

Решења задатака са окружног такмичења из физике за ученике средњих школа
школске 2004-2005. год.

II разред

1. На основу једначине стања идеалног гаса можемо писати да је: $P_1 V_1 / T_1 = P_2 V_2 / T_2$ (4 п.). Пошто је $P_1 = P_2 = P = \text{const}$, следи да је: $V_1 / T_1 = V_2 / T_2$ (3 п.), па добијамо: $V_2 = V_1 T_2 / T_1$ (4 п.), тј. $V_2 = 13,3 \text{ l}$ (4 п.).

2. Висина стуба течности у капилари је: $h = 2\alpha / (\rho g r)$ (3 п.), па је рад силе површинског напона: $A = F \cdot h$ (2 п.), где је: $F = 2\pi r \alpha$ (2 п.) и такође $F = mg$ (2 п.), где је m маса течности у стубу висине h , па је: $A = 4\pi \alpha^2 / (\rho g)$ (3 п.). Повећање потенцијалне енергије течности у капилари је: $\Delta E_p = mgh/2$ (3 п.), тј. $\Delta E_p = 2\pi \alpha^2 / (\rho g)$ (3 п.). Однос рада силе површинског напона и промене потенцијалне енергије је: $n = A / \Delta E_p = 2$ (2 п.).

3. Пошто је гумена лопта у равнотежи, то значи да је збир силе теже која делује на лопту са ваздухом и Архимедове силе једнак нули: $m_1 g + m_2 g = \rho V g$ (4 п.). За ваздух у суду је: $PV = (m_2 / M) \cdot RT$ (3 п.), где је: $P = P_0 + \rho g h$ (3 п.). Решавањем ових једначина добијамо: $m_2 = m_1 \cdot (P_0 + \rho g h) M / (RT\rho - M(P_0 + \rho g h))$ (6 п.), тј. $m_2 = 6,67 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$ (4 п.).

4. Хладњак узима топлоту Q_1 хладнијем телу температуре T_1 и даје топлоту топлијем телу температуре T_2 (3 п.). Разлика између количина топлоте коју хладњак мора да надокнади је: $A = Q_2 - Q_1 = Q_1 \cdot (Q_2 / Q_1 - 1)$ (3 п.). За идеални хладњак важи: $Q_2 / T_2 = Q_1 / T_1$ (3 п.), па је: $A_0 = Q_1 \cdot (T_2 / T_1 - 1)$ (3 п.). У нашем случају хладњак мора урадити 10 пута већи рад: $A = 10 \cdot A_0$ (3 п.). Q_1 је топлота коју ослобађа вода при замрзавању: $Q_1 = m q_t$ (2 п.). Како је $A = P \cdot t$ (2 п.), закључујемо да је потребно време у току кога мора да ради хладњак: $t = 10 \cdot (m q_t / P) \cdot (T_2 / T_1 - 1)$ (4 п.), тј. $t = 42,7 \text{ min}$ (2 п.).

5. Коефицијент корисног дејства је: $\eta = (Q_1 - Q_2) / Q_1$ (1 п.), где су $Q_1 = Q_{12}$ (1 п.) (јер се у процесу 1 – 2 доводи топлота), а $Q_2 = Q_{23} + Q_{31}$ (1 п.) (јер се у процесима 2 – 3 и 3 – 1 одводи топлота)
 $Q_{12} = n c_v \cdot (T_2 - T_1) + \bar{P} \cdot \Delta V$ (1 п.).
 $Q_{23} = n c_v \cdot (T_2 - T_3)$ (1 п.).
 $Q_{31} = n c_p \cdot (T_3 - T_1)$ (1 п.).

На основу слике је: $T_{\max} = T_2$ и $T_{\min} = T_1$ (2 п.).

У прелазу гаса из стања 1 у стање 2 је: $P = k \cdot V$ (1 п.) па вреди: $P_1 / V_1 = P_2 / V_2$ (1 п.) и $\bar{P} = 1/2 \cdot (P_1 + P_2)$ (1 п.).

одакле је: $\bar{P} \cdot \Delta V = 1/2 \cdot (P_1 + P_2) \cdot (V_2 - V_1) = 1/2 \cdot nR(T_2 - T_1)$ (2 п.).

$V_2 = V_3$ и $P_1 = P_3$ даје $T_2 / P_2 = T_3 / P_1$ и $T_1 / V_1 = T_3 / V_2$ (2 п.)

одакле је: $T_3^2 = T_1 \cdot T_2$ (1 п.). Решавањем добијамо: $\eta = \frac{(\gamma - 1) \cdot (\sqrt{\tau} - 1)}{(\gamma + 1) \cdot (\sqrt{\tau} + 1)}$ (2 п.),

тј. $\eta = 0,083$ (2 п.).