



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКЕ 2012/2013. ГОДИНЕ.



II РАЗРЕД

Друштво физичара Србије  
Министарство просвете, науке и технолошког  
развоја Републике Србије  
ЗАДАЦИ

ОПШТИНСКИ НИВО  
17.02.2013.

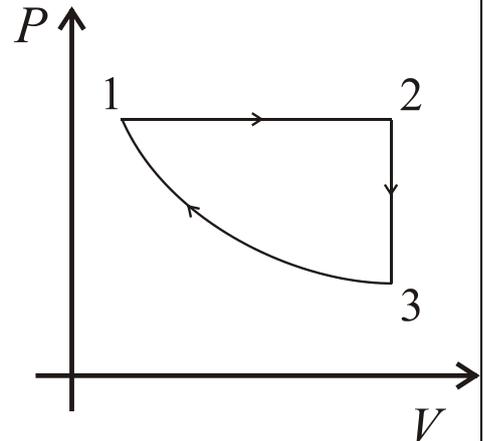
1. На тело масе  $m$  које се налази у стању мировања почне да делује сила под углом од  $30^\circ$  чији интензитет расте линеарно са протоком времена  $F = bt$  ( $b$  је константа). Наћи убрзање тела у тренутку одвајања од подлоге. Коефицијент трења је  $\mu$ . (20п)

2. Израчунајте запремину воде која се може загрејати у бојлеру од  $t_1 = 15^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 95^\circ\text{C}$  за време од  $\tau = 90\text{s}$ . Снага грејача бојлера је  $P = 2\text{kW}$ , коефицијент корисног дејства бојлера је  $\eta = 85\%$ , густина воде је  $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1000\text{kg/m}^3$  а специфична топлотна капацитативност воде је  $c_{\text{H}_2\text{O}} = 4180\text{J/(kgK)}$ . (20 п)

3. У цилиндричној посуди попречног пресека  $S = 150\text{cm}^2$ , испод клипа занемарљиве масе, налази се ваздух на температури  $T_1 = 300\text{K}$  и притиску  $p_1 = 10^5\text{Pa}$ . У почетном тренутку клип се налази на  $0,8\text{m}$  од дна посуде. Када се на клип стави тег масе  $m = 50\text{kg}$ , ваздух се загреје до  $T_2 = 320\text{K}$ . Израчунајте промену висине клипа у односу на дно посуде након загревања ваздуха. Узети да је  $g = 9,81\text{m/s}^2$  (20 п)

4. Иста количина топлоте којом се  $m_{\text{H}_2\text{O}} = 750\text{g}$  воде загреје од  $t_1 = 0^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 100^\circ\text{C}$  доведена је комаду бакра масе  $m_{\text{Cu}} = 3,5\text{kg}$ . За колико степени се повећала температура бакра након довођења топлоте? Специфичне топлотне капацитативности воде и бакра су  $c_{\text{H}_2\text{O}} = 4180\text{J/(kgK)}$  и  $c_{\text{Cu}} = 385\text{J/(kgK)}$ . (20п)

5. Идеални једноатомски гас врши циклус који је приказан на слици. Ако је процес  $3 \rightarrow 1$  адијабатски, извести формуле које показују зависности свих количина топлота и радова које гас размењује и врши у сваком процесу циклуса као функције температуре. На крају извести формулу зависности корисног дејства  $\eta$  машине која ради по овом циклусу само од температура у стањима 1, 2 и 3. (20п)



Задатке припремили: др Сања Тошић, др Бојан Николић, Институт за физику, Београд

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

Председник Комисије за такмичења ученика средњих школа ДФС: др Александар Крмпот, Институт за физику, Београд



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКЕ 2012/2013. ГОДИНЕ.



II РАЗРЕД

Друштво физичара Србије  
Министарство просвете, науке и технолошког  
развоја Републике Србије  
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

ОПШТИНСКИ НИВО  
17.02.2013.

**P1.** Поставимо координатни систем тако да се  $x$  оса поклапа са правцем и смером кретања тела док је у оса ортогонална на површину подлоге. Други Њутнов закон пројектован на осе система даје следеће једначине:  $ma = bt\sqrt{3}/2 - \mu N$  (4п),  $0 = N + (1/2)bt - mg$  (4п). У тренутку одвајања од подлоге сила нормалне реакције подлоге је нула,  $N = 0$  (4п). Из тог услова добијамо тренутак полетања тела,  $t = 2mg/b$  (3п). Заменом у прву једначину добијамо:  $a = g\sqrt{3}$  (5п).

**P2.** Коефицијент корисног дејства бојлера је  $\eta = P_k/P$  (2п) па је корисна снага:  $P_k = \eta P$  (2п). Корисну снагу бојлера можемо добити и као:  $P_k = Q/\tau$  (2п). Количина топлоте је:  
 $Q = m_{\text{H}_2\text{O}}c_{\text{H}_2\text{O}} t_2 - t_1 = \rho_{\text{H}_2\text{O}}Vc_{\text{H}_2\text{O}}(t_2 - t_1)$  (3п), па је снага:  
 $P_k = Q/\tau = m_{\text{H}_2\text{O}}c_{\text{H}_2\text{O}} t_2 - t_1 / \tau = \rho_{\text{H}_2\text{O}}Vc_{\text{H}_2\text{O}}(t_2 - t_1)/\tau$  (3п). Искористивши израз за снагу  $P_k = \eta P$  добијамо:  
 $\eta P = \rho_{\text{H}_2\text{O}}Vc_{\text{H}_2\text{O}}(t_2 - t_1)/\tau$  (3п). Тражена запремина је:  $V = \eta P \tau / [\rho_{\text{H}_2\text{O}}c_{\text{H}_2\text{O}} t_2 - t_1] = 4,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$  (5п).

**P3.** Количина ваздуха се не мења па је:  $p_1V_1/T_1 = p_2V_2/T_2$  (2п), тј.  $V_1/V_2 = (p_2T_1)/(p_1T_2)$  (2п). Такође важи да је:  $p_2 = p_1 + mg/S = 1,33 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  (4). Ако су  $h_1$  и  $h_2$  почетна и крајња висина клипа у односу на дно посуде, онда је:  $(Sh_1)/(Sh_2) = (p_2T_1)/(p_1T_2)$  (4п) одакле је  $h_2 = h_1 p_1 T_2 / (p_2 T_1)$  (3п). Промена висине клипа је:  $\Delta h = h_2 - h_1 = h_1 p_1 T_2 / (p_2 T_1) - h_1$  (3п), односно  $\Delta h \approx -0,16 \text{ m}$  (2п).

**P4.** Количина топлоте потребна за загревање воде је:  $Q_{\text{H}_2\text{O}} = c_{\text{H}_2\text{O}}m_{\text{H}_2\text{O}}\Delta T_{\text{H}_2\text{O}} = 313500 \text{ J}$  (4п). За бакар важи:  $Q_{\text{Cu}} = c_{\text{Cu}}m_{\text{Cu}}\Delta T_{\text{Cu}}$  (4п) па је тражена промена температуре:  $\Delta T_{\text{Cu}} = Q_{\text{Cu}}/(m_{\text{Cu}}c_{\text{Cu}})$  (4п). С обзиром да је  $Q_{\text{Cu}} = Q_{\text{H}_2\text{O}}$  (2п), добијамо да се температура бакра повећала за:  $\Delta T_{\text{Cu}} = Q_{\text{H}_2\text{O}}/(m_{\text{Cu}}c_{\text{Cu}}) \approx 233 \text{ K}$  (6п).

**P5.**  $1 \rightarrow 2$  ( $p = \text{const}$ ): Пошто је  $p_1 = p_2$  (1п) и  $pV = RT$  (1п), рад постаје:

$A_{12} = p_1(V_2 - V_1) = R(T_2 - T_1)$  (3п). Промена унутрашње енергије је:  $\Delta U_{12} = U_2 - U_1 = 3R/2 T_2 - T_1$  (1п),

а количина размењене топлоте:  $Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = 5R/2 (T_2 - T_1)$  (2п);

$2 \rightarrow 3$  ( $V = \text{const}$ ): Пошто је  $V_2 = V_1$  (1п), следи да је  $A_{23} = 0$  (1п) и

$Q_{23} = \Delta U_{23} = U_3 - U_2 = 3R/2 (T_3 - T_2)$  (2п);

$3 \rightarrow 1$  (адијабатски процес): Пошто је  $Q_{31} = 0$  (1п), следи

$A_{31} = -\Delta U_{31} = -(U_1 - U_3) = (3R/2)(T_3 - T_1)$  (2п);

Коефицијент корисног дејства је:  $\eta = (A_{12} + A_{23} + A_{31})/Q_{12}$  (1п). Заменом

одговарајућих вредности добијамо  $\eta = (2T_2 - 5T_1 + 3T_3)/(5T_2 - 5T_1)$  (4п).

