

## Задачи по статистической физике (8 семестр)

### Задача 1

[1] Система имеет температуру  $T$ . Найти среднее значение относительной намагниченности модельной системы спинов во внешнем поле  $H$  (как функцию  $H$  и  $T$ ).

### Задача 2

[1] Найти химический потенциал  $\mu$  системы, у которой степень вырождения  $g = BV^N$ , где  $B$  - постоянная,  $V$  - объем системы.

### Задача 3

[1] Найти химический потенциал  $\mu$  системы спинов в магнитном поле  $H$  (как функцию  $H$  и  $T$ ).

### Задача 4

[1] Подсчитать число состояний в модели спиновых стрелок и степень вырождения, получить выражение гауссовского типа для нее.

### Задача 5

[1] Найти энтропию, температуру для модели спиновых стрелок в магнитном поле.

### Задача 6

[1] Найти средние числа заполнения в парастатистике.

### Задача 7

[2] Найти уравнение состояния, внутреннюю энергию и теплоемкость классического идеального одноатомного газа, рассматривая его статистическую сумму в каноническом ансамбле.

### Задача 8

[2] Найти уравнение состояния, внутреннюю энергию и теплоемкость для ультрарелятивистского газа с законом дисперсии  $\epsilon = cp$ , где  $c$  - скорость света, рассматривая его статистическую сумму в каноническом ансамбле.

### Задача 9

[2] Найти внутреннюю и свободную энергии и теплоемкость  $C_v$  при постоянном объеме столба одноатомного идеального газа из  $N$  молекул в трубе высотой  $h_0$  площадью сечения  $S$ , находящегося в однородном поле тяжести напряженностью  $g$ . Определить  $C_v$  в предельных случаях  $mgh_0/(kT) \ll 1$  и  $mgh_0/(kT) \gg 1$ .

### Задача 10

[2] Вычислить электрический дипольный момент идеального газа, состоящего из линейных молекул с неизменным дипольным моментом  $\mathbf{b}$ , при помещении его в однородное электрическое поле напряженностью  $\epsilon$ .

### Задача 11

[2] Доказать, что классическая система не может обладать магнитными свойствами (теорема Бора - ван Левен).

### Задача 12

[2] Вычислить классическую статистическую сумму системы из  $N$  одинаковых одномерных невзаимодействующих осцилляторов с собственной частотой  $\omega$ . Найти внутреннюю энергию и теплоемкость такой системы.

### Задача 13

[2] Вычислить квантовую статистическую сумму системы из  $N$  одинаковых одномерных невзаимодействующих осцилляторов с собственной частотой  $\omega$ . Найти внутреннюю энергию и теплоемкость такой системы.

### Задача 14

[2] Пользуясь соотношением  $p(E) = 1/2\pi i \int_{\gamma} Q(\beta) \exp\{\beta E\} d\beta$  получить выражение для плотности состояний  $p(E) = \sum \delta(E - E_i)$ .

Задача 15

[2] Вычислить плотность состояний для нерелятивистского одноатомного ферми-бозе-газа с законом дисперсии  $\epsilon = p^2/(2m)$ .

Задача 16

[2] Определить среднее число столкновений молекул одноатомного максвелловского газа с единичной площадью поверхности сосуда, в котором он находится, в единицу времени.

Задача 17

[2] Определить среднюю энергию молекул максвелловского газа в веерообразном пучке, который выходит через небольшое отверстие в стенке сосуда в вакуум, и среднее значение косинуса угла между направлением скорости вылетающих молекул и нормалью к стенке сосуда.

Задача 18

[2] Определить среднее значение высоты молекул в столбе одноатомного идеального газа из  $N$  молекул в трубе высотой  $h_0$  и площадью сечения  $S$ , находящегося в однородном поле силы тяжести.

Задача 19

Найти объем шара и объем шарового слоя в  $N$ -мерном фазовом пространстве.

Задача 20

[3] Вычислить фазовый объем  $\Gamma$  для:

- а) гармонического осциллятора;
- б) релятивистской частицы, движущейся в объеме  $V$  и обладающей энергией  $E$ .

задача 21

[3]  $N$  частиц идеального газа заключены в объеме  $V$  и подчиняются микроканоническому распределению с энергией  $E$ . Вычислить для них фазовый объем  $\Gamma$ , энтропию  $S$  и температуру  $T$ . Найти уравнение состояния газа.

Задача 22

[4] Найти матрицу плотности свободной частицы с одной степенью свободы.

Задача 23

[4] Найти матрицу плотности линейного одномерного гармонического осциллятора.

Задача 24

[5] Определить число столкновений со стенкой в электронном газе при абсолютном нуле температур.

Задача 25

[5] Определить число столкновений со стенкой в ультрарелятивистском, полностью в вырожденном электронном газе.

Задача 26

[5] (стр. 200) Определить теплоемкость вырожденного ультрарелятивистского электронного газа.

Задача 27

[5] (стр. 204) Определить скачок производной  $(dC_V/dT)_V$  в точке  $T=T_0$ .

Задача 28

Вычислить энергию Ферми для полностью вырожденного электронного газа.

Задача 29

Для ультрарелятивистского вырожденного электронного газа найти энергию Ферми.

Задача 30

Определить давление полностью вырожденного ультрарелятивистского электронного газа.

Задача 31

Определить давление полностью вырожденного идеального ферми-газа из электронов.

Задача 32

Система может находиться в любом из  $N$  состояний. Вероятность того, что система находится в  $i$ -том состоянии равна  $\omega_i$  ( $i=1,2 \dots N$ ) причём  $\sum \omega_i=1$ . Показать, что распределение  $\omega_i=1/N$  соответствует максимуму информационной энтропии  $S=-k_B \sum \omega_i \ln \omega_i$ .

Задача 33

[5] Вычисление интегралов вида

**Литература**

1. В.В. Ангелейко, В.Л.Ходусов. Спінова модель побудови статистичної теорії макроскопічних систем. Х., RISO ХНУ, - 21 с.
2. А.С.Кондратьев, В.П.Романов. Задачи по статистической физике. М., "Наука", 1992, - 150 с.
3. Терлецкий Я.П. Статистическая физика. М., 1973.
4. Р.Фейман. Статистическая механика. М., "Мир", 1973., - 407 с.
5. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц, Статистическая физика, часть 1.. М., "Наука", 1976, 584.