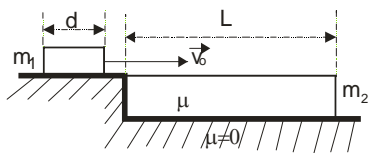
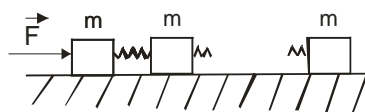


DRUŠTVO FIZIČARA SRBIJE
MINISTARSTVO PROSVETE REPUBLIKE SRBIJE
Zadaci za okružno takmičenje učenika srednjih škola
9. april 2005.
I razred

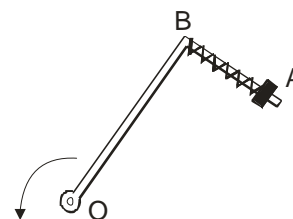
- Dva tela su započela kretanje duž jednog istog pravca iz iste tačke i to tako da je drugo krenulo za 20 s posle prvoga. Početna brzina i ubrzanje prvog tela su 25 m/s, 0.5 m/s² a početna brzina i ubrzanje drugog tela su 10 m/s i 2.5 m/s². Posle koliko vremena će drugo telo stići prvo. **(15 b.)**
- Na jednom kraju kolica dužine 1 m, nalazi se malo telo. Kolica se kreću ubrzanjem 2 m/s². Za koje vreme će telo skliznuti sa kolica ako je trenje zanemarljivo a za koje ako je koeficijent trenja između tela i kolica 0.1? Za koje vrednosti koeficijenta trenja telo neće skliznuti sa kolica? **(20 b.)**
- Blok mase $m_1=0.5$ kg kreće se ka stepeniku, brzinom v_0 , po glatkoj horizontalnoj podlozi, (slika 1.). Uz ivicu stepenika prislonjena je letva mase $m_2=1$ kg, dužine $L=3$ m i visine jednake visini stepenika. Dužina bloka u pravcu kretanja d je zanemarljiva u odnosu L , pa se može uzeti da blok prelazi na letvu skoro trenutno. Podloga ispod letve je glatka, dok je koeficijent trenja između bloka i letve $\mu=0.1$. Neka je $g=10$ m/s².
 - Naći intezitet početne brzine bloka v_0 tako da se on zaustavi na kraju letve.
 - Za koje vreme će se blok naći na kraju letve u tom slučaju?
 - Koliki je procentualni gubitak kinetičke energije bloka i kolika je promena ukupne mehaničke energije sistema blok-letva? Kolika je promena količine kretanja sistema? **(25.b)**
- $(n+1)$ jednakih tela, mase m svako, spojena su jedno sa drugim elastičnim oprugama (slika 2.). Na krajnje telo deluje neka sila \vec{F} pod čijim se dejstvom čitav sistem kreće ubrzanjem \vec{a} duž horizontalne ose. Odrediti intezitet sile \vec{F} i promenu dužine svake opruge ako je koeficijent trenja između tela i podloge μ a koeficijent elastičnosti opruge k . **(20 b.)**
- Mehanički sistem (slika 3. pogled odozgo) se sastoji od glatkog horizontalnog štapa u obliku slova Γ i prstena A mase m spojenog oprugom bez težine sa tačkom B . Koeficijent elastičnosti opruge je χ . Sistem rotira konstantnom ugaonom brzinom ω oko vertikalne ose koja prolazi kroz tačku O . Naći relativno istezanje opruge. Kako rezultat zavisi od smera rotacije? **(20 b.)**



Slika 1.



Slika 2.



Slika 3.

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

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

1. Predeni 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 $t_1 = t_2 + 20s$ **(5.b)**. Izjednačavanjem $s_1 = s_2$ i smenom $t_1 = f(t_2)$ te rešavanjem kvadratne jednačine po t_2 , dobijamo $t = t_2 = 40s$. **(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 $\mu = 0.1$, na telo deluje u horizontalnom pravcu i inercijalna sila i sila trenja i to u suprotnim smerovima. $F_{in} = ma = 2m \text{ m/s}^2$ 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 $t = \sqrt{2s/a'} = 1.41s$ **(5.b)**. Telo neće skliznuti sa kolica kada je $F_{in} \leq F_{t,max} = \mu mg \Rightarrow \mu \geq a/g$ **(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: $-T = m_1 a_1 \Rightarrow a_1 = -\mu g$, $T = m_2 a_2 \Rightarrow a_2 = \mu g m_1 / m_2$. 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: $v_r^2 = v_o^2 + 2a_r s$. Za $s = L$ prema uslovu u zadatku je $v_r = 0$, pa je: $v_o = \sqrt{2\mu g L (1 + m_1 / m_2)} = 3 \text{ m/s}$. **(5.b)** (b) Vreme τ za koje blok stiže na kraj letve se dobija iz izraza za relativnu brzinu u funkciji vremena: $v_r = v_o + a_r t$. Za $v_r = 0$ i uz pomoc (*) je: $\tau = v_o / \mu g (1 + m_1 / m_2) = 2s$ **(5.b)**. (c) Procentualni gubitak kinetičke energije bloka je: $\Delta E_{kl} = E_{kl,0} - E_{kl,f}$, gde je $E_{kl,0} = m_1 v_o^2 / 2$, a $E_{kl,f} = m_1 v_f^2 / 2$, gde je finalna brzina bloka i letve: $v_f = v_o + a_1 \tau = \frac{m_1}{m_2} \sqrt{\frac{2\mu g L}{1 + m_1 / m_2}} = \frac{m_1 v_o}{m_1 + m_2}$, (**), pa je $\frac{\Delta E_{kl}}{E_{kl,0}} = 1 - \frac{v_f^2}{v_o^2} = 0.89$ **(5.b)**.
- Početna i finalna ukupna mehanička energija sistema je: $E_o = E_{kl,0} = m_1 v_o^2 / 2 = \mu g L m_1 (1 + m_1 / m_2)$, $E_f = E_{kl,f} + E_{k2,f} = (m_1 + m_2) v_f^2 / 2 = \mu g L m_1 (m_1 / m_2) \Rightarrow \Delta E = E_f - E_o = -\mu m_1 g L = -TL = A_{trenja}$ **(5.b)**. Dakle možemo se uveriti i na ovom primeru da je gubitak mehaničke energije jednak radu nekonzervativnih sila (rezultat je $\Delta E = -1.5J$). Početna i krajnja količina kretanja sistema je: $p_o = m_1 v_o = m_1 \sqrt{2\mu g L (1 + m_1 / m_2)}$, $p_f = (m_1 + m_2) v_f = m_1 \sqrt{2\mu g L (1 + m_1 / m_2)} \Rightarrow p_f = p_o$. **(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 istežanja 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 $\chi \Delta l = a_{BA} m = m a_n (l + \Delta l)/r$ **(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