

Задачи по разделу “Канонический ансамбль Гиббса классических систем”

1. Для классического идеального нерелятивистского газа в рамках канонического ансамбля Гиббса рассчитайте статистический интеграл Z . Получите выражения для термодинамических потенциалов U, F, S . Найдите уравнение состояния.

2. Для классического идеального ультрарелятивистского газа в рамках канонического ансамбля Гиббса рассчитайте статистический интеграл Z . Получите выражения для термодинамических потенциалов U, F, S . Найдите уравнение состояния.

3. Для классического идеального нерелятивистского газа из N молекул, находящегося в однородном поле тяжести, в рамках канонического ансамбля Гиббса рассчитайте статистический интеграл Z . Газ находится в цилиндрическом сосуде высотой H_0 . Площадь поперечного сечения цилиндра S_0 . Сила тяжести параллельна оси цилиндра, ускорение свободного падения обозначить g . Получите выражения для термодинамических потенциалов U, F, S . Найдите теплоёмкость C_V . Определите C_V и S в предельных случаях $(m_0 g H_0 / k_B T) \ll 1$ и $(m_0 g H_0 / k_B T) \gg 1$, где m_0 - масса молекулы.

4. Используя метод канонического ансамбля Гиббса, рассчитайте флуктуаций энергии E , координаты q , импульса p , квадрата импульса p^2 , квадрата координаты q^2 классического гармонического осциллятора.

5. Вычислить электрический дипольный момент $\vec{P}$ идеального газа из N молекул в состоянии термодинамического равновесия при температуре $T(K)$. Газ состоит из линейных молекул с неизменным дипольным моментом d . Газ помещен в однородное электрическое поле, напряженность которого равна E . Построить график зависимости $|\vec{P}|$ от температуры T при неизменной напряженности электрического поля E . Построить график зависимости $|\vec{P}|$ от напряженности электрического поля E при неизменной температуре T .

6. Доказать, что если все частицы вещества подчиняются законам классической нерелятивистской физики, т.е. гамильтониан частиц вещества имеет вид:

$$H(\vec{q}_i; \vec{p}_i) = \sum_{i=1}^{i=N} \frac{1}{2m_i} (\vec{p}_i - \frac{e}{c} \vec{A}_i(\vec{q}_i))^2 + U(\vec{q}_1; \dots \vec{q}_N),$$

то в состоянии термодинамического равновесия в статическом магнитном поле магнитный момент такого вещества равен нулю.

ПРИМЕЧАНИЕ: Решение предложенных задач можно найти в [1,2].

УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. С. Кондратьев, В. П. Романов. Задачи по статистической физике. М.: Наука, 1992.
2. И. П. Базаров, Э. В. Геворкян, П. Н. Николаев. Термодинамика и статистическая физика. М.: МГУ, 1986.
3. Керзон Хуанг. Статистическая механика. М.: Мир, 1966.
4. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Статистическая физика, т. 5. М.: Наука, 1976 (любой).
5. Энрико Ферми. Термодинамика. Издательство Харьковского университета, 1968.
6. Д. Н. Зубарев. Неравновесная статистическая термодинамика. М.: Наука, 1971.