ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2009/2010. ГОДИНЕ.

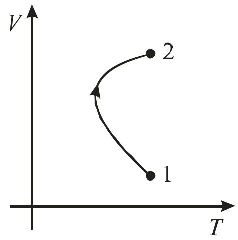
Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете Републике Србије
ЗАДАЦИ

II РАЗРЕД

ОКРУЖНИ НИВО
13.03.2010.

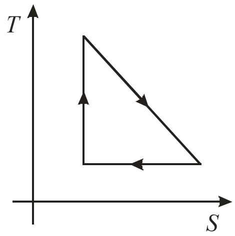
1. Честица А брзине $v = 10\,\text{m/s}$ удара чеоно у честицу В која има исту масу и која је пре судара мировала. После судара обе честице се крећу истим правцем и смером али различитим брзинама ($v_\text{A} \neq v_\text{B}$). Као резултат тог чеоног (централног) судара укупна кинетичка енергија овог система се смањи за $\eta = \left(E_{поч} - E_{кр}\right)/\,E_{поч} = 25\,\%$ ($E_{поч}$- кинетичка енергија система пре судара, $E_{кр}$- кинетичка енергија система после судара). Израчунајте бројну вредност брзина честица А $\left(v_\text{A}\right)$ и В $\left(v_\text{B}\right)$ после судара. **(20 п)**

2. На слици је на *V-T* дијаграму представљен неки процес 1-2 које врши идеалан гас. Маса гаса се у току процеса не мења. Одредите на датом дијаграму положај (на кривој процеса 1-2) тачке са најнижим притиском и објасните како сте одредили тај положај. Температура *T* на хоризонталној оси *V-T* дијаграма је апсолутна температура. **(20 п)**

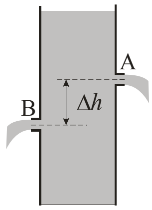


3. Један мол идеалног двоатомског гаса, који се налазио на температури од $T_1 = 290\,\text{K}$, адијабатски је сабијен тако да му се притисак повећао $n = 10$ пута. Израчунајте температуру гаса после сабијања. Двоатомски гас има експонент адијабате $\gamma = C_p\,/\,C_V = 1{,}4$. **(20 п)** (на основу задатка 2.1, Млади физичар број 70)

4. Идеалан гас врши циклус приказан на $T - S$ дијаграму као на слици (T је апсолутна температура а S је ентропија). У току циклуса му се апсолутна температура промени $n = 10$ пута. Израчунајте коефицијент корисног дејства η овог циклуса. **(20 п)**



5. На супротним странама широке вертикалне посуде, која је напуњена водом, отворена су два једнака отвора, при чему је површина сваког једнака $S = 0{,}50\,\text{cm}^2$. Висинска разлика између та два отвора је $\Delta h = 51\,\text{cm}$. Израчунајте бројну вредност резултујуће силе реакције воде која истиче кроз те отворе. **(20 п)**



Задатке припремила: *Маја Рабасовић,* Институт за физику, Београд
Рецензент: *др Драган Д. Маркушев,* Институт за физику, Београд
Председник Комисије за такмичење ДФС: *Проф. др Мићо Митровић,* Физички факултет, Београд

ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА ШКОЛСКЕ 2009/2010. ГОДИНЕ.

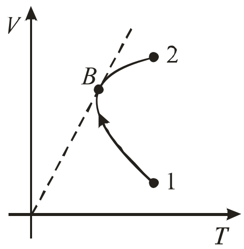
II РАЗРЕД

Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете Републике Србије
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

ОКРУЖНИ НИВО
13.03.2010.

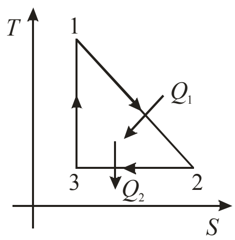
P1. Пошто је судар централни и нееластичан важи само закон одржања импулса у облику $mv = mv_{\mathrm{A}} + mv_{\mathrm{B}}$ **(2 п)**, одакле је $v = v_{\mathrm{A}} + v_{\mathrm{B}}$. Како је $E_{поч} = mv^2/2$ и $E_{кр} = mv_{\mathrm{A}}^2/2 + mv_{\mathrm{B}}^2/2$, из поставке задатка је $\eta = \left(E_{поч} - E_{кр}\right)/E_{поч} = 1 - \left(v_{\mathrm{A}}^2 + v_{\mathrm{B}}^2\right)/v^2$ **(3 п)**. Ако у последњем изразу ставимо, на основу закона одржања импулса, да је $v_{\mathrm{B}} = v - v_{\mathrm{A}}$, и средимо га, добијамо квадратну једначину по v_{A}: $2v_{\mathrm{A}}^2 - 2vv_{\mathrm{A}} + \eta v^2 = 0$ **(3 п)**. Решавањем ове једначине по v_{A} добијамо да је $v_{\mathrm{A}} = (1/2)v \cdot \left[1 \pm (1-2\eta)^{1/2}\right]$ **(3 п)**. Према поставци задатка $v_{\mathrm{A}} < v_{\mathrm{B}}$, па је $v_{\mathrm{A}} = (1/2)v \cdot \left[1 - (1-2\eta)^{1/2}\right]$ **(3 п)** а $v_{\mathrm{B}} = (1/2)v \cdot \left[1 + (1-2\eta)^{1/2}\right]$ **(3 п)**. Заменом бројних вредности добија се да је $v_{\mathrm{A}} \approx 1{,}46\,\mathrm{m/s}$ а $v_{\mathrm{B}} \approx 8{,}54\,\mathrm{m/s}$ **(3 п)**.

P2. На основу једначине стања идеалног гаса $pV = nRT$ **(4 п)** за случај сталног притиска ($p = const$) и сталне масе гаса ($n = m/M = const$) можемо повући бесконачан број изобара $V = const \cdot T$ (Геј-Лисаков закон **(6 п)**) које полазе из координатног почетка (температура T је апсолутна температура дата у келвиновим степенима) и пролазе кроз сваку тачку процеса 1-2. Од свих тих изобара постоји само једна (испрекидана линија на слици) којој одговара најмања вредност притиска у овом процесу и која је уједно и тангента криве процеса 1-2 (додирује криву у тачки B) **(10 п)**.



P3. На основу *T-p* релације за адијабатски процес имамо да је $\left(T_2/T_1\right)^{\gamma} = \left(p_2/p_1\right)^{\gamma\text{-}1}$ **(6 п)**. Пошто је $p_2/p_1 = n$ **(2 п)** онда је $\left(T_2/T_1\right)^{\gamma} = n^{\gamma\text{-}1}$ па је $T_2 = T_1 n^{(\gamma\text{-}1)/\gamma}$ **(9 п)**. Заменом бројних вредности добијамо да је $T_2 = 290\,\mathrm{K} \cdot 10^{(1{,}4\text{-}1)/1{,}4} = 560\,\mathrm{K}$ **(3 п)**.

P4. Један од начина решавања задатка је следећи: Количина топлоте коју систем прими износи $Q_1 = (1/2)(S_2 - S_1)(T_1 + T_2)$ **(6 п)**. Количина топлоте коју систем преда износи $Q_2 = T_2(S_2 - S_3)$ **(3 п)**, где је $T_2 = T_3$ и $S_3 = S_1$ **(2 п)**. По дефиницији је $\eta = 1\text{-}Q_2/Q_1$ **(1 п)** и $T_1/T_2 = n$ **(1 п)** па сређивањем добијамо да је $\eta = 1\text{-}2T_1/(T_1 + T_2) = (n-1)/(n+1)$ **(5 п)**. Заменом бројних вредности добија се да је $\eta = (10-1)/(10+1) = 9/11$ **(2 п)**.



P5. Нека вода истиче кроз отвор A брзином v_{A}, а кроз отвор B брзином v_{B}. Проток воде кроз A једнак је $Q_{\mathrm{A}} = Sv_{\mathrm{A}}$, а кроз B је $Q_{\mathrm{B}} = Sv_{\mathrm{B}}$. Сила реакције у A једнака је $F_{\mathrm{A}} = \rho Q_{\mathrm{A}} v_{\mathrm{A}} = \rho S v_{\mathrm{A}}^2$ **(3 п)**, па је резултујућа сила $F = F_{\mathrm{A}} - F_{\mathrm{B}} = \rho S\left(v_{\mathrm{A}}^2 - v_{\mathrm{B}}^2\right)$ **(4 п)**, јер је $\mathbf{F}_{\mathrm{A}} \uparrow\downarrow \mathbf{F}_{\mathrm{B}}$. Користећи се Бернулијевом једначином имамо, за истицање воде кроз отвор A, $p_0 + \rho g h = p_0 + (1/2)\rho v_{\mathrm{A}}^2$ **(3 п)**, а кроз отвор B $p_0 + \rho g(h + \Delta h) = p_0 + (1/2)\rho v_{\mathrm{B}}^2$ **(3 п)**. Из последње две једначине добијамо да је $\dfrac{\rho}{2}\left(v_{\mathrm{A}}^2 - v_{\mathrm{B}}^2\right) = \rho g \Delta h$ **(3 п)**. Одатле је бројна вредност резултујуће силе реакције воде која истиче из оба отвора $F = \rho S\left(v_{\mathrm{A}}^2 - v_{\mathrm{B}}^2\right) = 2\rho S g \Delta h = 0{,}5\mathrm{N}$ **(4 п)**.