

Задания**Задание 30 № 6704**

В гладком вертикальном цилиндре под подвижным поршнем массой $M = 5$ кг и площадью $S = 100 \text{ см}^2$ находится идеальный одноатомный газ. После сообщения газу некоторого количества теплоты поршень приподнялся на высоту $\Delta h = 5$ см над дном цилиндра, а газ нагрелся на $\Delta T = 30$ К. Найдите удельную теплоёмкость газа в данном процессе. Давление в окружающей цилиндр среде равно $p_0 = 10^4$ Па, масса газа в цилиндре $m = 0,12$ г.

Решение.

Как следует из условия, объём газа равен $V = S \cdot h$, а давление равно $p = p_0 + \frac{Mg}{S} = \text{const}$ в течение всего процесса подвода теплоты. Согласно уравнению Клапейрона — Менделеева $pV = \nu RT$, где ν — количество газа (в молях). Отсюда $\nu = \frac{pV}{RT} = \frac{(p_0S + Mg)h}{RT}$. В процессе подвода теплоты в изобарическом процессе будет выполняться соотношение: $pS\Delta h = \nu R\Delta T$, так что $\frac{\Delta h}{\Delta T} = \frac{\nu R}{pS} = \frac{h}{T}$. После сообщения газу некоторого количества теплоты Q температура газа увеличилась на ΔT , а поршень приподнялся на высоту Δh , причём согласно первому началу термодинамики $Q = \Delta U + A$, где изменение внутренней энергии для одноатомного идеального газа $\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T$, а работа газа в изобарическом процессе $A = p\Delta V = pS\Delta h = \nu R\Delta T$.

Таким образом, $Q = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + \nu R\Delta T = \frac{5}{2}\nu R\Delta T$, а удельная теплоёмкость газа в данном изобарическом процессе равна по определению:

$$c = \frac{Q}{m\Delta T} = \frac{5\nu R}{2m} = \frac{5(p_0S + Mg)h}{2mT} = \frac{5(p_0S + Mg)\Delta h}{2m\Delta T} =$$

$$= \frac{5 \cdot (10^4 \text{ Па} \cdot 100 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 + 5 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2) \cdot 0,05 \text{ м}}{2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot 30 \text{ К}} \approx 5,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К}) = 5,2 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К}).$$

Ответ: 5,2 кДж/(кг·К).