



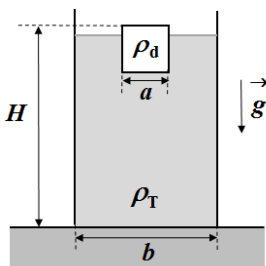
1. У посуди са течношћу густине  $\rho_T = 1150 \text{ kg/m}^3$  плива хомогени комад дрвета облика коцке странице  $a = 2 \text{ cm}$  (слика 1). Посуда има облик квадра чија је основа квадрат странице  $b = 5,5 \text{ cm}$ . Запремина течности у посуди је  $V = 250 \text{ cm}^3$ . Одредити на којој висини у односу на дно посуде се налази ивица коцке која је изван течности, дакле тражи се висина  $H$  (слика 1). Густина дрвета је  $\rho_d = 920 \text{ kg/m}^3$ .

2. Тело чија је почетна брзина  $v_0 = 20 \text{ m/s}$  креће се равномерно успорено током времена  $t_1$  и прелази пут  $s_1 = 200 \text{ m}$  те постиже одређену брзину (означимо је са  $v_2$ ). Брзином  $v_2$  наставља да се креће равномерно, одређено време  $t_2$  и прелази пут  $s_2 = 400 \text{ m}$ . Након тога тело почиње да се креће равномерно убрзано током времена  $t_3$ , прелази пут  $s_3 = 600 \text{ m}$  и постиже поново брзину  $v_0 = 20 \text{ m/s}$ . Нацртати график зависности брзине тела од времена, од почетка успоравања до тренутка када поново постигне брзину  $v_0$ . Наведени временски интервал у овом случају представља укупно време кретања тела. Одредити укупно време кретања тела ако важи услов да је  $t_2 = t_1 + t_3$ .

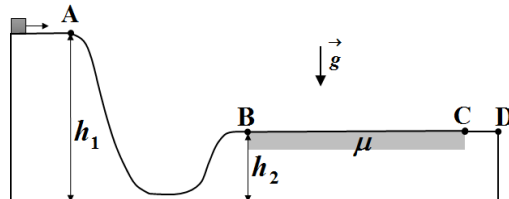
3. Аутомобил масе  $m = 1500 \text{ kg}$ , приликом претицања, на путу дужине  $s = 100 \text{ m}$  повећа своју брзину са  $v_1 = 54 \text{ km/h}$  на  $v_2 = 90 \text{ km/h}$  под дејством вучне силе мотора  $F_V$  константне вредности. Сила трења има константну вредност  $F_{tr} = 295 \text{ N}$ . Одредити средњу снагу коју развија мотор на путу дужине  $s = 100 \text{ m}$ .

4. Тело се креће по шинама дуж дела тобогана који изгледа као на слици 2. Брзина тела при проласку кроз тачку А је  $v_A = 4 \text{ m/s}$ . Висина хоризонталног дела који се завршава тачком А у односу на подлогу је  $h_1 = 6 \text{ m}$ , а висина хоризонталног дела на којој се налазе тачке В, С и D у односу на подлогу је  $h_2 = 2 \text{ m}$  (слика 2). Трење између тела и тобогана је занемарљиво осим на делу дужине  $\overline{BC} = L = 10,5 \text{ m}$ , а коефицијент трења износи  $\mu = 0,5$ . Одредити да ли ће тело успети да стигне до тачке D. Тело је везано за шине тако да је у сталном контакту са тобоганом, тј. током кретања не долази до одвајања тела од тобогана.

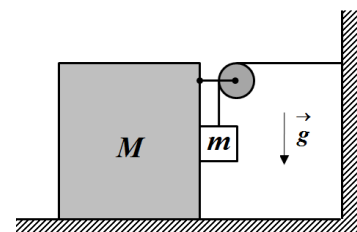
5. Тела чије су масе  $M = 10 \text{ kg}$  и  $m = 5 \text{ kg}$  повезана су на начин као што је приказано на слици 3. Одредити интензитет убрзања тела масе  $m$  у односу на подлогу ако се тела пусте да се слободно крећу из стања мировања. Током кретања тела су у сталном контакту. Масу неистегљиве нити, масу котура и трење занемарити. Котур је чврсто везан за тело масе  $M$ .



Слика 1



Слика 2



Слика 3

Сваки задатак носи 20 поена. Напомена: Сва решења детаљно објаснити. Уз решење сваког задатка приложити и одговарајућу слику са јасно дефинисаним физичким величинама. Јасно дефинишите све ознаке које користите, нарочито оне које нису уобичајене!

Задатке припремио: Владимир Чубровић, Физички факултет, Београд

Рецензент: Проф. др Иван Манчев, ПМФ, Ниш

Председник комисије: Проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд

Свим такмичарима желимо успешан рад!



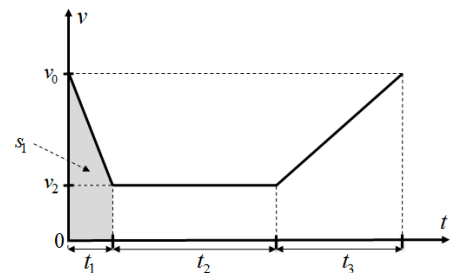
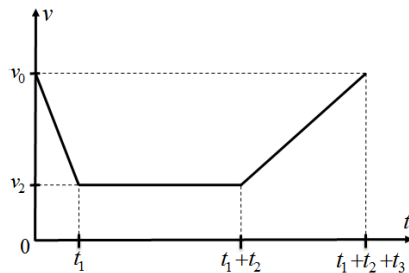
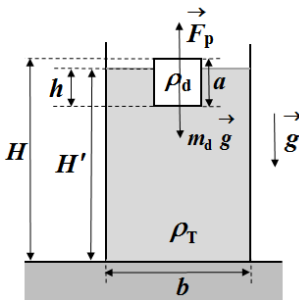
**VII**  
РАЗРЕД

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

ДРЖАВНИ НИВО  
Шабац  
09-10.04.2017.

**1.** Означимо са  $h$  део висине коцке који се налази у течности, а са  $H'$  висину на којој се налази слободна површина течности у односу дно посуде. Како комад дрвета плива у течности важи  $\rho_T \cdot a^2 h \cdot g = \rho_d \cdot a^3 \cdot g$  [9п] тако да је  $h = \frac{\rho_d a}{\rho_T} = 1,6 \text{ cm}$  [1+1п]. Тражена висина је  $H = H' + (a - h)$  [3п]. Висину  $H'$  можемо да одредимо преко запремине течности у посуди  $V = b^2 H' - a^2 h$  [3п] тако да је  $H' = \frac{V + a^2 h}{b^2} \approx 8,5 \text{ cm}$  [1+1п]. Из претходних једначина следи да је  $H \approx 8,9 \text{ cm}$  [1п].

**2.** Тело прелази пут дужине  $s_1$  средњом брзином  $v_{sr1} = \frac{v_2 + v_0}{2}$  за време  $t_1$  тако да је  $t_1 = \frac{2s_1}{v_2 + v_0}$  [5п] (графички пређени пут  $s_1$  једнак је површини трапеца чије су базе  $v_0$  и  $v_2$ , а висина  $t_1$ , тако да је  $s_1 = \frac{v_0 + v_2}{2} \cdot t_1$ ). Затим прелази пут дужине  $s_2$  константном брзином  $v_2$  за време  $t_2 = \frac{s_2}{v_2}$  [1п]. Последњи део укупног пута дужине  $s_3$  прелази средњом брзином  $v_{sr3} = \frac{v_2 + v_0}{2}$  за време  $t_3 = \frac{2s_3}{v_2 + v_0}$  [5п]. Како важи  $t_1 + t_3 = t_2$  следи да је  $\frac{2s_1}{v_2 + v_0} + \frac{2s_3}{v_2 + v_0} = \frac{s_2}{v_2}$  па је  $v_2 = \frac{v_0 s_2}{2s_1 + 2s_3 - s_2}$  [2п] ( $v_2 \approx 6,7 \text{ m/s}$ ). Укупно време кретања је  $t_u = t_1 + t_2 + t_3 = 2t_2 = \frac{2s_2}{v_2} = \frac{2(2s_1 + 2s_3 - s_2)}{v_0} = 120 \text{ s}$  [2+1п].



Коректно нацртан график носи 4 поена.

**3.** Први начин. Из закона одржања енергије  $E_{k2} - E_{k1} = A_V + A_{tr}$  односно  $\frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = F_V s - F_{tr} s$  [9п], следи да је вучна сила једнака  $F_V = \frac{m(v_2^2 - v_1^2)}{2s} + F_{tr}$  [2п] ( $F_V = 3295 \text{ N}$ ). Средња снага је  $P_{sr} = \frac{F_V \cdot s}{t}$  [3п] односно  $P_{sr} = F_V \cdot v_{sr}$  [3п], при чему је  $v_{sr} = \frac{v_1 + v_2}{2}$  [2п] ( $v_{sr} = 20 \text{ m/s}$ ), тако да је  $P_{sr} = \left[ \frac{m(v_2^2 - v_1^2)}{2s} + F_{tr} \right] \cdot \frac{v_1 + v_2}{2} = 65,9 \text{ kW}$  [1п].

Други начин. Динамичка једначина кретања тела је  $ma = F_V - F_{tr}$  [5п], док је кинематичка једначина  $v_2^2 = v_1^2 + 2as$  [4п]. Из претходне две једначине добијамо да је вучна сила једнака  $F_V = \frac{m(v_2^2 - v_1^2)}{2s} + F_{tr}$  [2п] ( $F_V = 3295 \text{ N}$ ). Наставак решења је исти као у првом начину.



**ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКЕ 2016/2017. ГОДИНЕ.**



**4.** Из закона одржања енергије  $\frac{mv_A^2}{2} + mgh_1 = \frac{mv_B^2}{2} + mgh_2$  [7п] следи да је брзина тела у тачки В једнака  $v_B = \sqrt{v_A^2 + 2g(h_1 - h_2)}$  [2п] ( $v_B \approx 9,72$  m/s ).

**Први начин.** Пут  $s$  који би тело прешло до заустављања на делу подлоге на ком трење није занемарљиво добијамо из једначине  $\frac{mv_B^2}{2} = \mu mgs$  [5п] тј.  $s = \frac{v_B^2 + 2g(h_1 - h_2)}{2\mu g} \approx 9,63$  m [2+1]. Како је  $s < L$  следи да тело неће успети да стигне до тачке D [3п].

( Или, из  $\frac{mv_C^2}{2} - \frac{mv_B^2}{2} = -\mu mgL$  [5п] следи  $v_C^2 = v_B^2 - 2\mu gL \approx -8,53$  m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> [2+1п], те како нема реалних решења за брзину  $v_C$  следи да тело неће успети да стигне до тачке С, а самим тим тело неће успети да стигне до тачке D [3п] ).

**Други начин.** На делу подлоге на ком трење није занемарљиво успорење тела је  $a = \mu g$  [3п], а зауставни пут тела је  $s = \frac{v_B^2}{2a}$  [2п], па је  $s = \frac{v_B^2 + 2g(h_1 - h_2)}{2\mu g} \approx 9,63$  m [2+1]. Како је  $s < L$  следи да тело неће успети да стигне до тачке D [3п].

( Или,  $v_C^2 = v_B^2 - 2aL = v_B^2 - 2\mu gL \approx -8,53$  m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> [7+1п], те како нема реалних решења за брзину  $v_C$  следи да тело неће успети да стигне до тачке С, а самим тим тело неће успети да стигне до тачке D [3п] ).

**5.** **Први начин.** Једначине кретања тела су  $Ma_x = T - N$  [3п],  $ma_x = N$  [3п] ( или  $(M + m)a_x = T$  [6п] ), и  $ma_y = mg - T$  [3п], а веза између убрзања  $a_x = a_y$  [4п]. Из претходних једначина следи да је  $a_x = \frac{mg}{M + 2m}$  [2п].

Убрзање тела у односу на подлогу је  $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$  [2п], односно  $a = a_x \sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}mg}{M + 2m} \approx 3,5$  m/s<sup>2</sup> [2+1п].

**Други начин.** Тело масе  $m$  се у почетном тренутку ( $t=0$ ) налазило на висини  $h_0$  у односу на подлогу. Након времена  $t$  од почетка кретања тело  $m$  се спусти дуж тела  $M$  за растојање  $l$  при чему је  $l = a_y t^2 / 2$ , и у том тренутку се налази на висини  $h$ , при чему важи  $h_0 - h = l$  [1п]. Веза између убрзања тела је  $a_x = a_y$  [4п]. Тада је  $l = a_y t^2 / 2 = a_x t^2 / 2$ , а како су тела почела да се крећу из стања мировања брзине тела у тренутку  $t$  су редом  $v_x = a_x t$  и  $v_y = a_y t$ .

По закону одржања енергије важи  $mgh + \frac{Mv_x^2}{2} + \frac{mv_x^2}{2} + \frac{mv_y^2}{2} - mgh_0 = 0$  [6п] (1), јер је рад унутрашњих сила једнак нули  $A = A_M + A_m = (T \cdot l - N \cdot l) + (N \cdot l - T \cdot l) = 0$ . Даље, једначина (1) добија облик

$\frac{(M + 2m)(a_x^2 t^2)}{2} = mg \cdot \frac{a_x t^2}{2}$  [2п]. Из последње једначине следи да је  $a_x = \frac{mg}{M + 2m}$  [2п], па је  $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$  [2п] и

коначно  $a = a_x \sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}mg}{M + 2m} \approx 3,5$  m/s<sup>2</sup> [2+1п].

