

Задания

Задание 30 № 7306

Идеальный одноатомный газ массой $m = 72$ г совершал обратимый процесс, в течение которого среднеквадратичная скорость его молекул уменьшалась от $u_1 = 900$ м/с до $u_2 = 450$ м/с по закону $u = a\sqrt{V}$, где a — некоторая постоянная величина, а V — объём газа. Какую работу A совершил газ в этом процессе?

Решение.

Среднеквадратичная скорость молекул идеального газа $u = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$, где T — абсолютная температура газа, а μ — его молярная масса. По условию $u = a\sqrt{V} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$, откуда в нашем процессе $V = \frac{3RT}{\mu a^2}$, а $a^2 = \frac{u_1^2}{V_1} = \frac{u_2^2}{V_2}$, и $\frac{V_2}{V_1} = \frac{u_1^2}{u_2^2}$. Согласно уравнению состояния идеального газа, то есть уравнению Клапейрона — Менделеева, $pV = \frac{m}{\mu}RT$, давление газа в нашем процессе

$$p = \frac{m}{\mu} \frac{RT}{V} = \frac{m}{\mu} \frac{RT \mu a^2}{3RT} = \frac{m}{3} a^2 = \frac{m u_1^2}{3V_1} = const,$$

то есть процесс изобарический. Работа газа в изобарическом процессе

$$\begin{aligned} A = p\Delta V &= p(V_2 - V_1) = \frac{m u_1^2}{3V_1} (V_2 - V_1) = \frac{m u_1^2}{3} \left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right) = \frac{m u_1^2}{3} \left(\frac{u_2^2}{u_1^2} - 1 \right) = \\ &= \frac{m}{3} (u_2^2 - u_1^2) = \frac{0,072}{3} (450^2 - 900^2) = -14\,580 \text{ Дж.} \end{aligned}$$

Таким образом, над газом в данном процессе была совершена сторонними силами работа 14 580 Дж.

Ответ: −14 580 Дж.