

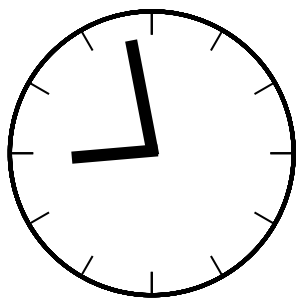
DRUŠTVO FIZIČARA SRBIJE  
MINISTARSTVO PROSVETE REPUBLIKE SRBIJE

Zadaci za okružno takmičenje učenika srednjih škola

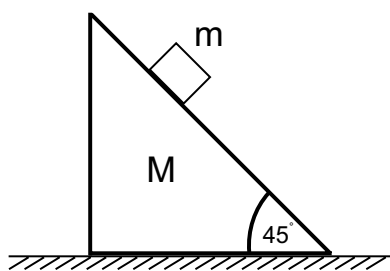
24. april 2004.

I razred

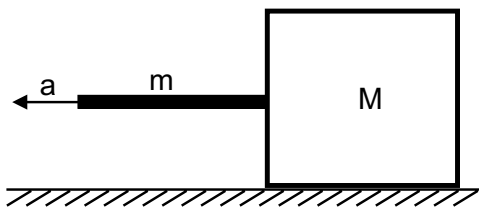
1. Telo se nalazi na strmoj ravni nagiba  $30^\circ$  i gurnuto je uz nju brzinom  $v_0 = 5\frac{m}{s}$ . Posle koliko vremena će brzina tela opet biti  $5\frac{m}{s}$  ako je koeficijent trenja  $\mu = 0.1$ ? Ubrzanje sile zemljine teže je  $g = 10\frac{m}{s^2}$ . (Mladi fizičar 54, 1994/95.) (20 bodova)
2. Perica je počeo da radi zadatke na takmičenju iz fizike između osam i devet časova (slika 1), a završio je između jedanaest i dvanaest, u trenutku kada su mala i velika kazaljka na časovniku zamenile svoja mesta (u odnosu na početni trenutak). Naći koliko je vremena Perica radio zadatke i koliko vremena pre dvanaest časova je završio izradu zadataka. (20 bodova)
3. Telo mase  $m$  se nalazi na glatkoj prizmi mase  $M$  i ugla  $45^\circ$  (slika 2). Prizma se nalazi na glatkoj horizontalnoj podlozi. Izračunati ubrzanje prizme ako telo klizi po njoj. (20 bodova)
4. Na hrapavoj horizontalnoj podlozi se nalazi kutija mase  $M$  koja se vuče po podlozi pomoću neistegljive šipke mase  $m$  i dužine  $l$  (slika 3). Koeficijent trenja između podloge i kutije je  $\mu$ . Ako se sistem kreće konstantnim ubrzanjem  $a$ , odrediti silu zatezanja šipke na rastojanju  $x$  ( $x < l$ ) od njenog levog kraja. Pod kojim uslovima je sila zatezanja u svakoj tački šipke konstantna? (20 bodova)
5. Automobil se kreće sa konstantnim tangencijalnim ubrzanjem  $a_t = 0.62\frac{m}{s^2}$  po horizontalnoj podlozi opisujući krug poluprečnika  $R = 40m$ . Koeficijent trenja klizanja između točkova i podloge je  $\mu = 0.20$ . Koliki put  $s$  će automobil preći bez proklizavanja ako mu je početna brzina bila jednaka nuli? Ubrzanje sile zemljine teže je  $g = 10\frac{m}{s^2}$ . (20 bodova)



Slika 1



Slika 2



Slika 3

Zadatke pripremio: Zoran Ristivojević  
Recenzent: dr Aleksandar Srećković  
Predsednik komisije: dr Mićo Mitrović

DRUŠTVO FIZIČARA SRBIJE  
MINISTARSTVO PROSVETE REPUBLIKE SRBIJE

Rešenja zadataka sa okružnog takmičenja učenika srednjih škola

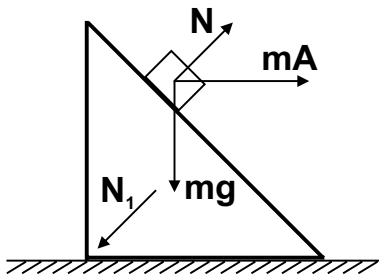
24. april 2004.

I razred

1. Pri kretanju tela uz strmu ravan telo usporava ubrzanjem  $a_1 = g(\frac{1}{2} + \mu\frac{\sqrt{3}}{2})$  **5 b**. Vreme do zaustavljanja je  $t_1 = \frac{v_0}{a_1}$  **1 b**. Pri kretanju niz strmu ravan ubrzanje tela je  $a_2 = g(\frac{1}{2} - \mu\frac{\sqrt{3}}{2})$  **5 b**. Vreme dostizanja brzine  $v_0$  je  $t_2 = \frac{v_0}{a_2}$  **1 b**. Ukupno vreme do dostizanja brzine  $v_0$  je  $t = t_1 + t_2 = \frac{4v_0}{g(1-3\mu^2)}$  **6 b**. Zamenom brojnih vrednosti se dobija  $t = 2.06s$  **2 b**.

2. Neka je ugaona brzina velike kazaljke  $\omega_1$ , a male  $\omega_2$ . Važi da je  $\omega_1 = 12\omega_2$  **1 b**. Ako je ugao izmedju male i velike kazaljke u početnom trenutku  $\theta$  imamo da je  $\omega_2 t = \theta$  **2 b** i  $\omega_1 t = 6\pi - \theta$  **2 b**, gde je  $t$  vreme izrade zadataka. Odavde imamo da je  $t = \frac{6\pi}{\omega_1 + \omega_2}$  **2 b**. Ako je  $\varphi$  ugao izmedju male kazaljke u trenutku kada je Perica završio zadatke i kazaljki u dvanaest sati, onda je  $\omega_2 \tau = \varphi$  **2 b** i  $\omega_1 \tau = \theta + \varphi$  **2 b** gde je  $\tau$  vreme od završetka zadataka do dvanaest sati. Sada dobijamo  $\tau = \theta \frac{1}{\omega_1 - \omega_2} = \frac{6\pi\omega_2}{\omega_1 + \omega_2} \frac{1}{\omega_1 - \omega_2}$  **4 b**. Pošto je  $\omega_1 = 2\pi \frac{1}{h}$  **1 b**, dobijamo da je  $t = \frac{36}{13}h$  **2 b**,  $\tau = \frac{36}{143}h$  **2 b**.

3. Pošto se prizma kreće ubrzano, u sistemu vezanom za prizmu na telo deluju sile reakcije podloge  $N$ , sila zemljine teže  $mg$  i inercijalna sila  $mA$ , gde je  $A$  ubrzanje prizme. Kako se telo ne kreće po pravcu sile reakcije podloge, uslov ravnoteže sila po tom pravcu je  $N + mA\frac{\sqrt{2}}{2} = mg\frac{\sqrt{2}}{2}$  **7 b**. Na prizmu po horizontali deluje samo projekcija sile reakcije tela na prizmu i ona iznosi  $N\frac{\sqrt{2}}{2}$  **3 b**, tako da je jednačina kretanja prizme po horizontali  $MA = N\frac{\sqrt{2}}{2}$  **5 b**. Kombinovanjem sa prethodnom jednačinom dobijamo da je ubrzanje prizme  $A = \frac{mg}{2M+m}$  **5 b**.



4. Sila trenja koja deluje na kutiju je  $\mu(M + m)g$  **1 b**, pa je jednačina kretanja kutije  $Ma = T - \mu(M + m)g$  **3 b**, gde je  $T$  sila zatezanja štapa u tački dodira sa kutijom. Ako je  $T(x)$  sila zatezanja štapa na rastojanju  $x$  od njegovog levog kraja, onda je jednačina kretanja dela štapa dužine  $l - x$  koji se nalazi od položaja  $x$  do kutije  $m_1 a = T(x) - T$  **3 b**, gde je  $m_1 = m\frac{l-x}{l}$  **3 b**. Sada dobijamo da je  $T(x) = \mu(M + m)g + a(M + m\frac{l-x}{l})$  **4 b**. Iz poslednjeg izraza vidimo da je sila zatezanja štapa konstantna ako je ubrzanje sistema nula ( $a = 0$ ; tada se sistem kreće konstantnom brzinom) **3 b** ili ako štap nema masu ( $m = 0$ ) **3 b**.

5. Drugi Njutnov zakon za automobil projektovan duž tangencijalnog pravca na krug je  $ma_t = F_t$  **1 b**, a duž normalnog pravca je  $ma_n = F_n$  **1 b**, gde su  $F_t$  i  $F_n$  komponente sile trenja. U trenutku proklizavanja ukupna sila trenja dostiže maksimalnu vrednost  $F = \mu mg$  **3 b** i tada je  $F_t^2 + F_n^2 = (\mu mg)^2$  **1 b**. Pošto je  $a_n = \frac{v_p^2}{R}$  **1 b** ( $v_p$  je brzina automobila u trenutku proklizavanja), kvadriranjem prvih dveju jednačina se dobija  $\frac{v_p^4}{R^2} + a_t^2 = (\mu g)^2$  **3 b**. Kako je predjeni put do proklizavanja  $s = \frac{v_p^2}{2a_t}$  **2 b**, to se dobija da je  $s = \frac{R}{2} \sqrt{(\frac{\mu g}{a_t})^2 - 1}$  **6 b**. Zamenom brojnih vrednosti se dobija  $s = 61.34m$  **2 b**.