DRUŠTVO FIZIČARA SRBIJE
MINISTARSTVO PROSVETE REPUBLIKE SRBIJE
Rešenja zadataka sa okružnog takmičenja učenika srednjih škola
9. april 2005.
I razred

1. Pređeni putevi za tela su $s_1=v_{01}t_1+a_1t_1^2/2$, $s_2=v_{02}t_2+a_2t_2^2/2$ **(5.b)** gde se indeksi 1 i 2 odnose na prvo i drugo telo respektivno. Veza između vremena je $t_1=t_2+20$s **(5.b)**. Izjednačavanjem $s_1=s_2$ i smenom $t_1=f(t_2)$ te rešavanjem kvadratne jednačine po t_2, dobijamo $t=t_2=40$ s. **(5.b)**

2. U referentnom sistemu vezanom za kolica, na telo u horizontalnom pravcu deluje samo inercijalna sila. Ako je a' ubrzanje tela u odnosu na kolica, onda je $ma' = F_{in}$ tj. $ma' = ma$. Telo prelazi put jednak dužini kolica, pa je vreme $t = \sqrt{2s/a'}$ =1s **(5.b).** U slučaju μ=0.1, na telo deluje u horizontalnom pravcu i inercijalna sila i sila trenja i to u suprotnim smerovima. $F_{in} = ma = m\,2\,\mathrm{m/s^2}$ gde je F_{in} inercijalna sila. Intezitet maksimalne sile statičkog trenja je $F_{t\max} = \mu mg$ i manja je od F_{in} tj. Telo se kreće sa nekim ubrzanjem a'. $ma' = F_{in} - F_{t\max} \Rightarrow a' = a - \mu g$ **(5.b)** pa je $t = \sqrt{2s/a'} = 1.41\,\mathrm{s}$ **(5.b).** Telo neće skliznuti sa kolica kada je $F_{in} \le F_{t\max} = \mu mg \Rightarrow \mu \ge a/g$ **(5.b).**

3. (a) Pošto letva i blok u početku imaju različite brzine doći će do proklizavanja bloka po letvi . Ovo proklizavanje predstavlja relativno kretanje bloka po letvi i prema uslovu u zadatku traje sve dok blok ne stigne do kraja . Jedina sila koja deluje na blok u pravcu kretanja je sila trenja , koja je suprotna relativnoj brzini bloka po letvi ($v_r=v_1-v_2$) i inteziteta $T=\mu m_1 g$. Ona usporava blok, a ubrzava letvu, jer po zakonu akcije i reakcije ista sila T deluje i na letvu ali u suprotnom smeru. Jednačine kretanja za blok i letvu su: $-T=m_1a_1 \Rightarrow a_1 = -\mu g$, $T=m_2a_2 \Rightarrow a_2= \mu g m_1/m_2$. Relativno ubrzanje bloka u odnosu na letvu je: $a_r = a_1-a_2 = -\mu g(1+m_1/m_2)$ (*). Pošto je ovo ubrzanje nezavisno od vremena i koordinate, relativna brzina se može dobiti iz kinematičke relacije: $v_r^2=v_o^2+2a_rs$. Za $s=L$ prema uslovu u zadatku je v_r=0, pa je: $v_o = \sqrt{2\mu gL(1+m_1/m_2)} = 3\,m/s$.**(5.b)** (b) Vreme τ za koje blok stiže na kraj letve se dobija iz izraza za relativnu brzinu u funkciji vremena: $v_r=v_o+a_rt$. Za v_r=0 i uz pomoc (*) je: $\tau = v_o/\mu g(1+m_1/m_2) = 2\,s$ **(5.b).** (c) Procentualni gubitak kinetičke energije bloka je: $\Delta E_{k1}=E_{k1,0}-E_{k1,f}$, gde je $E_{1k,0}=m_1v_0^2/2$, a $E_{k1,f}=m_1v_f^2/2$,gde je finalna brzina bloka i letve: $v_f = v_o + a_1\tau = \frac{m_1}{m_2}\sqrt{\frac{2\mu gL}{1+m_1/m_2}} = \frac{m_1v_0}{m_1+m_2}$, (**), pa je $\frac{\Delta E_{k1}}{E_{k1,0}} = 1 - \frac{v_f^2}{v_0^2} = 0.89$ **(5.b).** Početna i finalna ukupna mehanička energija sistema je: $E_0 = E_{k1,0} = m_1v_0^2/2 = \mu gLm_1(1+m_1/m_2)$, $E_f = E_{k1,f} + E_{k2,f} = (m_1+m_2)v_f^2/2 = \mu gLm_1(m_1/m_2) \Rightarrow \Delta E = E_f - E_o = -\mu m_1 gL = -TL = A_{trenja}$ **(5.b).** Dakle možemo se uveriti i na ovom primeru da je gubitak mehaničke energije jednak radu nekonzervativnih sila (rezultat je ΔE=-1.5J). Početna i krajnja količina kretanja sistema je: $p_o = m_1v_0 = m_1\sqrt{2\mu gL(1+m_1/m_2)}$, $p_f = (m_1+m_2)v_f = m_1\sqrt{2\mu gL(1+m_1/m_2)} \Rightarrow p_f = p_0$. **(5.b).** Količina kretanja sistema se održava, što smo i mogli očekivati jer u horizontalnom pravcu ne deluju nikakve spoljašnje sile na sistem. Korišćenjem ovog zakona mogli smo dobiti rezultat (**)**.**

4. Nađimo silu zatezanja i-te opruge. Primenimo II Njutnov zakon na sistem od i tela. Jednačina kretanja tog sistema glasi: $ima=T_i-i\mu mg$ **(5.b)** gde je $i\mu mg$ suma svih sila trenja a T_i je sila sabijanja *i*-te opruge. Sledi $T_i=im(a+\mu g)$ pa pošto je po definiciji $T_i=kx_i$ promena dužine svake opruge je $x_i=im(a+\mu g)/k$ **(5.b)** . Da bi smo dobili intezitet sile $\vec{F}$, primenimo prvu jednačinu na $(n+1)$ telo: $(n+1)ma=F-(n+1)\mu mg$ **(5.b) .** Sledi $F=(n+1)m(a+\mu g)$ **(5.b).**

5. Neka je dužina opruge, kada sistem miruje *l*, rastojanje $OB=R$, i $\sqrt{(l+\Delta l)^2+R^2}=r$. Pri rotaciji sistema dolazi do sabijanja ili istezanja opruge shodno smeru rotacije od strane komponente normalnog ubrzanja tela *A* duž pravca *BA* **(5.b).** Kada se uspostavi ravnotežni položaj pri konstantnom rotiranju a koristeći sličnost trouglova, imamo $a_n/a_{BA}=r/(l+\Delta l)$ **(5.b)** gde je a_{BA} projekcija normalnog ubrzanja tela *A* na pravac *BA*. Izjednačavanjem sila imamo $\chi\Delta l=a_{BA}m=ma_n(l+\Delta l)/r$ **(5.b)** . Sledi $m\omega^2 r(l+\Delta l)/r=m\omega^2(l+\Delta l)$. $\Delta l/l=m\omega^2/(\chi-m\omega^2)$ **.** Rezultat očigledno ne zavisi od smera rotacije **(5.b).**

Zadatke pripremio: Sava Galijaš
Recenzent: Aleksandar Srećković
Predsednik komisije: Mićo Mitrović