



Физика для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Решение задачи 3. Получение фуллеренов

Средняя тепловая скорость атомов He и Ar:

$$V_{He} = \sqrt{\frac{3kT}{m_{He}}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К} \cdot 300\text{K}}{4 \cdot 1.6 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}} \approx 1.4 \text{ км/с}$$

$$V_{Ar} = \sqrt{\frac{3kT}{m_{Ar}}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К} \cdot 300\text{K}}{40 \cdot 1.6 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}} \approx 0.44 \text{ км/с}$$

При абсолютно упругом соударении выполняются законы сохранения импульса и энергии:

$$m_1 V_{1X} + m_2 V_{2X} = m_1 \tilde{V}_{1X} + m_2 \tilde{V}_{2X}$$

$$\frac{m_1 V_{1X}^2 + m_2 V_{2X}^2}{2} = \frac{m_1 \tilde{V}_{1X}^2 + m_2 \tilde{V}_{2X}^2}{2},$$

где V_{1X} и V_{2X} проекции скоростей до соударения,
 а \tilde{V}_{1X} и \tilde{V}_{2X} проекции скоростей после соударения.

Для скоростей атома №1(углерод) в случаях а) и б) после соударения получаем:

$$\text{а) } \tilde{V}_{1X} = \frac{(m_1 - m_2) \cdot V_1 - 2 \cdot m_2 \cdot V_2}{m_1 + m_2} \Rightarrow \frac{\tilde{V}_{1X}}{V_{1X}} = \frac{(m_1 - m_2) - \frac{2 \cdot m_2 \cdot V_2}{V_1}}{m_1 + m_2}$$

$$\text{б) } \tilde{V}_{1X} = \frac{(m_1 - m_2) \cdot V_1 + 2 \cdot m_2 \cdot V_2}{m_1 + m_2} \Rightarrow \frac{\tilde{V}_{1X}}{V_{1X}} = \frac{(m_1 - m_2) + \frac{2 \cdot m_2 \cdot V_2}{V_1}}{m_1 + m_2}$$

$$\text{а) He: } \frac{\tilde{V}_{1X}}{V_{1X}} = \frac{(12-4) - \frac{2 \cdot 4 \cdot 1.4}{3}}{12+4} \approx 0.26$$

$$\text{б) Ar: } \frac{\tilde{V}_{1X}}{V_{1X}} = \frac{(12-40) - \frac{2 \cdot 40 \cdot 0.44}{3}}{12+40} \approx -0.76$$

$$\text{а) He: } \frac{\tilde{V}_{1X}}{V_{1X}} = \frac{(12-4) + \frac{2 \cdot 4 \cdot 1.4}{3}}{12+4} \approx 0.73$$

$$\text{б) Ar: } \frac{\tilde{V}_{1X}}{V_{1X}} = \frac{(12-40) + \frac{2 \cdot 40 \cdot 0.44}{3}}{12+40} \approx -0.31$$

Вывод: в He скорость падает, но направление не меняется, а в Ar скорость падает и направление меняется.