

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА "ТЕРМОДИНАМИКА И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА"

Программа курса

I. ВВЕДЕНИЕ.

II. ОСНОВЫ КЛАССИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ.

Фазовое пространство. ([1] п.1, [4] п.4, [6] Гл.1 п.3 [7] Часть II п.1). Функция статистического распределения. ([1] п.1; [4] п.5). Ансамбль Гиббса Уравнение Лиувилля. ([1] п.3, [4] п.8, [5] Гл. I п.9, п.10, [7] Часть II п.4). Равновесный статистический ансамбль. ([1] п.2, [4] п.9). Микроканоническое распределение. ([1] п.4, [4] п.10, [5] Гл. IV п.1, [6] Гл. II п.2. [7] Часть II п.7, [10] п.3.1). Каноническое распределение Гиббса. ([5] Гл. 4 п.2, [4] п.11, [1] п.28). Связь между микроканоническим и каноническим распределениями. ([4] п.13). Статистическое определение энтропии равновесной системы. ([1] п.7, п.8, [6] Гл. II п.3, Гл. IV п.3, [4] п.50).

III. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ РАВНОВЕСНЫХ СИСТЕМ.

Изменение состояния. Процесс. Свойства теплоизолированных процессов. ([7] Часть I п.п.1-4). Первый принцип термодинамики. ([7] Часть I п.5, [3] п.7, [5] Гл. 3 п.8). Нулевое начало термодинамики. Температура. ([7] Часть I п.6, п.7, [3] п.2, [5] Гл. 3 п.7). Теплоемкость. Политропические процессы. ([3] п.17, [6] Гл. IV п.9). Второй принцип термодинамики. Его статистическое обоснование. Термодинамическое определение энтропии. Свободная энергия. ([5] Гл. III п.10, п.11, Гл. IV п.3, [7] Часть I п.13, Часть II п.11, [1] п.31, [3] п.11, [6] Гл. IV п.2). Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы и теорема о вириале. ([4] п.17, [7] Часть II п.15, [1] п.44, [6] Гл. V п.3). Классическая теория теплоемкостей. ([4] п.18, [7] Часть II п.17, 18, [1] п.44, п.65, [6] Гл. V п.3). Некоторые следствия принципов термодинамики. Характеристические функции. Соотношения между производными от термодинамических величин. ([3] п.24, [6] Гл. IV п.4, [1] п. п. 14-16, [7] Часть I п.27). ~~Термодинамическая шкала температур~~. Термодинамика диэлектриков и магнетиков. Магнитное охлаждение. ([3] п.40, [7] Часть I п.23). Связь энтропии с вероятностью. Принцип возрастания энтропии. ([1] п. 7,8, [6] Гл. II п.3, Гл. IV п.3, [4] п.50). Неравенство Клаузиуса. Превращение тепла в работу. ([3] п.17, [6] Гл. IV п.9). Цикл Карно. Теоремы Карно. ([3] п.18, [7] Часть I п.20, [6] Гл. IV п.8). Расшире-

ние газа в пустоту. Выравнивание температур при теплообмене. Встречная диффузия газов. Парадокс Гиббса. ([2] п.23, [4] п.14, [1] п.31, [3] п.16). Процесс Джоуля-Томсона. ([2] п.13, [3] п.39, [7] Часть I п.12, [1] п.18, [6] Гл. IV п.6). Термодинамика систем с переменным числом частиц. ([3] п.25, [2] п.24). Функция распределения для системы с переменным числом частиц в термостате. ([1] п.35, [4] п.19, [5] Гл. 4 п.8, [6] Гл. УIII п.1).

IV. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСВЕЛЛА.

([1] п.29, [5] Гл. 4 п.9). Распределение Максвелла-Больцмана для идеального газа. ([1] п.38, [7] Часть II п.13, [5] Гл. IV п.10).

V. УСЛОВИЯ РАВНОВЕСИЯ И УСТОЙЧИВОСТИ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ.

Устойчивость изолированной системы. Закрытая система в термостате. Устойчивость системы с переменным числом частиц. ([3] п.26, [7] п. 33-35, [2] п.24). Устойчивость тела во внешней среде. ([6] Гл. IV п.10, [2] п.25, [1] п.21). Условия равновесия двухфазной однокомпонентной системы. ([3] п.27, [2] п.26, [7] Часть I п.36, [6] Гл. УIII п.2, [1] п.81). Правило фаз Гиббса. ([2] п.30). Критическая точка. ([1] п.83, п.152, [3] п.53).

VI. ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ.

Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клайперона-Клаузиуса. ([3] п.49, [2] п.26, [7] Часть I п.37, [1] п. 84-82). Метастабильные состояния. ([1] п.83). Фазовые переходы второго рода. Теория Ландау. ([1] п. п. 142,143, [2] п.28, [7] Часть I п.44).

VII. ФЛУКТУАЦИИ В РАВНОВЕСНЫХ СИСТЕМАХ.

Статистический расчет флуктуаций энергии и числа частиц. ([6] Гл. X п.1, [5] Гл. 6 п.4). Квазитермодинамическая теория равновесных флуктуаций. Принцип Больцмана. ([1] п. п. 110, 112, 20, [2] п.72, [6] Гл. X п.2).

VIII. ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ СТАТИСТИКИ.

Чистые и смешанные состояния. Статистическая матрица (матрица плотности). ([1] п. 5,6, [4] п.39, [5] Гл. II п. 5,6, [6] Гл. III п.2, [10] п.7). Уравнение движения для матрицы плотности. ([1] п.6, [4] п.39, [5] Гл. 2 п.6, [6] Гл. III п.2, [10] п. 8.1). Микроканоническое распределение. ([1] п.6, [10] п. 9.1). Каноническое распределение. Статистическая сумма. Свободная энергия. Энтропия. ([1] п. 28,31, [4] п.40, [6] Гл. III п.3, [7] Часть II п. 36, [10] п. 9.2). Средняя энергия квантового осциллятора. ([4] п.41, [6] Гл. III п.3 [7] Часть II п.37). Равновесное излучение. Формула Планка. ([4] п. 18,42, [7] п. п. 20, 21, 43). Тело в равновесии с излучением. Закон Кирхгофа. Эффективная температура излучения. ([1] п.63). Квантовая теория теплоемкости идеаль-

ных газов. ([1] п. 49,47, [4] п.44, [6] Гл. У п.4, [7] Часть II п.38). Квантовая теория теплоемкости твердого тела. ([4] п.48, [7] Часть II п. 39.41, [6] Гл. УІ п. 2). Третье начало термодинамики. Принцип Нернста. Недостижимость абсолютного нуля температуры. ([3] п. 21,22, [6] Гл. УІІІ п.10, [1] п. 23).

ІХ. КВАНТОВАЯ СТАТИСТИКА НЕВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ТОЖДЕСТВЕННЫХ ЧАСТИЦ.

Большое каноническое распределение. ([1] п.35, [6] Гл. УІІІ п.1, [10] п. 9.4). Распределение Бозе и Ферми. Квазиклассическое приближение. Температура вырождения. ([6] Гл. ІХ п. 1,2, [1] п. 53,54). Тепловая ионизация атомов. ([1] п. 101,104, [5] Гл. 18 п.4, [2] п.49, [6] Гл. УІІІ п.9). Уравнение состояния квантового идеального газа элементарных частиц.

([6] Гл. ІХ п.3, [1] п.56). Вырожденный бозе-газ. ([1] п.62, [2] п.54, [6] Гл. ІХ п. 2). Фотонный газ. ([1] п.63, [4] п.47, [6] Гл. ІХ п.4, [7] Часть II п.48). Вырожденный ферми-газ. Теплоемкость вырожденного электронного газа в металлах. ([2] п.57, [1] п. 57,58, [6] Гл. ІХ п. 2, [4] п.48, [7] Часть II п.49). Слабая термоэлектронная эмиссия. ([6] Гл. ІХ п.5).

ЛИТЕРАТУРА ПО КУРСУ

Основная литература

1. Л. Д. Ландау, Е.М. Лифшиц "Статистическая физика" Часть I. 1976.
2. Ю. Б. Румер, М. Ш. Рывкин "Термодинамика, статистическая физика и кинетика", 1977.
3. И. П. Базаров "Термодинамика", 1976 (1991).
4. Я. П. Терлецкий "Статистическая физика", 1973 (1994).
5. Ю. Л. Климонтович "Статистическая физика", 1982.
6. А. И. Ансельм "Основы статистической физики и термодинамики", 1973.
7. М. А. Леонтович "Введение в термодинамику. Статистическая физика", 1983.

Дополнительная литература

8. Ч. Киттель "Статистическая термодинамика", 1977.
9. В. Г. Левич "Курс теоретической физики", Том I, 1969.
10. Д. Н. Зубарев "Неравновесная статистическая термодинамика", 1971.

ПРОГРАММА-МИНИМУМ
курса "Термодинамика и статистическая физика"

1. Каноническое распределение Гиббса .
2. Статистическое и термодинамическое определение энтропии.
3. Температура. Термодинамический и статистический смысл.
4. Первый принцип термодинамики.
5. Теплємкость.
6. Второй принцип термодинамики.
7. Цикл Карно.
8. Характеристические функции F , Φ , I .
9. Фазовые переходы первого рода.
10. Распределение Максвелла-Больцмана.
11. Формула Планка для равновесного излучения.
12. Третье начало термодинамики.
13. Распределение Бозе.
14. Распределение Ферми.
15. Критерий невырожденности идеального газа.
16. Энергия Ферми.