодинаміка.

3. Розподіл Гіббса.

Канонічний розподіл.
Канонічний розподіл і термодинаміка.
Великий канонічний розподіл.
Великий канонічний розподіл і термодинаміка.
Ізобарично-ізотермічний ансамбль.
Статистичний оператор системи в термостаті.
Термодинамічна теорія збурень.

4. Ідеальний газ.

Розподіл Максвелла-Больцмана.
Термодинамічні функції ідеального газу.

Двохатомний газ.
 Магнетизм газів.
 Дворівнева система. Відємні температури.

5. Ідеальні фермі- і бозе-гази.

Розподіл Фермі-Дірака.
 Вироджений електронний газ.
 Елементарні збудження в ідеальному фермі-газі.
 Теплоємність виродженого електронного газу.
 Рівняння стану ідеального електронного газу.
 Парамагнетизм Паулі.
 Діамагнетизм Ландау.
 Ефект де Гааза-ван Альфена.
 Релятивістський фермі-газ.
 Розподіл Бозе-Ейнштейна.
 Бозе-ейнштейнівська конденсація.
 Термодинамічні функції виродженого бозе-газу.
 Чорне випромінювання.
 Модель Дебая. Фонони.
 Теплове розширення твердих тіл.

6. Неідеальний газ.

Частинкові функції розподілу.
 Зв'язок термодинамічних величин з одночастинковою і двочастинковою функціями розподілу.
 Рівняння Ван-дер-Ваальса.
 Віріальний розклад.
 Термодинамічні функції плазми.
 Дебаєвське екранування.
 Квантова плазма.

7. Флуктуації.

Флуктуації енергії і числа частинок.
 Розподіл Гаусса.
 Флуктуації в неізольованих системах.
 Флуктуації основних термодинамічних величин.
 Розподіл Пуассона.
 Кореляційні функції.
 Броунівський рух.
 Просторова кореляція флуктуацій густини.
 Узагальнена сприйнятливність.
 Формула Кубо для узагальненої сприйнятливості.
 Флуктуаційно-дисипативна теорема.
 Флуктуації струму. Формула Найквіста.

8. Фазові перетворення.

Умови рівноваги фаз.
 Рівняння Клапейрона-Клаузіуса.
 Перетворення газ-рідина.

Критична точка.
 Властивості речовини поблизу критичної точки.
 Флуктуації густини поблизу критичної точки.
 Критичні показники.
 Фазові перетворення другого роду.
 Поле Вейса.
 Критичні показники в теорії молекулярного поля.
 Теорія Ландау.
 Вплив зовнішнього поля на фазові перетворення.
 Флуктуації параметра порядку.
 Гіпотеза подібності.
 Ренормалізаційна група.
 Модель Ізінга.
 Термодинаміка надпровідного переходу.
 Хімічна рівновага. Іонізаційна рівновага.

9. Розчини.

Ентропія змішування.
 Слабкі розчини.
 Осмотичний тиск.
 Правило фаз.
 Вплив розчиненої речовини на фазову рівновагу.
 Рівновага відносно розчиненої речовини.
 Розчин у полі тяжіння.
 Виділення тепла і зміна об'єму при розчиненні.
 Термодинамічні нерівності в розчинах.
 Діаграми станів бінарних розчинів.

10. Поверхні.

Поверхневий натяг.
 Формула Лапласа.
 Пружність пари над кривою поверхнею.
 Крайовий кут.
 Утворення зародків при фазових перетвореннях.
 Поверхневий натяг розчинів. Адсорбція.

11. Фізична кінетика.

Матриця густини та її часова еволюція. Метод Кубо.
 Лінійні закони.
 Принцип симетрії кінетичних коефіцієнтів.
 Співвідношення Ейнштейна.
 Рівняння балансу маси, імпульсу, енергії, ентропії.
 Рівняння Фоккера - Планка.
 Кінетичне рівняння Больцмана. H- теорема.
 Електропровідність і теплопровідність металів і напівпровідників. Закон Відемана-Франца.
 Ланцюжок рівнянь Боголюбова.
 Стадії еволюції нерівноважної системи.
 Вивід рівняння Больцмана методом Боголюбова.

Сильно нерівноважні системи. Синергетика. Самоорганізація у відкритих дисипативних системах.

Література (основна)

1. L.D. Landau, E.M. Lifshitz, Course of Theoretical Physics, Vol. 5, Statistical Physics, 3rd ed., Butterworth-Heinemann, Oxford 1975.
2. Єрмолаєв О.М., Рашба Г.І. Вступ до статистичної фізики та термодинаміки. – Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2004.
3. Боголюбов М. М. Лекції з квантової статистики. – К.: Радянська школа, 1949.
4. Кобилянський В. Б. Статистична фізика. – К.: Вища школа, 1972.
5. Свідзинський А. В. Лекції з термодинаміки. – Луцьк: Вежа, 1999.
6. R. Kubo, Statistical Mechanics, North-Holland, Amsterdam 1965.

Допоміжна література

1. Вакарчук І. О., Кнігініцький О. В., Попель О. М., Кулій Т. В. Збірник задач з термодинаміки і статистичної фізики. – Л.: ЛДУ, 1998.
2. Федорченко А. М. Теоретична фізика. – Київ: Вища школа, 1993. – Т. 2.
3. Ermolaev A.M., Rashba G.I. The method of local perturbations in the theory of nanosystems // Cambridge Scholars Publishing (United Kingdom), 2022. – 236 pp. ISBN (10): 1-5275-8556-5
ISBN (13): 978-1-5275-8556-0.
4. Ermolaev A.M., Rashba G.I. Electron Gas: An Overview. 1. Electron Gas on the Surface of a Nanotube: Thermodynamics, Dynamic Conductivity, and Collective Phenomena. – New York (USA): Nova Science Publishers, Inc., 2019. – 122 p.: fig. – ISBN 978-1-53616-442-8.