

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2006/2007
Srednje škole – 1. grupa

Zadatak 1 (10 bodova)

Automobil se približava križanju brzinom od 45 km/h. U određenom trenutku na semaforu se upali žuto svjetlo. Nakon što vozač ugleda žuto svjetlo na semaforu potrebno mu je 0.8 s da reagira te nakon toga počinje kočiti stalnim usporenjem od 2.5 m/s^2 . Duljina automobila je 4 m, širina križanja je 16 m, a vrijeme trajanja žutog svjetla na semaforu iznosi 3.5 s.

- Na kojoj se minimalnoj udaljenosti od početka križanja može nalaziti automobil u trenutku kada se na semaforu upali žuto svjetlo kako bi se zaustavio prije ulaska u križanje?
- Ako vozač umjesto kočenja počne ubrzavati, koliko treba biti ubrzanje kako bi prošao kroz križanje prije nego što se upali crveno svjetlo na semaforu? Vrijeme reagiranja vozača je jednako kao u a) dijelu zadatka.
- Kolika je brzina automobila u trenutku kada prođe kroz križanje za slučaj u b) dijelu zadatka?

Zadatak 2 (9 bodova)

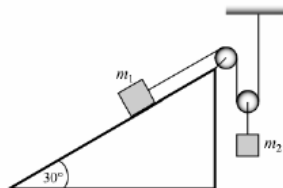
Tijelo A nalazi se na visini 15 m iznad tijela B. Tijelo A pustimo da slobodno pada. Nakon 0.5 s pustimo i tijelo B da slobodno pada. Tijela istovremeno padnu na tlo. Izračunajte:

- Vrijeme pada tijela A.
- Visine sa kojih su tijela pala.

Otpor zraka je zanemariv.

Zadatak 3 (9 bodova)

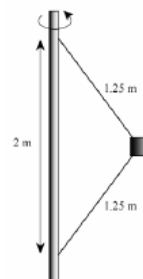
Promotrite sustav prikazan na slici. Mase tijela su redom jednake $m_1 = 1 \text{ kg}$ i $m_2 = 5 \text{ kg}$, a nagib kosine u odnosu na horizontalu iznosi 30° . Tijela su povezana nerastezljivim užetom zanemarive mase preko kolotura zanemarive mase. Koliko iznosi ubrzanje tijela mase m_2 i u kojem je smjeru?



Zadatak 4 (11 bodova)

Tijelo mase 4 kg privezano je pomoću dvije niti za šipku na način kako je prikazano na slici. Šipka rotira oko okomite osi. Napetost gornje niti iznosi 80 N.

- Kolika je napetost donje niti?
- Kolika je brzina tijela?
- Koliko bi trebala iznositi brzina tijela da napetost donje niti bude jednaka nuli?



Zadatak 5 (11 bodova)

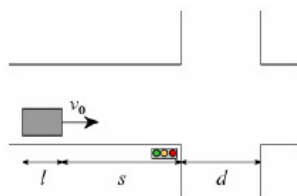
Dvije elastične kuglice masa $m_1 = 10 \text{ g}$ i $m_2 = 20 \text{ g}$ obješene su na tankim nitima jednakih duljina $l = 18 \text{ cm}$ tako da se nalaze na istoj visini. Kuglica mase m_1 se otkloni iz ravnotežnog položaja tako da nit o koju je ona obješena i nit o koju je obješena druga kuglica zatvaraju kut 60° te se zatim pusti. Na koju će maksimalnu visinu doći kuglice nakon elastičnog sudara?

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2006/2007

Srednje škole – 1. grupa

Rješenja i smjernice za bodovanje

Zadatak 1 (10 bodova)



a) Put koji automobil prijeđe prije nego što se zaustavi:

$$s = v_0 t_r + s_{\text{kočenje}}$$

Gdje je t_r vrijeme reagiranja vozača, a $s_{\text{kočenje}}$ put od trenutka kada počne kočiti pa dok se ne zaustavi.

Vrijeme kočenja je jednako:

$$v(t_{\text{kočenje}}) = 0 = v_0 - a_1 t_{\text{kočenje}} \Rightarrow t_{\text{kočenje}} = \frac{v_0}{a_1} \quad (1)$$

Pa je $s_{\text{kočenje}}$ jednako:

$$s_{\text{kočenje}} = v_0 t_{\text{zaust}} - \frac{a_1 t_{\text{zaust}}^2}{2} = \frac{v_0^2}{2a_1} \quad (1)$$

Ukupan put koji automobil prijeđe prije nego što se zaustavi je jednak:

$$s = v_0 t_r + \frac{v_0^2}{2a_1} \quad (1)$$

$$s = 41.25 \text{ m} \quad (1)$$

b) Ukupan put koji automobil treba prijeći je udaljenost do početka križanja s , širina križanja d i duljina automobila l :

$$s + d + l = v_0 t_r + v_0 (t_{\text{zao}} - t_r) + \frac{a_2}{2} (t_{\text{zao}} - t_r)^2 \quad (2)$$

Slijedi da je akceleracija jednaka:

$$a_2 = 2 \frac{s + d + l - v_0 t_{\text{zao}}}{(t_{\text{zao}} - t_r)^2} \quad (1)$$

Uvrštavanjem se dobije:

$$a_2 = 4.8 \text{ m/s}^2 \quad (1)$$

c) Brzina automobila u trenutku kada prođe kroz križanje je jednaka:

$$v = v_0 + a_2 (t_{\text{zao}} - t_r) \quad (1)$$

$$v = 25.5 \text{ m/s} \quad (1)$$

Zadatak 2 (9 bodova)

Označimo sa h_A visinu sa koje pada tijelo A, sa h_B visinu sa koje pada tijelo B, sa t_A vrijeme pada tijela A i sa t_B vrijeme pada tijela B.

$$h_A = \frac{g}{2} t_A^2, \quad h_B = \frac{g}{2} t_B^2 \quad (1)$$

Uzimajući u obzir da vrijedi $\Delta h = h_A - h_B$ i $\Delta t = t_A - t_B$ dobivamo sustav jednažbi:

$$h_A = \frac{g}{2} t_A^2$$

$$h_A - \Delta h = \frac{g}{2} (t_A - \Delta t)^2 \quad (2)$$

Iz prethodne dvije jednažbe dobije se:

$$\Delta h = \frac{g}{2} (2t_A \Delta t - \Delta t^2) \Rightarrow t_A = \frac{\Delta t}{2} + \frac{\Delta h}{g \Delta t} \quad (3)$$

Uvrštavanjem se dobije:

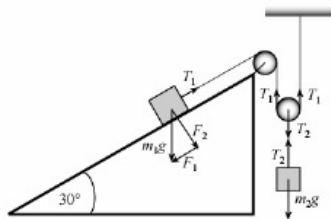
$$t_A = 3.31 \text{ s} \quad (1)$$

Uvrštavanjem izraza za vrijeme pada dobivaju se visine sa kojih su tijela pala:

$$h_A = \frac{g}{2} \left(\frac{\Delta t}{2} + \frac{\Delta h}{g \Delta t} \right)^2 = 53.7 \text{ m} \quad (1)$$

$$h_B = h_A - \Delta h = 38.7 \text{ m} \quad (1)$$

Zadatak 3 (9 bodova)



Pretpostavimo da se tijelo mase m_1 giba uz kosinu, a tijelo mase m_2 prema dolje. Primjenom drugog Newtonovog zakona dobivamo sljedeće jednadžbe:

$$m_1 a_1 = T_1 - F_1 \quad (1)$$

$$m_2 a_2 = m_2 g - T_2 \quad (1)$$

$$T_2 = 2T_1 \quad (1)$$

Ako se tijelo mase m_2 pomakne za s , u istom vremenskom intervalu će se tijelo mase m_1 pomaknuti za $2s$. Prema tome

sljedi da je akceleracija prvog tijela dvostruko veća od akceleracije drugog tijela:

$$a_1 = 2a_2 \quad (1)$$

Komponenta težine tijela m_1 paralelna kosini može se odrediti iz sličnosti trokuta te iznosi:

$$F_1 = \frac{m_1 g}{2} \quad (1)$$

Uvrštavanjem se dobije sljedeći sustav jednadžbi:

$$2m_1 a_2 = T_1 - \frac{m_1 g}{2}$$

$$m_2 a_2 = m_2 g - 2T_1$$

Rješavanjem se dobije konačan izraz za akceleraciju tijela mase m_2 :

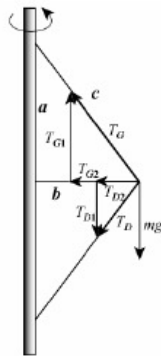
$$a_2 = \frac{m_2 - m_1}{4m_1 + m_2} g \quad (3)$$

Uvrštavanjem se dobije:

$$a_2 = 4.36 \text{ m/s}^2 \quad (1)$$

Smjer ubrzanja je prema dolje kao što smo i pretpostavili na početku.

Zadatak 4 (11 bodova)



Označimo stranice pravokutnog trokuta sa a , b , c kao na slici. Tada je duljina katete b jednaka:

$$b = \sqrt{c^2 - a^2} = 0.75 \text{ m}$$

Dijagram sila prikazan je na slici. Pomoću sličnosti trokuta odredimo komponente sile napetosti gornje niti T_G i komponente sile napetosti donje niti T_D :

$$T_{G1} : T_G = a : c \Rightarrow T_{G1} = \frac{4}{5} T_G$$

$$T_{G2} : T_G = b : c \Rightarrow T_{G2} = \frac{3}{5} T_G$$

$$T_{D1} : T_D = a : c \Rightarrow T_{D1} = \frac{4}{5} T_D$$

$$T_{D2} : T_D = b : c \Rightarrow T_{D2} = \frac{3}{5} T_D \quad (1)$$

a) Ukupna sila u okomitom smjeru je jednaka nuli:

$$T_{G1} - T_{D1} - mg = 0$$

$$\frac{4}{5}T_G - \frac{4}{5}T_D - mg = 0 \Rightarrow T_D = T_G - \frac{5}{4}mg \quad (2)$$

Uvrštavanjem se dobije:

$$T_D = 30.95 \text{ N} \quad (1)$$

b) Ukupna sila u horizontalnom smjeru jednaka je centripetalnoj sili:

$$F_{cp} = \frac{mv^2}{b} = T_{G2} + T_{D2} = \frac{3}{5}(T_G + T_D)$$

Slijedi da je brzina tijela jednaka:

$$v = \sqrt{\frac{3b(T_G + T_D)}{5m}} \quad (2)$$

Uvrštavanjem:

$$v = 3.53 \text{ m/s} \quad (1)$$

c) Ako je napetost donje niti jednaka nuli, vrijedi:

$$T_{G1} - mg = 0$$

$$\frac{4}{5}T_G - mg = 0 \Rightarrow T_G = \frac{5}{4}mg \quad (1)$$

Također vrijedi:

$$F_{cp} = \frac{mv^2}{b} = T_{G2} = \frac{3}{5}T_G = \frac{3}{4}mg \quad (1)$$

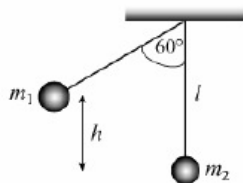
Slijedi da je tražena brzina jednaka:

$$v' = \sqrt{\frac{3}{4}gb} \quad (1)$$

Uvrštavanjem se dobije:

$$v' = 2.35 \text{ m/s} \quad (1)$$

Zadatak 5 (11 bodova)



Brzinu prve kuglice prije sudara odredimo iz zakona očuvanja energije:

$$m_1gh = \frac{m_1v_1^2}{2} \quad (1)$$

Sa slike je očito da je visina h jednaka polovici duljine niti $h = l/2$

$$m_1g \frac{l}{2} = \frac{m_1v_1^2}{2} \Rightarrow v_1^2 = gl \quad (1)$$

Zakon očuvanja količine gibanja za elastični sudar kuglica glasi:

$$m_1v_1 = m_1v_1' + m_2v_2' \quad (1)$$

Zakon očuvanja energije:

$$\frac{m_1v_1^2}{2} = \frac{m_1v_1'^2}{2} + \frac{m_2v_2'^2}{2} \quad (1)$$

Iz zakona očuvanja energije dobije se:

$$m_1(v_1^2 - v_1'^2) = m_2v_2'^2$$

Brzina druge kuglice nakon sudara odredi se iz zakona očuvanja količine gibanja:

$$v_2' = \frac{m_1}{m_2}(v_1 - v_1') \quad (1)$$

Uvrštavanjem u prethodni izraz dobije se:

$$m_1 (v_1 - v_1') (v_1 + v_1') = m_2 \frac{m_1^2}{m_2^2} (v_1 - v_1')^2$$

Sređivanjem prethodnih izraza dobiju se konačni izrazi za brzine kuglica nakon sudara:

$$v_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \sqrt{gl} \quad (2)$$

$$v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \sqrt{gl} \quad (2)$$

Visine na koju se kuglice popnu nakon sudara odrede se iz zakona očuvanja energije:

$$m_1 g h_1 = \frac{m_1 v_1'^2}{2} \Rightarrow h_1 = \frac{v_1'^2}{2g} = \frac{l}{2} \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \right)^2 = 1 \text{ cm} \quad (1)$$

$$m_2 g h_2 = \frac{m_2 v_2'^2}{2} \Rightarrow h_2 = \frac{v_2'^2}{2g} = \frac{l}{2} \left(\frac{2m_1}{m_1 + m_2} \right)^2 = 4 \text{ cm} \quad (1)$$