

1 НЕДЕЛЯ 1.47, 1.60, 1.75, 1.83

Семёнов Андрей Б02-016

15 февраля 2021 г.

1.47 Путь $P = \alpha V \Rightarrow \alpha V^2 = \nu RT$

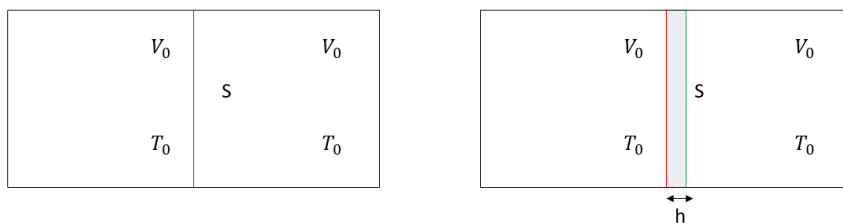
$$\delta Q = \delta A + dU = PdV + C_V dT \Rightarrow C = \frac{\delta Q}{dT} = C_V + \frac{PdV}{dT} = \alpha \frac{VdV}{dT} + C_V$$

Таким образом

$$C = \frac{3}{2}\nu RT + \alpha \frac{dV^2}{dT} = \frac{3}{2}\nu RT + \frac{\alpha}{2} \frac{d(\nu RT/2)}{dT} = \frac{R}{2} + C_V$$

Ответ: $C = C_V + \frac{R}{2}$

1.60 Работа нагретого газа по передвижению поршня равна изменению внутренней энергии ненагретой части сосуда. Для этой части процесс является адиабатическим сжатием так, как при подведении тепла, количество теплоты не изменяется (поршень теплопроницаемый).



$$dU_2 = \frac{P_0 V_0}{\gamma - 1} \left(\frac{V^{\gamma-1}}{V_0} - 1 \right)$$

Внутренняя энергия это функция состояния, поэтому для нагретого сосуда выполняется:

$$dU_1 = \frac{C_V}{R} (P(V_0 + Sh) - P_0 V_0)$$

Вспомним, про связь P и V в адиабатическом процессе:

$$\frac{P}{P_0} = \left(\frac{V_0}{V_0 - Sh}\right)^\gamma$$

Таким образом, количество затраченного тепла равняется сумме этих внутренних энергий:

$$Q = dU_1 + dU_2 = \frac{2RT_0}{\gamma - 1} \left(\frac{V_0}{V_0 - Sh} - 1\right)$$

Ответ: $Q = \frac{2RT_0}{\gamma - 1} \left(\frac{V_0}{V_0 - Sh} - 1\right)$

1.75 $PV^\gamma = const$ и $PV \sim T$, тогда:

$$PV \cdot V^{\gamma-1} \sim TV^{\gamma-1} \sim T\left(\frac{T}{P}\right)^{\gamma-1} \sim T^\gamma P^{1-\gamma} = const$$

Получили уравнение адиабатического процесса в P, T координатах. Далее выразим T_2 :

$$T_1^\gamma P_1^{1-\gamma} = T_2^\gamma P_2^{1-\gamma} \Rightarrow T_2 = T_1 \frac{P_1^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}}{P_2^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}}$$

Осталось вычислить показатель адиабаты γ . Так, как гелий—одноатомный газ, а водород—двухатомный, то, учитывая $\nu_{He} = 2\nu_{H_2}$, не составит труда отыскать молярную теплоёмкость:

$$C_V = \frac{\frac{3}{2}R\nu_{He} + \frac{5}{2}R\nu_{H_2}}{\nu_{He} + \nu_{H_2}} \Rightarrow C_V = \frac{11}{6}R$$

Из уравнение Майера следует:

$$C_P = \frac{17}{6}R$$

Значит показатель адиабаты $\gamma = 17/11$. Используя выражение для T_2 имеем:

$$T_2 = 600 \cdot \left(\frac{8}{1}\right)^{\frac{1-\frac{17}{11}}{\frac{17}{11}}} = 600 \cdot 8^{\frac{-6}{17}} \approx 288$$

Ответ: $T_2 = 288K$

P.S. Не могу понять, как в Овчинке получился ответ 300K...

1.83 На каждую молекулу приходится два атома I_2 , поэтому запишем уравнение, связывающее молярную массу с количеством молекул одноатомного и двухатомного газа:

$$2c_P A = 2\alpha \frac{5}{2}R + (1 - \alpha) \frac{7}{2}R \Rightarrow \alpha = \frac{4c_P A - 7R}{3R} \Rightarrow \alpha \approx 0.5$$

В этой задаче гораздо удобнее проводить вычисления не в СИ, а именно в тех размерностях, которые даны в условии.

Ответ: $\alpha = 0.5$