**Решења задатака за регионално такмичење из физике ученика средњих школа школске 2003/2004. год.**
**II разред**

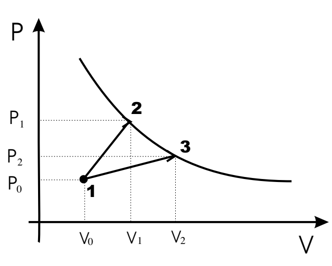
1. Притисак $p = 101325Pa$ и запремина $V_0$ у оба дела цеви када је она хоризонтална. Када је цев вертикалан $p_g$ и $V_g$ притисак и запремина ваздуха изнад живиног стуба и $p_d$ и $V_d$ испод живиног стуба. Пошто нас интересује померај живе непосредно по њеном заустављању, то значи да су процеси сабијања ваздуха и експанзије били адијабат ски процеси: $pV_0^\gamma = p_d V_d^\gamma$, $pV_0^\gamma = p_g V_g^\gamma$ (4). Живин стуб мирује па значи да је: $p_d = p_g + \rho gh$ (3). Пошто се дужина стуба при окретању цеви није променила, значи да су се запремине $V_g$ и $V_d$ промениле за исто $\Delta V$: $V_d = V_0 - \Delta V$, $V_g = V_0 + \Delta V$ (3). Комбиновањем једначина добијемо: $p\left(\frac{V_0}{V_g}\right)^\gamma + \rho gh = p\left(\frac{V_0}{V_d}\right)^\gamma$ (2). Уведемо бездимензиону величину $f = \Delta V/V_0$ па је $\frac{\rho gh}{p} = \frac{1}{(1-f)^\gamma} - \frac{1}{(1+f)^\gamma}$ (2). Уз коришћење апроксимације из задатка добијамо: $\frac{\rho gh}{p} = 1 + \gamma f - (1 - \gamma f) = 2\gamma f \Longrightarrow f = \frac{\rho gh}{2\gamma p}$ (2). Пошто је $f = \Delta V/V_0 = \Delta l/l_0$ (2) $\Longrightarrow \Delta l = fl_0 = \frac{\rho gh}{2\gamma p} l_0 = 2.12cm$ (2).

2. $T_1$ почетна температура гаса, $T_2$ температура гаса када му се преда количина топлоте $\Delta Q$. Сва топлота иде на промену унутрашње енергије система $\Delta Q = \Delta U$ (3). $\Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2$, $\Delta U_1 = (3/2)R(T_2 - T_1)$ (3) унутрашња енергија гаса, $\Delta U_2 = (1/2)k(x_2^2 - x_1^2)$ (3) унутрашња енергија промене потенцијалне енергије ($k$ коефицијент еластичности опруге, $x_1$ и $x_2$ положаји левог краја опруге при $T_1$, односно $T_2$). Након заустављања клипа, на удаљености $x$ од левог краја суда, услов равнотеже клипа и једначина стања гаса дају:
$kx = pS$ (3), $pSx = RT$ (3)$\Longrightarrow x^2 = \frac{RT}{k} \Longrightarrow \Delta U_2 = (1/2)R(T_2 - T_1)$ (2).
Топлотни капацитет: $C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = 2R$ (3).

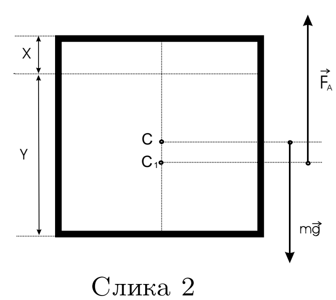
3. Процес $1 \longrightarrow 2$ (слика 1): количина топлоте $\Delta Q_1 = \Delta U_1 + A_1$, $A_1 = 1/2(p_0 + p_1)(V_1 - V_0)$ (5). Процес $1 \longrightarrow 3$: $\Delta Q_2 = \Delta U_2 + A_2$, $A_2 = 1/2(p_0 + p_2)(V_2 - V_0)$ (5). Пошто су коначне температуре гаса у стањима 2 и 3 једнаке $\Delta U_1 = \Delta U_2$ (3). Значи треба упоредити радове: $A_2 - A_1 = 1/2[(p_0V_2 - p_0V_1) + (p_1V_0 - p_2V_0)] > 0$ јер је $p_0V_1 < p_0V_2$ и $p_2V_0 < p_1V_0$ (4). Значи $\Delta Q_2 > \Delta Q_1$ тј. у процесу $1 \longrightarrow 3$ гасу се преда више топлоте (3).

4. Услед дејства силе теже $m\vec{g}$ коцка ће се потопити за $y$, при чему није потребно деловати спољашњом силом, нити улагати било какав рад (слика 2). При овоме се успостави равнотежа силе теже $m\vec{g}$ и Архимедове силе $\vec{F_A}$, па је $mg = \rho_0 g V_1$ (4), где је $V_1 = a^2 y$ (2). Одавде се добије $y = \frac{m}{\rho_0 a^2} = \frac{\rho a^3}{\rho_0 a^2} = 0.8a$ (3). Остали део коцке, висине $x = a - y = 0.2a$ мора се потопити услед деловања вертикалне силе $\vec{F}$, чији се интензитет повећава линеарно са дубином потапања $h$ (3). Интензитет силе $\vec{F_m}$ при потпуном потапању коцке: $\vec{F_m} = \rho_0 g V_2 = \rho_0 g a^2 x$ (4). Рад ове силе је: $A = < F > x = \frac{F_m}{2} x = \frac{\rho_0 g a^2 x}{2} x = 0.313J$. (4)

5. Запремина истопљеног леда је: $V_1 = R^2\pi h + 2/3R^3\pi$. (4)
Количина топлоте потребна за његово топљење је: $Q_1 = m_1\lambda = \rho_1 V_1 \lambda = \rho_1(R^2\pi h + 2/3R^3\pi)\lambda$. (5)
Кугла у овом процесу ода количину топлоте: $Q_2 = m_2 c(T_k - T_1) = \rho_2 V_2 c T_k$, где је $V_2 = 4/3R^3\pi$. (5)
Пошто је: $Q_1 = Q_2 \Longrightarrow h = \frac{2R(2\rho_2 c T_k - \rho_1\lambda)}{3\rho_1\lambda} = 1,9cm$. (6)



Слика 1



Слика 2