

53. Найти среднюю кинетическую энергию одной молекулы аммиака  $\text{NH}_3$  при температуре  $t = 27^\circ\text{C}$  и среднюю энергию вращательного движения этой молекулы при той же температуре.

**Решение задачи:**

**Решение.** Средняя полная энергия молекулы определяется по формуле

$$\langle \epsilon \rangle = \frac{i}{2} kT, \quad (1)$$

где  $i$  — число степеней свободы молекулы;  $k$  — постоянная Больцмана;  $T$  — термодинамическая температура газа:  $T = t + T_0$ , где  $T_0 = 273 \text{ К}$ .

Число степеней свободы  $i$  четырехатомной молекулы, какой является молекула аммиака, равно 6.

Подставим значения величин в (1):

$$\langle \epsilon \rangle = \frac{6}{2} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} (27 + 273) \text{ Дж} = 1,242 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}.$$

Средняя энергия вращательного движения молекулы определяется по формуле

$$\langle \epsilon_{\text{вр}} \rangle = \frac{i-3}{2} kT, \quad (2)$$

где число 3 означает число степеней свободы поступательного движения.

Подставим в (2) значения величин и вычислим:

$$\langle \epsilon_{\text{вр}} \rangle = \frac{6-3}{2} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} (27 + 273) \text{ Дж} = 6,21 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}.$$

Заметим, что энергию вращательного движения молекул аммиака можно было получить иначе, разделив полную энергию  $\langle \epsilon \rangle$  на две равные части. Дело в том, что у трех (и более) атомных молекул число степеней свободы, приходящихся на поступательное и вращательное движение, одинаково (по 3), поэтому энергии поступательного и вращательного движений одинаковы. В данном случае

$$\langle \epsilon_{\text{п}} \rangle = \langle \epsilon_{\text{вр}} \rangle = \frac{\langle \epsilon \rangle}{2} = \frac{1,242 \cdot 10^{-20}}{2} \text{ Дж} = 6,21 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}.$$