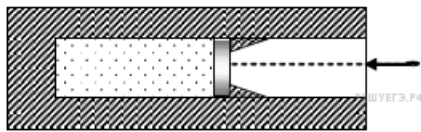


Задания

Задание 30 № 9042

В вакууме закреплён горизонтальный цилиндр (см. рисунок). В цилиндре находится гелий, запертый поршнем. Поршень массой 90 г удерживается упорами и может скользить влево вдоль стенок цилиндра без трения. В поршень попадает пуля массой 10 г, летящая горизонтально со скоростью 400 м/с, и застревает в нём. Температура гелия в момент остановки поршня в крайнем левом положении возрастает на 64 К. Чему равно количество вещества гелия в цилиндре? Считать, что за время движения поршня газ не успевает обменяться теплом с цилиндром и поршнем.



Решение.

1. Запишем закон сохранения импульса:

$$mV_1 = (m+M)V_2,$$

где m и M — масса пули и поршня соответственно, V_1 — скорость пули, V_2 — скорость поршня с застрявшей пулей.

Поршень будет двигаться со скоростью:

$$V_2 = \frac{mV_1}{m+M}.$$

2. Поршень с пулей будет обладать кинетической энергией, которая затем перейдёт в работу по сжатию газа:

$$E_{\text{кин}} = \frac{(m+M)V_2^2}{2} = \frac{m^2V_1^2}{2(m+M)}.$$

3. Так как газ не успевает обменяться теплом с цилиндром и поршнем, то сжатие газа будет являться адиабатичным процессом. По первому началу термодинамики $-A = \Delta U$. Вследствие этого процесса вся механическая энергия движения поршня с пулей пойдет на нагрев газа, поэтому:

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{m^2V_1^2}{2(m+M)}.$$

4. Найдём отсюда количество вещества в цилиндре:

$$\nu = \frac{m^2V_1^2}{3(m+M)R\Delta T} = \frac{0,01^2 \cdot 400^2}{3 \cdot (0,01 + 0,09) \cdot 8,31 \cdot 64} \approx 0,1 \text{ моль}.$$

Ответ: $\nu = \frac{m^2V_1^2}{3(m+M)R\Delta T} \approx 0,1$ моль.