

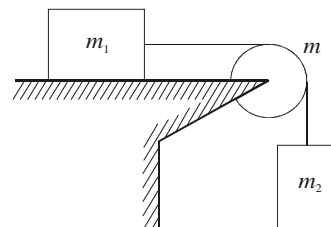


II РАЗРЕД

Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете и Науке Републике Србије
ЗАДАЦИ

ОПШТИНСКИ НИВО
18.02.2012.

1. У систему са слике познате су масе тела m_1 и m_2 , коефицијент трења k између тела m_1 и хоризонталне равни и маса катура m (који се може сматрати хомогеним диском). Између нити и катура нема клизања. У тренутку $t=0$ тело масе m_2 почиње да се спушта. Занемарујући масу нити и трење у оси катура изведите општи израз за: а) убрзање тела масе m_2 и б) рад ($A_{\text{трења}}$) силе трења која делује на тело масе m_1 у току времена t . Момент инерције катура једнак је $I = mR^2 / 2$, где је R његов полупречник. (20 п)

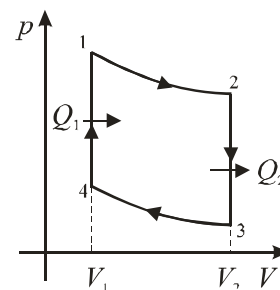


2. Две идентичне посуде спојене су помоћу цевчице са вентилом кроз који пролази гас из једне посуде у другу при разлици притисака од $\Delta p \geq 0,1114 \text{ МПа}$. На почетку је у једној посуди био вакуум, а у другој идеалан гас на температури $t_1 = 27^\circ\text{C}$ и притиску од $p_1 = 101,3 \text{ кПа}$. Затим су обе посуде загрејане до температуре $t_2 = 107^\circ\text{C}$. Колики је притисак у посуди у којој је био вакуум? (20 п)

3. Два топлотно изолована контејнера 1 и 2 сталних запремина напуњени су ваздухом и спојени су кратком цевчицом са вентилом. Познате су запремине контејнера као и притисци и температуре гаса у њима (V_1, p_1, T_1 и V_2, p_2, T_2). Извести општи израз за температуру и притисак гаса у контејнерима по отварању вентила. (20 п)

4. Један мол неког идеалног гаса изобарно се загреје за $\Delta T = 72 \text{ К}$, при чему му је доведена топлота $Q = 1,60 \text{ кЈ}$. Израчунајте прираштај унутрашње енергије ΔU овог гаса и вредност коефицијента $\gamma = C_p / C_v$. Узети да је универзална гасна константа $R = 8,33 \text{ Ј/(mol К)}$. (20 п)

5. Израчунајте вредност коефицијента корисног дејства η за циклус који се састоји од две изохоре и две адијабате (види слику) ако је однос највеће и најмање запремине идеалног гаса током тог циклуса једнак $n = 10$. Узети да је радни гас азот ($\gamma = 7/5$), а да је универзална гасна константа $R = 8,33 \text{ Ј/(mol К)}$ (20 п) (на основу задатка 2.2 из часописа "Млади физичар" број 70 "С")



Задатке припремила: *мр Сања Тошић*, Институт за физику, Београд

Рецензент: *др Драган Д. Маркушев*, Институт за физику, Београд

Председник Комисије за такмичење средњих школа: *др Александар Крмтот*, Институт за физику, Београд



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2011/2012. ГОДИНЕ.



II РАЗРЕД

Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете и Науке Републике Србије
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

ОПШТИНСКИ НИВО
18.02.2012.

P1. Један од начина решавања овог задатка је следећи: систем са слике $(m_1 + m + m_2)$ је под дејством константних сила па су убрзања тела m_1 и m_2 константна (**1 п**). Нит је стално затегнута тј. константне дужине, па су брзине и убрзања тела m_1 и m_2 једнаке по интензитету $(|v_1| = |v_2| = v, |a_1| = |a_2| = a)$ (**1 п**). Из једначине прираштаја механичке енергије $\Delta E_{\text{кин}} + \Delta E_{\text{пот}} = A_{\text{трења}}$ (**2 п**), у тренутку t када тело m_1 пређе пут s у односу на свој почетни положај у тренутку $t = 0$, добија се $(m_1 + m_2)v^2 / 2 + (1/2)(mR^2 / 2)(v/R)^2 - m_2gs = -km_1gs$ (**5 п**), где је искоришћен услов $\omega = v/R$ када нема клизања (**1 п**). а) Пошто је веза између брзине и убрзања дата са $v^2 = 2as$ (**1 п**), из једначине прираштаја енергије се добија да је убрзање тела $a = a_2 = 2(m_2 - km_1)g / [m + 2(m_1 + m_2)]$ (**4 п**). б) Рад силе трења која делује на тело масе m_1 у току времена t једнак је $A = -km_1gs = -km_1g(at^2 / 2) = -km_1(m_2 - km_1)g^2t^2 / [m + 2(m_1 + m_2)]$ (**5 п**).

P2. Пре загревања је стање гаса у посуди са идеалним гасом описано једначином $p_1V = \nu_1RT_1$ (**2 п**). Током загревања један део гаса ће кроз цевчицу прелазити у другу посуду докле год важи услов задатка $\Delta p \geq 0,1114 \text{ МПа}$. По окончању процеса у посуди која је била на почетку напуњена гасом сада важи да је $p'_1V = \nu'_1RT_2$ (**3 п**), а у посуди у којој је на почетку био вакуум важи да је $p'_2V = \nu'_2RT_2 = (\nu_1 - \nu'_1)RT_2$ (**4 п**). Комбинацијом последње две једначине добија се да је $p'_2 = (p_1/T_1 - p'_1/T_2)T_2$ (**5 п**), што уз $\Delta p = p'_1 - p'_2$ (**1 п**) даје $p'_2 = (1/2)(p_1T_2/T_1 - \Delta p) = 8,46 \text{ kPa}$ (**5 п**).

P3. Пре отварања вентила у контејнерима су стања гаса описана са $p_1V_1 = \nu_1RT_1$ и $p_2V_2 = \nu_2RT_2$ (**2 п**). По отварању вентила достиже се равнотежа описана са $p(V_1 + V_2) = (\nu_1 + \nu_2)RT$ (**2 п**). Из услова задатка је $Q = 0$ (топлотно изоловани систем) и $A = 0$ (контејнери не мењају запремину) следи да је $\Delta U = 0$ (**1 п**), тј. унутрашња енергија система на почетку процеса једнака је унутрашњој енергији система на крају процеса: $(\nu_1T_1 + \nu_2T_2)R/(\gamma - 1) = (\nu_1 + \nu_2)TR/(\gamma - 1)$ (**7 п**). Из последње једначине (комбинацијом са претходним једначинама) добија се да је $T = T_1T_2(p_1V_1 + p_2V_2)/(p_1V_1T_2 + p_2V_2T_1)$ (**4 п**) и $p = (p_1V_1 + p_2V_2)/(V_1 + V_2)$ (**4 п**).

P4. Током изобарског процеса, уз $\nu = 1$, $A = p\Delta V = R\Delta T = 0,6 \text{ kJ}$ (**5 п**). Прираштај унутрашње енергије на основу првог принципа термодинамике износи $\Delta U = Q - A = Q - R\Delta T = 1 \text{ kJ}$ (**5 п**). Са друге стране може се написати да је, за $\nu = 1$, $\Delta U = R\Delta T/(\gamma - 1)$ (**5 п**). Из последње једначине (или комбинацијом последње две) добија се да је $\gamma = 1 + R\Delta T/\Delta U = 1,6$ ($\gamma = Q/(Q - R\Delta T) = 1,6$) (**5 п**).

P5. Користећи слику дату у поставци имамо да је $Q_2 = C_v(T_2 - T_3) = C_vV_2(p_2 - p_3)/R$ (**5 п**) а $Q_1 = C_vV_1(p_1 - p_4)/R$ (**5 п**). Са друге стране за адијабатске процесе имамо да је $p_1V_1^\gamma = p_2V_2^\gamma$ и $p_3V_2^\gamma = p_4V_1^\gamma$ (**2 п**), тј. $p_1 = p_2n^\gamma$ и $p_4 = p_3n^\gamma$ ($V_2/V_1 = n$) (**2 п**). Следи да је коефицијент корисног дејства циклуса једнак: $\eta = 1 - Q_2/Q_1 = 1 - (V_2/V_1)(p_2 - p_3)/(p_1 - p_4) = 1 - n^{1-\gamma} = 0,6$ (**6 п**).