



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



Друштво физичара Србије

Министарство просвете, науке и технолошког
развоја Републике Србије

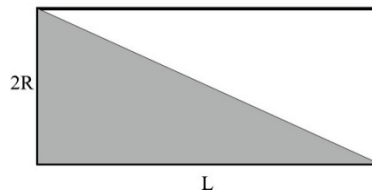
ОКРУЖНИ НИВО
09.03.2013.

II РАЗРЕД

ЗАДАЦИ

1. Камион вуче цистерну до пола напуњену неком течношћу. Цистерна облика ваљка полупречника $R = 1\text{m}$ и дужине $L = 5\text{m}$, постављена је тако да јој се оса цилиндричне симетрије поклапа са правцем кретања. Возач камиона уочи препреку на путу и почне нагло да кочи. Током кочења течност заузме положај, гледано у односу на попречни пресек ваљка (правоугаоник), тако да је сва испод дијагонале правоугаоника (види слику). Камион је успео да стане непосредно пре препреке. Израчунати: а) коефицијент трења клизања између точкова камиона и пута; б) брзину камиона непосредно пре кочења, ако се камион зауставио за 5s ; в) Удаљеност камиона од препреке у тренутку почетка кочења. Узети да је $g = 10\text{m/s}^2$. (20п)

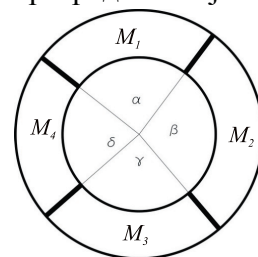
← смер кретања камиона



2. Идеални гас се греје, прво изобарски при чему повећа своју запремину три пута, а затим изохорски при чему се притисак повећа пет пута. Ако је почетна запремина гаса $V_1 = 1\text{m}^3$ и почетни притисак $p_1 = 100\text{kPa}$, приказати промену стања гаса графички у $p-V$ дијаграму и наћи: а) укупну промену унутрашње енергије гаса; б) извршени рад; в) количину топлоте коју гас прими у току процеса. Моларна маса гаса је $M = 28,8\text{g/mol}$, његова специфична топлотна капацитативност је $c_v = 720\text{J/kgK}$ а универзална гасна константа $R = 8,314\text{J/molK}$. (20 п)

3. Две идентичне посуде напуњене су до врха различитим течностима. На једнаким дубинама у посудама настају мехурићи идеалног гаса једнаких запремина и почињу да се крећу према површини. Ако је притисак на мехурић једнак притиску у његовој средини, извести општи израз за убрзање мехурића. Показати да ће мехурићи у обе посуде за исто време доћи до површине течности. Сматрати да гас у свим мехурићима има исту температуру T . (20 п)

4. Уска цев, савијена у облику прстена (торус), подељена је на четири дела преградама које се могу померати без трења. У сваком делу се налазе једнаке масе гасова моларних маса $M_1 = 28\text{g/mol}$, $M_2 = 32\text{g/mol}$, $M_3 = 4\text{g/mol}$ и $M_4 = 2\text{g/mol}$. Одредити углове α , β , γ и δ које међусобно заклапају преграде у равнотежи. Узети да је запремина торуса $V = 2\pi r S$, где је r средњи полупречник, а S површина нормалног пресека торуса. (20 п)



5. Широка цистерна напуњена је водом до висине h_0 . На једном њеном вертикалном зиду, на висинама h_1 и h_2 у односу на дно цистерне, направљена су два идентична мала отвора. Показати да млазеви воде из оба отвора ударају у подлогу једнаким брзинама. (20 п)

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

др Бојан Николић, Институт за физику, Београд

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

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



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



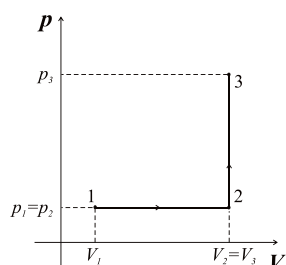
II РАЗРЕД

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

ОКРУЖНИ НИВО
09.03.2013.

P1. а) Посматрајмо течност из неинерцијалног система везаног за цистерну. Уочимо неки делић течности масе Δm . На њега делује инерцијална сила Δma у хоризонталном правцу (**1п**) и сила Земљине теже у вертикалном правцу Δmg (**1п**), где је a интензитет успорења камиона. То успорење може да се одреди из једначине кретања и износи: $a = \mu g$ (**3п**), где је μ коефицијент трења. Из сличности троуглова добијамо да је: $a = g2R/L = 4\text{m/s}^2$ (**4п**), па је $\mu = 2R/L = 0,4$ (**3п**). б) Из једначине $v = v_0 - \mu gt = 0$ (**2п**), добијамо да је непосредно пре кочења брзина: $v_0 = \mu gt = 20\text{m/s}$ (**2п**). в) Удаљеност камиона од препреке на почетку кочења једнака је зауставном путу камиона $d = v_0^2 / 2a = 50\text{m}$ (**4п**).

P2. $p - V$ дијаграм промене стања гаса. (**3п**) а) Промена унутрашње енергије је: $\Delta U = mc_v(T_3 - T_1)$ (**2п**). Из $p_1V_1 = mRT_1 / M$ (**2п**) следи $T_1 = p_1V_1M / mR$ (**1п**). Из $p_3V_3 = mRT_3 / M$ (**2п**) и $p_3 = 5p_1$, тј. $V_2 = V_3 = 3V_1$



добијамо: $T_3 = p_3V_3M / mR = 15p_1V_1M / mR$ (**1п**). Заменом у израз за унутрашњу енергију добијамо: $\Delta U = 14p_1V_1c_vM / R = 3,5 \cdot 10^6 \text{ J}$ (**2п**). б) Рад је: $A = A_{12} + A_{23}$ (**1п**). Процес $1 \rightarrow 2$ је изобарски па је: $A_{12} = p_1(V_2 - V_1)$ (**1п**), док је процес $2 \rightarrow 3$ изохорски: $A_{23} = p_1(V_3 - V_2) = 0$ (**1п**). Коначно имамо да је

$$A = A_{12} = 2p_1V_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ J} \quad (\text{2п}); \quad \Delta Q = \Delta U + A = 3,7 \cdot 10^6 \text{ J} \quad (\text{2п}).$$

P3. Почетни положај и почетна брзина мехурића су једнаки па ће до површине стићи у исто време под условом да су им убрзања у сваком тренутку једнака. Из једначине кретања мехурића: $ma = \rho_f gV - mg$ (**3п**), где је $\rho_f gV$ сила потиска, добијамо убрзање мехурића: $a = g(\rho_f V / m - 1)$ (**1п**). Са друге стране, из једначине стања $pV = mRT / M$ (**2п**) имамо да је $V / m = RT / Mp$ (**2п**) па заменом у израз за убрзање добијамо: $a = g(\rho_f RT / Mp - 1)$ (**3п**). Из услова да је притисак на мехурић (хидростатички притисак) једнак притиску у његовој средини, тј. $p = \rho_f gh$ (**3п**) (h је дубина на којој се налази средина, тј. центар мехурића) добијамо коначан израз за убрзање: $a = g[(RT / Mgh) - 1]$ (**4п**). Видимо да убрзање не зависи од густине флуида ρ_f што значи да ће се истим убрзањем кретати мехурићи у обе посуде, тј. у исто време ће стићи до површине флуида (**2п**).

P4. Запремина гаса у делу торуса одређеном углом ϕ је: $V = Sl = Sr\phi$ (**1п**). Једначина стања гаса за тај део цеви је: $pSr\phi = mRT / M$ (**2п**). У равнотежи све температуре су једнаке, па за цео систем важи: $\phi M = mRT / pSr = \text{const}$ (**2п**), односно: $M_1\alpha = M_2\beta = M_3\gamma = M_4\delta$ (**2п**). Из претходне две једначине и услова $\alpha + \beta + \gamma + \delta = 360^\circ$ (**1п**) могу се одредити тражени углови:

$$\alpha = 360^\circ M_2 M_3 M_4 / (M_1 M_2 M_3 + M_1 M_3 M_4 + M_2 M_3 M_4 + M_1 M_2 M_4) \quad (\text{2п}),$$

$$\beta = 360^\circ M_1 M_3 M_4 / (M_1 M_2 M_3 + M_1 M_3 M_4 + M_2 M_3 M_4 + M_1 M_2 M_4) \quad (\text{2п}),$$

$$\gamma = 360^\circ M_1 M_2 M_4 / (M_1 M_2 M_3 + M_1 M_3 M_4 + M_2 M_3 M_4 + M_1 M_2 M_4) \quad (\text{2п}),$$

$$\delta = 360^\circ M_1 M_2 M_3 / (M_1 M_2 M_3 + M_1 M_3 M_4 + M_2 M_3 M_4 + M_1 M_2 M_4) \quad (\text{2п}).$$

Углови су редом: $\alpha = 15,8^\circ$ (**1п**), $\beta = 13,8^\circ$ (**1п**), $\gamma = 110,2^\circ$ (**1п**) и $\delta = 220,2^\circ$ (**1п**).



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



P5. Бернулијеве једначине за струјне цеви које повезују горњу површину воде и отворе 1 и 2 имају облик: $\rho v_0^2 / 2 + \rho g h_0 = \rho v_1^2 / 2 + \rho g h_1$ (2п), тј. $\rho v_0^2 / 2 + \rho g h_0 = \rho v_2^2 / 2 + \rho g h_2$ (2п). Пошто је цистерна велика а отвори мали, брзина воде на површини је $v_0 \approx 0$ (1п) па су одговарајуће брзине истицања: $v_1 = \sqrt{2g(h_0 - h_1)}$ (2п), тј. $v_2 = \sqrt{2g(h_0 - h_2)}$ (2п). Из закона одржања енергије за масу воде Δm која истиче из цистерне кроз први отвор: $\Delta m v_1^2 / 2 + \Delta m g h_1 = \Delta m v_1'^2 / 2$ (3п) и заменом израза за v_1 добијамо брзину којом први млаз удара о подлогу: $v_1' = \sqrt{v_1^2 + 2gh_1} = \sqrt{2gh_0}$ (2п). Аналогно, за други млаз имамо: $\Delta m v_2^2 / 2 + \Delta m g h_2 = \Delta m v_2'^2 / 2$ (3п), односно $v_2' = \sqrt{v_2^2 + 2gh_2} = \sqrt{2gh_0}$ (2п). Коначно, добија се:

$v_1' = v_2' = \sqrt{2gh_0}$ (1п).