ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2016/2017

Srednje škole – 1. grupa

Zadatak 1 (10 bodova)

Trkač trči na stazi dugoj 1 km. Na startu trkač miruje. Prvu desetinu staze trkač jednoliko ubrzava, zatim trči stalnom brzinom, zadnju osminu staze jednoliko usporava te se zaustavlja na kraju staze. Ukupno vrijeme u kojem trkač pretrči stazu iznosi 8 minuta i 10 sekundi.

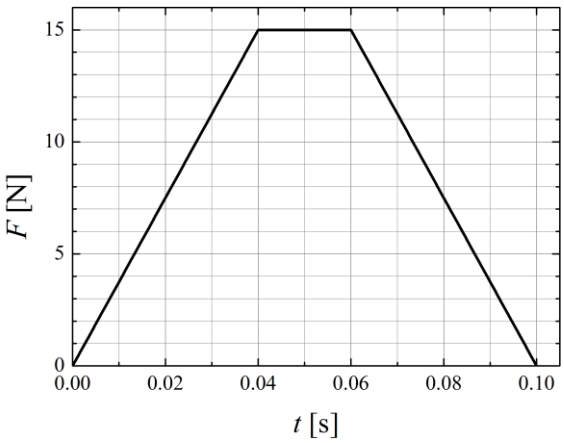
a) Izračunajte brzinu jednolikog gibanja trkača.
b) Izračunajte ubrzanje trkača.
c) Izračunajte usporenje trkača.
d) Izračunajte srednju brzinu trkača.

Zadatak 2 (10 bodova)

Vinko pliva nizvodno u rijeci prema mostu. Brzina toka rijeke iznosi 1.8 km/h, a brzina, kojom pliva Vinko u odnosu na vodu, je tri puta veća od brzine toka rijeke. Ivana stoji na mostu preko rijeke. Visina mosta je 36 m. U trenutku kada je horizontalna udaljenost od Vinka do mosta jednaka 27 m, Ivana baci prema Vinku pojas za spašavanje. Početna brzina pojasa za spašavanje je u horizontalnom smjeru. Izračunajte brzinu kojom Ivana treba baciti pojas za spašavanje kako bi ga Vinko uhvatio. Koliko iznosi ta brzina, ako Vinko pliva uzvodno udaljavajući se od mosta? Zanemarite otpor zraka.

Zadatak 3 (9 bodova)

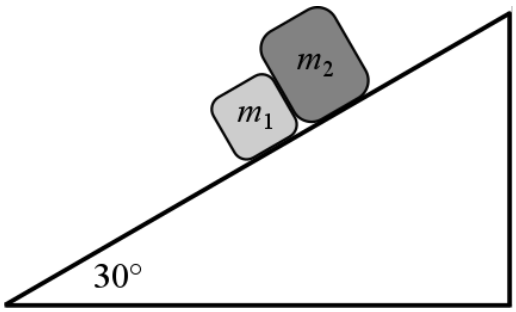
Hokejska pločica mase 250 g giba se po ledu (na kojem je trenje zanemarivo) u pozitivnom smjeru x osi brzinom 3 m/s. Hokejaš pomoću palice na pločicu djeluje silom. Iznos sile se mijenja u vremenu kako je prikazano na grafu. Hokejaš djeluje na pločicu prikazanom silom u dva navrata i to prvi put u negativnom smjeru x osi, a drugi put u pozitivnom smjeru y osi. Izračunajte konačnu brzinu pločice. Skicirajte smjer konačne brzine pločice u odnosu na smjer početne brzine.



Zadatak 4 (11 bodova)

Dva tijela nalaze se na kosini kao što je prikazano na slici. Mase tijela odnose se kao m_1:m_2 = 1:2. Koeficijent trenja između tijela mase m_1 i kosine iznosi 0.71, a između tijela mase m_2 i kosine 0.17.

a) Nacrtajte dijagram sila na tijelo mase m_1.
b) Nacrtajte dijagram sila na tijelo mase m_2.
c) Izračunajte ubrzanje tijela.

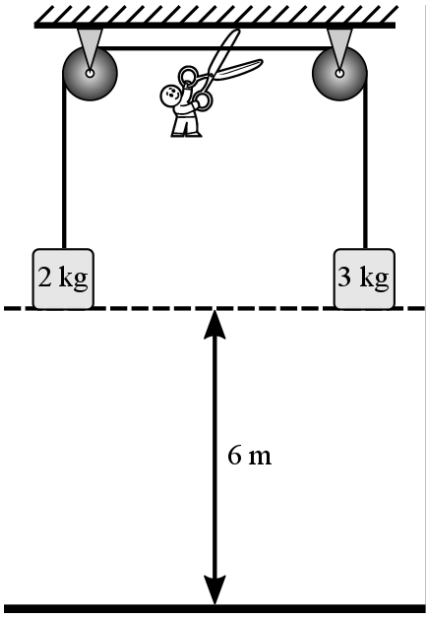


Zadatak 5 (10 bodova)

Dva utega masa 2 kg i 3 kg povezana su nerastezljivim užetom zanemarive mase preko dvije koloture zanemarive mase kao što je prikazano na slici. U početnom trenutku sustav miruje u položaju koji je prikazan na slici; oba utega nalaze se na visini 6 m od tla. Zatim pustimo sustav da se giba. Nakon 1 s gibanja netko prereže uže na mjestu koje je označeno na slici.

a) Izračunajte iznos i smjer brzine pojedinog utega u trenutku rezanja užeta.
b) Izračunajte vertikalnu udaljenost utega u trenutku rezanja užeta.
c) Izračunajte vremenski interval između pada utega na tlo.

Uzmite da je gravitacijsko ubrzanje jednako $g = 10\ \mathrm{m/s^2}$. Zanemarite otpor zraka.



ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2016/2017

Srednje škole – 1. grupa

Rješenja i smjernice za bodovanje

Zadatak 1 (10 bodova)

a) Za prvu dionicu staze, na kojoj trkač jednoliko ubrzava, vrijedi:

$a_1 = \frac{v}{t_1}$, $s_1 = \frac{1}{10}s = \frac{1}{2}a_1 t_1^2 = \frac{1}{2}vt_1$ **(1 boda)**

Za drugu dionicu staze, na kojoj se trkač giba jednoliko, vrijedi:

$s_2 = \left(1 - \frac{1}{10} - \frac{1}{8}\right)s = \frac{31}{40}s = vt_2$ **(1 bod)**

Za treću dionicu staze, na kojoj trkač jednoliko usporava, vrijedi:

$a_3 = \frac{v}{t_3}$, $s_3 = \frac{1}{8}s = \frac{1}{2}a_3 t_3^2 = \frac{1}{2}vt_3$ **(1 boda)**

Također vrijedi:

$t_1 + t_2 + t_3 = t$ **(1 bod)**

Uvrštavanjem izraza za vrijeme za svaku dionicu puta dobije se:

$$\frac{1}{5}\frac{s}{v} + \frac{31}{40}\frac{s}{v} + \frac{1}{4}\frac{s}{v} = t$$

$$\left(\frac{1}{5} + \frac{31}{40} + \frac{1}{4}\right)\frac{s}{v} = \frac{49}{40}\frac{s}{v} = t \;\Rightarrow\; v = \frac{49}{40}\frac{s}{t} = \frac{49}{40}\cdot\frac{1000\,\text{m}}{490\,\text{s}} = 2.5\,\text{m/s}$$ **(3 boda)**

b) Ubrzanje trkača na prvoj dionici puta jednako je:

$s_1 = \frac{1}{10}s = \frac{v^2}{2a_1} \;\Rightarrow\; a_1 = \frac{5v^2}{s} = \frac{5\cdot(2.5\,\text{m/s})^2}{1000\,\text{m}} = 0.03125\,\text{m/s}^2$ **(1 bod)**

c) Usporenje trkača na trećoj dionici puta jednako je:

$s_3 = \frac{1}{8}s = \frac{v^2}{2a_3} \;\Rightarrow\; a_3 = \frac{4v^2}{s} = \frac{4\cdot(2.5\,\text{m/s})^2}{1000\,\text{m}} = 0.025\,\text{m/s}^2$ **(1 bod)**

d) Prosječna brzina trkača jednaka je:

$\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{1000\,\text{m}}{490\,\text{s}} = 2.04\,\text{m/s}$ **(1 bod)**

Zadatak 2 (10 bodova)

Vrijeme pada pojasa za spašavanje određeno je samo visinom s koje je bačen i ono iznosi:

$h = \frac{1}{2}gt^2 \;\Rightarrow\; t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 2.7\,\text{s}$ **(2 boda)**

U tom vremenu Vinko će se približiti mostu za udaljenost:

$s_{Vinko} = (v_{Vinko} + v_{rijeka})t = 4v_{rijeka}t = 5.4\,\text{m}$ **(2 boda)**

Pojas za spašavanje padne u rijeku na horizontalnoj udaljenosti od mosta:

$s_{pojas} = v_0 t$ **(1 bod)**

Iz uvjeta zadatka slijedi:

$s_{Vinko} + s_{pojas} = s_0 = 27\,\text{m}$ **(1 bod)**

$$s_{Vinko} + v_0 t = s_0 \quad \Rightarrow \quad v_0 = \frac{s_0 - s_{Vinko}}{t} = \frac{27\,\text{m} - 5.4\,\text{m}}{2.7\,\text{s}} = 8\,\text{m/s}$$ **(1 bod)**

Ako Vinko pliva uzvodno, udaljavat će se od mosta, a za vrijeme padanja pojasa za spašavanje prijeći će put:

$$s'_{Vinko} = \left(v_{Vinko} - v_{rijeka}\right)t = 2v_{rijeka}t = 2.7\,\text{m}$$ **(1 bod)**

U ovom slučaju vrijedi:

$$s_{pojas} - s'_{Vinko} = s_0 = 27\,\text{m}$$ **(1 bod)**

$$v'_0 t - s'_{Vinko} = s_0 \quad \Rightarrow \quad v'_0 = \frac{s_0 + s'_{Vinko}}{t} = \frac{27\,\text{m} + 2.7\,\text{m}}{2.7\,\text{s}} = 11\,\text{m/s}$$ **(1 bod)**

Zadatak 3 (9 bodova)

Promjena količine gibanja pločice nakon djelovanja sile jednaka je impulsu sile. Impuls sile izračunamo iz podataka danim na grafu:

$$\Delta p = \frac{1}{2}F_{\max}\Delta t_1 + F_{\max}\Delta t_2 + \frac{1}{2}F_{\max}\Delta t_3$$ **(2 boda)**

Gdje je $F_{\max} = 15\,\text{N}$, $\Delta t_1 = \Delta t_3 = 0.04\,\text{s}$ i $\Delta t_2 = 0.02\,\text{s}$

$$\Delta p = 0.9\,\text{Ns}$$ **(1 bod)**

Nakon djelovanja sile u negativnom smjeru *x* osi:

$$mv_0 - \Delta p = mv_1 \quad \Rightarrow \quad v_1 = v_0 - \frac{\Delta p}{m} = -0.6\,\text{m/s}$$ **(2 boda)**

Nakon djelovanja sile u pozitivnom smjeru *y* osi, pločica dobije brzinu i u *y* smjeru:

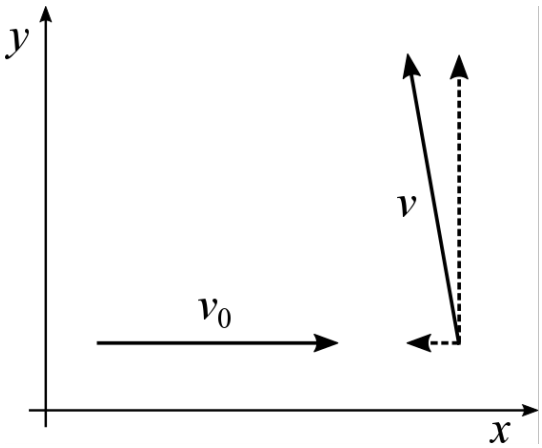
$$0 + \Delta p = mv_2 \quad \Rightarrow \quad v_2 = \frac{\Delta p}{m} = 3.6\,\text{m/s}$$ **(2 boda)**

Ukupna brzina pločice jednaka je:

$$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \sqrt{\left(-0.6\,\text{m/s}\right)^2 + \left(3.6\,\text{m/s}\right)^2} = 3.65\,\text{m/s}$$ **(1 bod)**

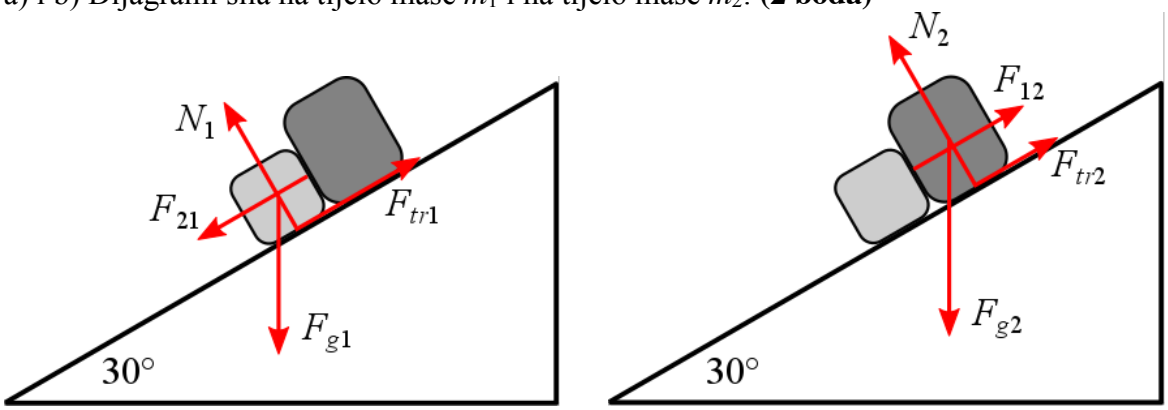
Smjerovi brzina prikazani su na slici:

(1 bod)



Zadatak 4 (11 bodova)

a) i b) Dijagrami sila na tijelo mase m_1 i na tijelo mase m_2: **(2 boda)**



c) Možemo napisati 2. Newtonov zakon za oba tijela po komponentama:

$$m_1 a = \frac{1}{2} m_1 g + F_{21} - F_{tr1}$$

$$0 = \frac{\sqrt{3}}{2} m_1 g - N_1$$

$$m_2 a = \frac{1}{2} m_2 g - F_{12} - F_{tr2}$$

$$0 = \frac{\sqrt{3}}{2} m_2 g - N_2 \quad \textbf{(4 boda)}$$

Vrijedi:

$$F_{tr1} = \mu_1 N_1 = \mu_1 \frac{\sqrt{3}}{2} m_1 g \quad \textbf{(1 bod)}$$

$$F_{tr2} = \mu_2 N_2 = \mu_2 \frac{\sqrt{3}}{2} m_2 g$$

$$F_{21} = F_{12} \quad \textbf{(1 bod)}$$

Uvrštavanjem u prvu i treću jednadžbu i njihovim zbrajanjem dobije se:

$$(m_1 + m_2) a = \frac{1}{2}(m_1 + m_2) g - \frac{\sqrt{3}}{2}(\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2) g$$

$$a = \frac{g}{2}\left(1 - \sqrt{3}\,\frac{\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2}{m_1 + m_2}\right)$$

Uvrštavanjem $m_1 = 2m_2$:

$$a = \frac{g}{2}\left(1 - \frac{\mu_1 + 2\mu_2}{\sqrt{3}}\right) = \frac{9.81\,\mathrm{m/s^2}}{2}\left(1 - \frac{0.71 + 2 \cdot 0.17}{\sqrt{3}}\right) = 1.93\,\mathrm{m/s^2} \quad \textbf{(3 boda)}$$

Zadatak 5 (10 bodova)

Uteg veće mase gibat će se jednoliko ubrzano prema dolje, uteg manje mase jednoliko ubrzano prema gore. Ubrzanje utega izračunamo primjenjujući 2. Newtonov zakon:

$$m_1 a = T - m_1 g$$

$$m_2 a = m_2 g - T \quad \textbf{(1 bod)}$$

Zbrajanjem jednadžbi dobije se:

$$(m_1 + m_2)a = (m_2 - m_1)g \quad \Rightarrow \quad a = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} g = \frac{1}{5} g = 2\,\mathrm{m/s^2}$$ **(1 bod)**

Nakon jedne sekunde gibanja brzina oba utega je jednaka i iznosi:

$v = at = 2\,\mathrm{m/s}$, **(1 bod)**

dok je smjer brzine utega manje mase prema gore, a smjer brzine utega veće mase je prema dolje. **(1 bod)**

U istom vremenu svaki uteg je prešao put:

$$s = \frac{1}{2}at^2 = 1\,\mathrm{m}$$ **(1 bod)**

pa je vertikalna udaljenost utega u trenutku rezanja užeta jednaka 2 m. **(1 bod)**

Vrijeme pada utega manje mase jednako je zbroju vremena da s početne visine (trenutak rezanja užeta) od 6 m + 1 m = 7 m dođe u najvišu točku putanje (gdje mu je brzina jednaka nuli) i vremena slobodnog pada s najviše točke putanje. Vrijeme potrebno da postigne najvišu visinu jednako je:

$$t = \frac{v}{g} = 0.2\,\mathrm{s},$$

a za to vrijeme prijeđe put:

$$h' = \frac{v^2}{2g} = 0.2\,\mathrm{m}$$

Vrijeme slobodnog pada s najviše točke putanje (7 m + 0.2 m = 7.2 m) jednako je :

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 1.2\,\mathrm{s}$$

Prema tome, ukupno vrijeme od trenutka rezanja užeta do trenutka pada utega manje mase na tlo iznosi: 1.2 s + 0.2 s = 1.4 s. **(2 boda)**

Uteg veće mase ima početnu brzinu 2 m/s prema dolje. Iz prethodno izračunatih podataka znamo da uteg koji slobodno pada prijeđe prvih 0.2 m za 0.2 s i tada ima brzinu 2 m/s. Prema tome, vrijeme pada utega veće mase možemo izračunati tako da najprije izračunamo vrijeme slobodnog pada s visine 5 m + 0.2 m koje iznosi:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 1.02\,\mathrm{s}$$

te od njega odbijemo 0.2 s. Prema tome, vrijeme pada utega veće mase iznosi: 0.82 s. **(1 bod)**

Vremenski interval između pada utega na tlo jednak je:

$\Delta t = 1.4\,\mathrm{s} - 0.82\,\mathrm{s} = 0.58\,\mathrm{s}$ **(1 bod)**