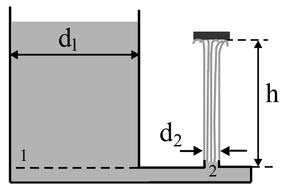
Решења задатака за општинско такмичење из физике ученика средњих школа школске 2000/2001. год.
II разред

1. Коефицијент корисног дејства је $\eta = \frac{A}{Q}$, где је A рад који гас изврши, а Q количина топлоте коју гас прими у току једног циклуса. Извршени рад је $A = (p_2 - p_1)(V_2 - V_1) = p_1V_1(a-1)(a^{\frac{1}{\gamma}} - 1)$. (5 п.) Гас прима топлоту у $1-2$ и $2-3$ деловима циклуса $Q_{12} = \Delta u_{12} = nC_v(T_2 - T_1) = \frac{5}{2}p_1V_1(a-1)$, $Q_{23} = A_{23} + \Delta u_{23} = \frac{7}{2}ap_1V_1(a^{\frac{1}{\gamma}} - 1)$. (5+5 п.) Заменом ових резултата у израз за коефицијент корисног дејства добија се најзад $\eta = \frac{2(a-1)(a^{\frac{1}{\gamma}}-1)}{7a(a^{\frac{1}{\gamma}}-1)+5(a-1)} = 0.0917$. (5 п.)

2. Бернулијева једначина примењена на пресеке 1 и 2, који су на истој висини, гласи $\rho\frac{v_1^2}{2} + p_1 = \rho\frac{v_2^2}{2} + p_a$. Како је $S_1 \gg S_2$, то се брзина v_1 може занемарити у односу на брзину v_2, па се за разлику притисака добија $p_1 - p_a = \rho\frac{v^2}{2} = 12.5kPa$. (8 п.) Да би диск мировао на некој висини h треба да буде испуњено $mg = \frac{\Delta p}{\Delta t}$, где је Δp промена импулса воде која за Δt удари о површину диска. (3 п.)



Пошто брзина воде после судара са површином диска има само хоризонталну компоненту, то је $\Delta p = \Delta m\tilde{v} = \pi\rho\frac{d_2^2}{4}\tilde{v}^2\Delta t$ (3 п.), где је $\tilde{v}^2 = v^2 - 2gh$ (3 п.). Из $mg = \pi\rho\frac{d_2^2}{4}(v^2 - 2gh)$, добија се $h = \frac{1}{2g}(v^2 - \frac{4mg}{\pi\rho d_2^2}) = 0.96m$. (3 п.)

3. Пошто нема размене топлоте са околином и систем као целина не врши рад, то унутрашња енергија целог система остаје константна $\Delta U = n_1C_{V_1}(T - T_1) + n_2C_{V_2}(T - T_2) = 0$, где је T успостављена температура по отварању вентила. (5 п.) Температуре T_1 и T_2 се могу добити из једначине стања за идеални гас $T_1 = \frac{p_1V_1}{n_1R} = 360.84K$ и $T_2 = \frac{p_2V_2}{n_2R} = 501.16K$. (2+2 п.) Замењујући ове резултате у једначину за унутрашњу енергију добија се за температуру $T = \frac{n_1C_{V_1}T_1 + n_2C_{V_2}T_2}{n_1C_{V_1} + n_2C_{V_2}} = 397.98K$. (3 п.)

   Притисак се налази из једначине стања за смешу $p(V_1 + V_2) = (n_1 + n_2)RT = 7.563 \times 10^5 Pa$. (8 п.)

4. Извршени рад при изобарском ширењу је $A = p_1(V_2 - V_1) = p_1V_1(\frac{V_2}{V_1} - 1)$. Однос $\frac{V_2}{V_1}$ се може наћи из услова $\frac{\bar{\lambda}_1}{\lambda_3} = b = \frac{V_1}{V_3} = \frac{V_1}{V_2}$ (3 п.), што заменом у израз за рад даје $A = \frac{1-b}{b}p_1V_1$. Из једначине стања идеалног гаса добија се температура на почетку процеса $T_1 = \frac{p_1V_1}{nR} = \frac{bA}{(1-b)nR} = 180.42K$. (5 п.)

   Промена унутрашње енергије при изохорском хлађењу је $\Delta U = -nC_V(T_3 - T_2)$, где је $T_2 = \frac{V_2}{V_1}T_1 = \frac{T_1}{b}$ (2 п.). Одавде се за температуру на крају процеса добија $T_3 = T_2 - \frac{\Delta U}{nC_V} = 312.73K$. (5 п.)

   Да би почетна и крајња тачка лежале на изотерми температуре T_1 и T_3 морају да буду једнаке. Овај услов даје вредност $b = \frac{T_1}{T_1 + \frac{\Delta U}{nC_V}} = 0.2666$. (5 п.)

5. Применом Бернулијеве једначине на пресеке 1 (непосредно испод клипа) и 2 (на крају цевчице), када подлога мирује, добија се $\rho\frac{v_1^2}{2} + \rho gH + p_a + \frac{Mg}{S_1} = \rho\frac{v_2^2}{2} + \rho gh + p_a$. (4 п.) Користећи једначину континуитета и чињеницу да је $S_1 \gg S_2$, види се да се v_1 може занемарити у односу на v_2, па се за брзину истицања воде добија $v_2 = \sqrt{2g(H - h + \frac{M}{\rho S_1})} = 4.084m/s$. (3 п.)

   Ако се подлога креће убрзањем a вертикално навише, Бернулијева једначина, примењена на исте пресеке као и у претходном случају, гласи $\rho\frac{\tilde{v}_1^2}{2} + \rho g'H + p_a + \frac{Mg'}{S_1} = \rho\frac{\tilde{v}_2^2}{2} + \rho g'h + p_a$, где је $g' = g + a$ кориговано убрзање земљине теже, због кретања суда у неинерцијалном референтном систему (7 п.), па је брзина истицања воде у овом случају $\tilde{v}_2 = \sqrt{2(g+a)(H - h + \frac{M}{\rho S_1})} = 4.481m/s$. (2 п.)

   Домети млаза воде су $d = \tilde{d} = 2\sqrt{h(H - h + \frac{M}{\rho S_1})}$. Види се да су домети једнаки, као што је и очекивано. (4 п.)