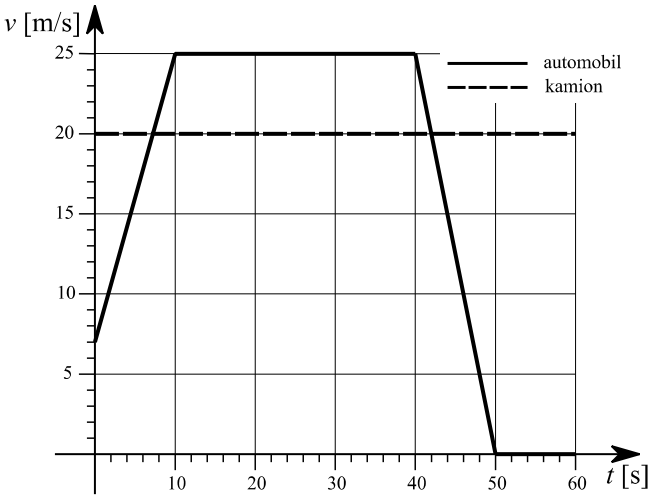
OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2012/2013

Srednje škole – 1. grupa

Zadatak 1 (11 bodova)

Automobil i kamion voze po ravnoj cesti u istom smjeru (pozitivnom smjeru x-osi). U trenutku $t = 0$ kamion se nalazi 200 m ispred automobila. Na grafu je prikazana ovisnost brzine automobila i kamiona o vremenu.

a) Nacrtajte ovisnost položaja automobila i kamiona o vremenu ($x(t)$ graf).
b) Koliko iznosi udaljenost između automobila i kamiona u $t = 60$ s?
c) U kojem trenutku je udaljenost između automobila i kamiona najmanja i koliko iznosi?



Zadatak 2 (10 bodova)

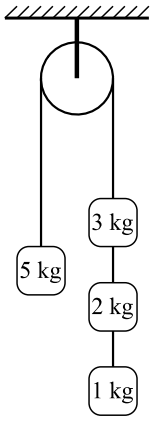
Divlja patka leti brzinom 70 km/h u odnosu na zrak. Vjetar puše brzinom 4 m/s prema istoku.

a) Ako je smjer brzine patke prema jugu, izračunajte iznos ukupne brzine patke u odnosu na promatrača koji miruje na Zemlji. Izračunajte pomak patke od početnog položaja nakon 30 min leta i skicirajte u kojem je smjeru pomak.
b) Skicirajte u kojem smjeru patka treba letjeti da se obzirom na mirnog promatrača na Zemlji giba prema jugu. Kolika je u ovom slučaju ukupna brzina patke i pomak patke od početnog položaja nakon 30 min leta i u kojem smjeru?

Zadatak 3 (9 bodova)

Četiri utega spojena su nerastezljivim nitima preko kolotura zanemarive mase kao na slici. Sustav u početnom trenutku miruje.

a) Odredite iznos i smjer ubrzanja kojim se utezi gibaju.
b) Izračunajte napetosti svih niti kojima su tijela povezana.

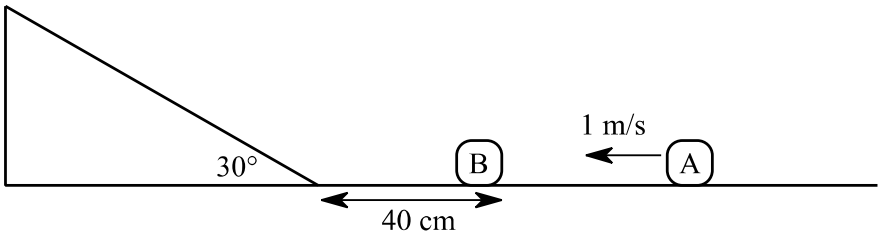


Zadatak 4 (10 bodova)

Tijelo A giba se po horizontalnoj podlozi bez trenja brzinom 1 m/s prema tijelu B koje miruje u početnom položaju koji je prikazan na slici. Sudar tijela A i B je elastičan. Nakon sudara tijelo B giba se brzinom 2 m/s. Omjer masa tijela A i B je $m_A:m_B = 4:3$. Trenje na kosini je također zanemarivo. Uzmite da je $g = 10\ \mathrm{m/s^2}$.

a) Izračunajte iznos i smjer brzine tijela A nakon sudara.

b) Hoće li se tijela A i B ponovo sudariti? Ako da, na kojoj udaljenosti od podnožja kosine će doći do drugog sudara tijela A i B?



Zadatak 5 (10 bodova)

Automobil vozi po kružnoj stazi brzinom stalnog iznosa 72 km/h. U automobilu je obješena kuglica na niti zanemarive mase. Kuglica je otklonjena od vertikale za kut 30°. Izračunajte polumjer kružne putanje po kojoj se giba automobil.

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2012/2013

Srednje škole – 1. grupa

Rješenja i smjernice za bodovanje

Zadatak 1 (11 bodova)

Uzmimo da se u početnom trenutku automobil nalazi na položaju x = 0, što znači da se kamion nalazi na položaju x = 200 m. Prvih 10 s gibanja automobil ubrzava. Prijeđeni put jednak je površini ispod $v(t)$ grafa:

$\Delta x_1 = v_0 \Delta t_1 + \frac{1}{2}(v_1 - v_0)\Delta t_1 = 7\ \text{m/s} \cdot 10\ \text{s} + \frac{1}{2}(25\ \text{m/s} - 7\ \text{m/s}) \cdot 10\ \text{s} = 160\ \text{m}$ **(1 bod)**

Sljedećih 30 s automobil se giba stalnom brzinom 25 m/s te se u t = 40 s nalazi na:

$x_2 = 160\ \text{m} + v_1 \Delta t_2 = 160\ \text{m} + 25\ \text{m/s} \cdot 30\ \text{s} = 910\ \text{m}$ **(1 bod)**

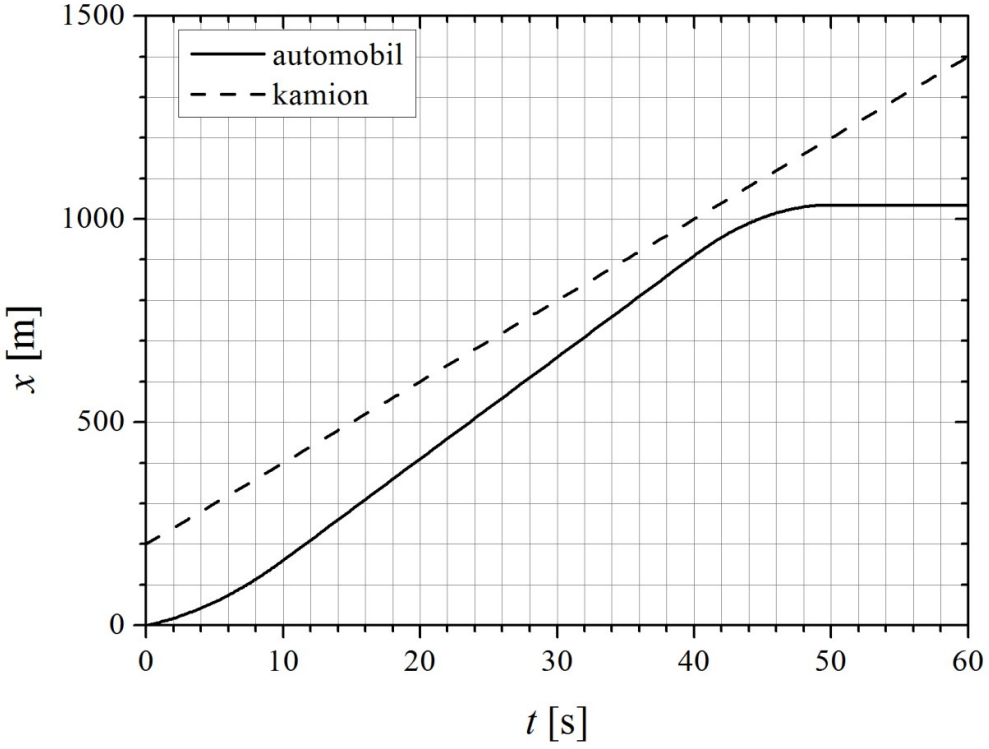
Sljedećih 10 s automobil usporava do zaustavljanja te se u t = 50 s nalazi na:

$x_3 = 910\ \text{m} + \frac{1}{2} v_1 \Delta t_3 = 910\ \text{m} + \frac{1}{2} 25\ \text{m/s} \cdot 10\ \text{s} = 1035\ \text{m}$ **(1 bod)**

Kamion se nakon 60 s gibanja nalazi na:

$x_3 = 200\ \text{m} + 20\ \text{m/s} \cdot 60\ \text{s} = 1400\ \text{m}$ **(1 bod)**

$x(t)$ graf za automobil i kamion je **(3 boda)**:



b) Udaljenost automobila i kamiona u t = 60 s je: 1400 m – 1035 m = 365 m. **(1 bod)**

c) Udaljenost između automobila i kamiona se smanjuje sve dok je brzina automobila veća od brzine kamiona, odnosno sve dok je relativna brzina automobila u odnosu na kamion pozitivna. Njihove brzine jednake su u t = 42 s, što se može očitati s $v(t)$ grafa ili izračunati

uzimajući u obzir da je ubrzanje automobila u trećoj dionici jednako $\frac{0-25\,\text{m/s}}{10\,\text{s}} = -2.5\,\text{m/s}^2$

pa je $20\,\text{m/s} = 25\,\text{m/s} - 2.5\,\text{m/s}^2 \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = 2\,\text{s}$. **(1 bod)**

Najmanja udaljenost automobila i kamiona jednaka je:

$$x_{\min} = x_{kamion}(42\,\text{s}) - x_{autommobil}(42\,\text{s})$$

$$x_{\min} = 200\,\text{m} + 20\,\text{m/s} \cdot 42\,\text{s} - \left(910\,\text{m} + 25\,\text{m/s} \cdot 2\,\text{s} - \frac{1}{2}2.5\text{m/s}^2 \cdot 4\,\text{s}^2\right) = 1040\,\text{m} - 955\,\text{m} = 85\,\text{m}$$

(2 boda)

Zadatak 2 (10 bodova)

Brzina vjetra 4 m/s = 14.4 km/h.

a) Ukupna brzina patke u odnosu na Zemlju jednaka je:

$$v_{ukupno}^2 = v_{patka}^2 + v_{vjetar}^2$$

$$v_{ukupno} = \sqrt{v_{patka}^2 + v_{vjetar}^2} = 71.5\,\text{km/h}$$ **(2 boda)**

Nakon 30 min leta pomak patke od početnog položaja je $v_{ukupno} \cdot 0.5\,\text{h} = 35.7\,\text{km}$. **(1 bod)**

Pomak je u smjeru ukupne brzine. **(1 bod)**

b) Ukupna brzina patke u odnosi na Zemlju jednaka je:

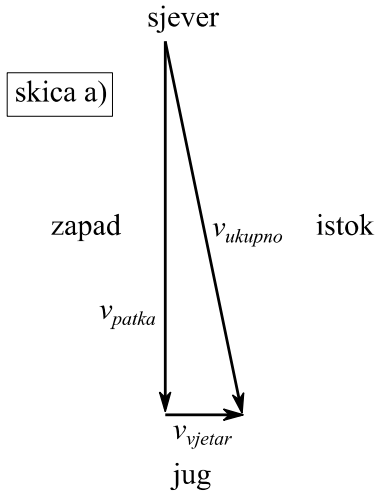
$$v_{ukupno}^2 = v_{patka}^2 - v_{vjetar}^2$$

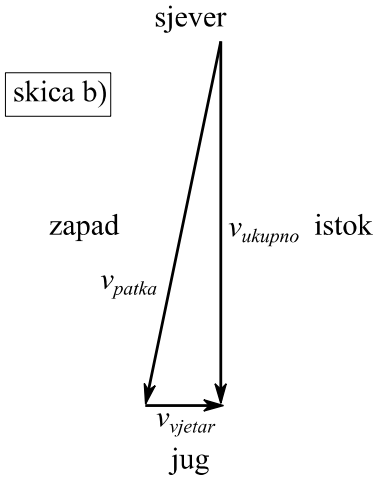
$$v_{ukupno} = \sqrt{v_{patka}^2 - v_{vjetar}^2} = 68.5\,\text{km/h}$$ **(2 boda)**

Nakon 30 min leta pomak patke od početnog položaja je $v_{ukupno} \cdot 0.5\,\text{h} = 34.3\,\text{km}$. **(1 bod)**

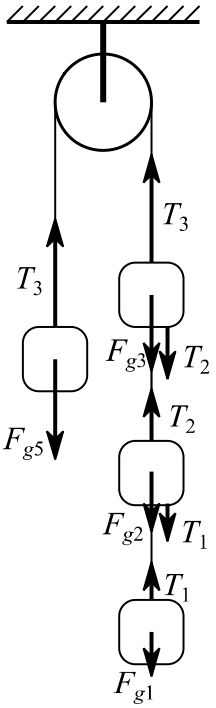
Pomak je u smjeru juga. **(1 bod)**

Duljine vektora brzine trebaju imati približno točne iznose s obzirom na zadane brzine patke i vjetra. **(2 boda)**





Zadatak 3 (9 bodova)



Iz dijagrama sila za svako tijelo i primjenom 2. Newtonovog zakona dobiju se sljedeće jednadžbe:

$$m_1 a = m_1 g - T_1$$
$$m_2 a = m_2 g + T_1 - T_2$$
$$m_3 a = m_3 g + T_2 - T_3$$
$$m_5 a = T_3 - m_5 g \quad \textbf{(2 boda)}$$

Zbrajanjem jednadžbi dobije se:

$$(m_1 + m_2 + m_3 + m_5)a = (m_1 + m_2 + m_3 - m_5)g$$

$$a = \frac{m_1 + m_2 + m_3 - m_5}{m_1 + m_2 + m_3 + m_5} g = \frac{1}{11} g = 0.89\ \text{m/s}^2 \quad \textbf{(3 boda)}$$

Tijela m_1, m_2 i m_3 gibaju se prema dolje, a tijelo m_5 giba se prema gore. **(1 bod)**

Napetosti užeta dobiju se uvrštavanjem u početne jednadžbe:

$$T_1 = m_1(g - a) = \frac{10}{11} g = 8.9\ \text{N} \quad \textbf{(1 bod)}$$

$$T_2 = (m_1 + m_2)(g - a) = 3 \cdot \frac{10}{11} g = 26.8\ \text{N} \quad \textbf{(1 bod)}$$

$$T_3 = m_3(g + a) = 5 \cdot \frac{12}{11} g = 53.5\ \text{N} \quad \textbf{(1 bod)}$$

Zadatak 4 (10 bodova)

Uzmimo da je pozitivan smjer brzine prema lijevo. Zakon očuvanja količine gibanja za sudar je:

$$m_A v_A = m_A v_A' + m_B v_B'$$

Brzina tijela B nakon sudara je u pozitivnom smjeru. Uvrštavanjem $3m_A = 4m_B$ dobije se:

$$4v_A = 4v_A' + 3v_B'$$

$$v_A' = v_A - \frac{3}{4} v_B' = 1\ \text{m/s} - \frac{3}{4} \cdot 2\ \text{m/s} = -0.5\ \text{m/s} \quad \textbf{(3 boda)}$$

Tijelo A se nakon sudara giba prema desno. **(1 bod)**

Vrijeme potrebno da tijelo B dođe do podnožja kosine jednako je:

$$t_1 = \frac{0.4\ \text{m}}{2\ \text{m/s}} = 0.2\ \text{s}$$

Na kosini tijelo B giba se jednoliko ubrzano s ubrzanjem $a = -\frac{1}{2} g$ **(1 bod)**, što znači da će se zaustaviti nakon:

$$t_2 = \frac{2\ \text{m/s}}{a} = 0.4\ \text{s} \quad \textbf{(1 bod)}$$

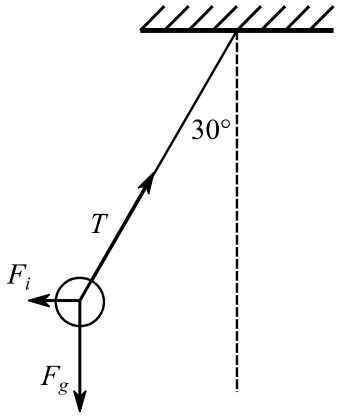
Jednako vrijeme potrebno je i da se tijelo B spusti niz kosinu. Prema tome, tijelo B će se naći u podnožju kosine $t_1 + 2t_2 = 1$ s nakon sudara. **(1 bod)**

Za to vrijeme tijelo A će prijeći put $0.5\ \text{m/s} \cdot 1\ \text{s} = 0.5\ \text{m}$ prema desno, što znači da su tijela A i B udaljena 0.9 m te se gibaju u istom smjeru. S obzirom da je brzina tijela B veća od brzine tijela A, doći će do sudara. **(1 bod)**

Tijela će se ponovo sudariti:

$v'_B t = 0.9\ \text{m} + v'_A t \ \Rightarrow\ t = \dfrac{0.9\ \text{m}}{v'_B - v'_A} = \dfrac{0.9\ \text{m}}{1.5\ \text{m/s}} = 0.6\ \text{s}$; $v'_B t = 1.2\ \text{m}$ od podnožja kosine. **(2 boda)**

Zadatak 5 (10 bodova)



Iz dijagrama sila slijede jednadžbe:

$F_i = \dfrac{1}{2}T$ **(2 boda)**

$F_g = \dfrac{\sqrt{3}}{2}T$ **(2 boda)**

Inercijalna sila na kuglicu jednaka je

$F_i = ma_{cp}$ **(1 bod)**

gdje je m masa kuglica, a a_{cp} centripetalno ubrzanje automobila. Rješavanjem sustava jednadžbi može se izračunati a_{cp}:

$ma_{cp} = \dfrac{1}{2}\dfrac{2}{\sqrt{3}}mg \ \Rightarrow\ a_{cp} = \dfrac{1}{\sqrt{3}}g$ **(2 boda)**

Centripetalno ubrzanje automobila jednako je

$$a_{cp} = \frac{v^2}{r}$$

iz čega slijedi

$r = \sqrt{3}\dfrac{v^2}{g} = \sqrt{3}\dfrac{(20\ \text{m/s})^2}{9.81\ \text{m/s}^2} = 70.6\ \text{m}$ **(3 boda)**