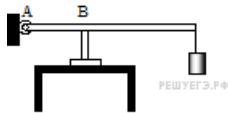


Задания

Задание 30 № 2975

В цилиндр объёмом $0,5 \text{ м}^3$ насосом закачивается воздух со скоростью $0,002 \text{ кг/с}$. В верхнем торце цилиндра есть отверстие, закрытое предохранительным клапаном. Клапан удерживается в закрытом состоянии стержнем, который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке A (см. рисунок).



К свободному концу стержня длиной $0,5 \text{ м}$ подвешен груз массой 2 кг . Клапан открывается через 580 с работы насоса, если в начальный момент времени давление воздуха в цилиндре было равно атмосферному. Площадь закрытого клапаном отверстия $5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$. Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна 300 К . Определите длину AB .

Решение.

Клапан откроется, когда избыточная сила F давления воздуха на клапан изнутри цилиндра сравняется с силой давления стержня на этот клапан. Если превышение давления воздуха в цилиндре над атмосферным Δp , а площадь клапана s , то

$$F = s \cdot \Delta p.$$

Сила действия стержня на клапан равна $mg \cdot \frac{L}{l}$, где m , L и l соответственно масса груза, длина стержня и длина его участка AB . Итак, должно выполняться условие

$$s \cdot \Delta p \geq mg \cdot \frac{L}{l}.$$

Дополнительное давление воздуха определяется увеличением массы $\Delta m_{\text{в}}$ воздуха в цилиндре. Согласно уравнению Клапейрона — Менделеева,

$$\Delta p = \frac{\Delta m_{\text{в}}}{MV} RT,$$

где M — молярная масса воздуха. Поэтому условие открытия клапана имеет вид:

$$\frac{s \Delta m_{\text{в}}}{MV} RT \geq mg \cdot \frac{L}{l}, \text{ или } l \geq \frac{mgMV L}{sRT \Delta m_{\text{в}}}.$$

Если насос закачивает каждую секунду ω кг воздуха, то за время t он закачает в цилиндр массу $\Delta m_{\text{в}} = \omega t$. Следовательно, клапан откроется в момент, когда выполнится равенство

$$l = \frac{mgMV L}{sRT \omega t}.$$

Ответ: $l \approx 0,1 \text{ м}$.