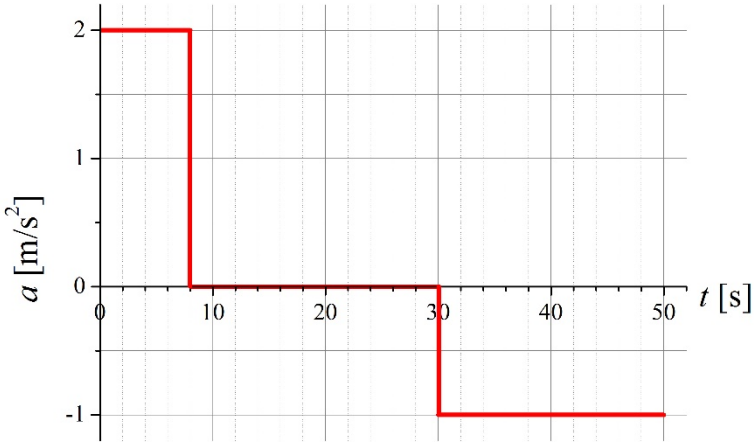
OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2015/2016

Srednje škole – 1. grupa

Zadatak 1 (12 bodova)

Tijelo se giba duž x-osi. U početnom trenutku ($t = 0$) nalazi se u ishodištu koordinatnog sustava ($x = 0$) i miruje. Ovisnost ubrzanja tijela o vremenu prikazana je na sljedećem $a(t)$ grafu.

a) Nacrtajte graf ovisnosti brzine tijela o vremenu ($v(t)$ graf).
b) Odredite konačni položaj tijela.
c) Odredite ukupan prijeđeni put.
d) Izračunajte srednju brzinu po putu.



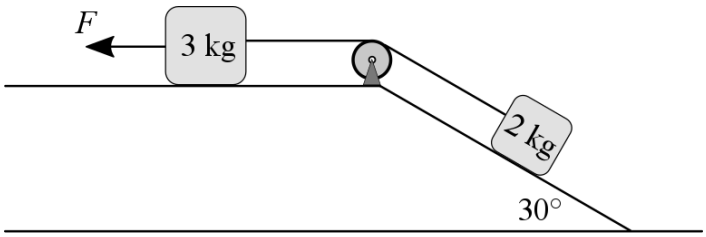
Zadatak 2 (9 bodova)

Dva broda nalaze se na rijeci te istovremeno polaze iz iste točke. Prvi brod giba se nizvodno stalnom brzinom u odnosu na vodu 9 km/h, a drugi uzvodno stalnom brzinom 12 km/h u odnosu na vodu. U određenom trenutku oba broda mijenjaju svoj smjer gibanja tako da se prvi brod sada giba uzvodno, a drugi nizvodno pri čemu brzina brodova u odnosu na vodu ostaje nepromijenjena. Nakon 30 minuta brodovi se opet sreću. Brzina rijeke je 2 km/h.

a) Izračunajte maksimalnu udaljenost brodova.
b) Izračunajte udaljenost od početne točke do točke u kojoj su se brodovi ponovo sreli.

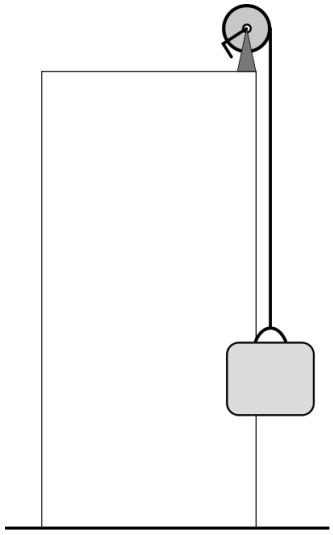
Zadatak 3 (11 bodova)

Dva tijela masa 2 kg i 3 kg povezana su nerastezljivim užetom zanemarive mase preko koloture zanemarive mase kao što je prikazano na slici. Tijelo mase 3 kg vučemo silom F prema lijevo. Sustav se giba prema lijevo stalnom brzinom. Koeficijent trenja između oba tijela i podloge iznosi 0.1. Izračunajte iznos sile F i napetost užeta.



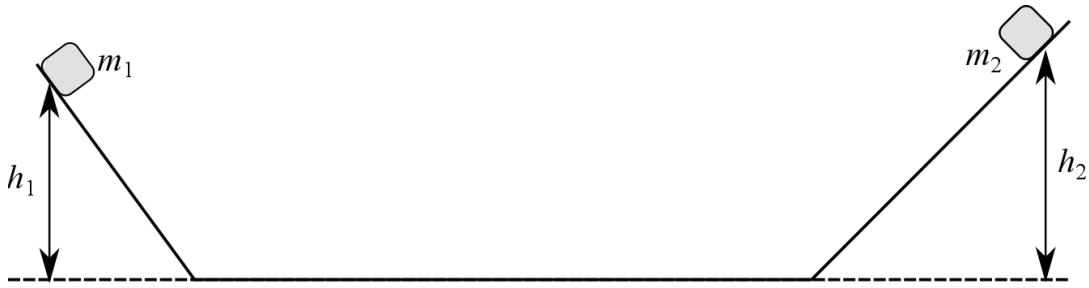
Zadatak 4 (8 bodova)

Teret se spušta stalnom brzinom 2 m/s s vrha zgrade pomoću koloture kao što je prikazano na slici. Masa tereta je 2 t, a maksimalno opterećenje, koje može izdržati uže, iznosi 22 kN. Želimo teret spustiti na tlo tako da mu je brzina u trenutku dodira s tlom jednaka nuli. Na kojoj minimalnoj udaljenosti od tla se teret mora početi gibati jednoliko usporeno? Uzmite da je gravitacijsko ubrzanje $g = 10\text{m/s}^2$.



Zadatak 5 (10 bodova)

Dva tijela masa m_1 i m_2 puštena su s visine h_1, odnosno h_2 bez početne brzine. Tijela se gibaju po kosinama te prelaze na horizontalnu podlogu na kojoj se plastično sudaraju (nakon sudara se gibaju zajedno). Tijela se nakon sudara prvi put zaustavljaju na istom mjestu sa kojeg je ispušteno tijelo mase m_1. Ako je omjer masa m_2:m_1=2:1, odredite omjer visina h_2:h_1. Trenje je zanemarivo.



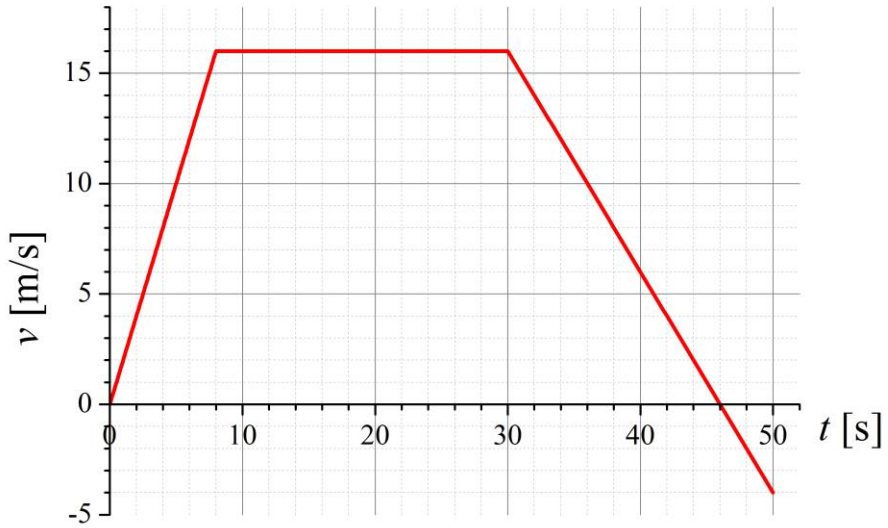
OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2015/2016

Srednje škole – 1. grupa

Rješenja i smjernice za bodovanje

Zadatak 1 (12 bodova)

U razdoblju 0 – 8 s tijelo se giba jednoliko ubrzano ubrzanjem a_1 = 2 m/s^2 te mu se brzina mijenja u vremenu kao $v(t) = a_1 t$. Konačna brzina je $v(t = 8\text{ s}) = 16$ m/s. U razdoblju 8 – 30 s tijelo se giba jednoliko po pravcu (ubrzanje a_2 = 0 m/s^2) brzinom 16 m/s. U razdoblju 30 – 50 s tijelo se giba jednoliko ubrzano ubrzanjem u negativnom smjeru x-osi iznosa a_3 = 1 m/s^2 i početnom brzinom u pozitivnom smjeru x-osi 16 m/s. Brzina se mijenja u vremenu kao $v(t) = 16\text{ m/s} - a_3(t - t_2)$, gdje je t_2 = 30 s. Konačna brzina jednaka je -4 m/s. **(3 boda)**



(1 bod)

Položaj tijela u t = 8 s:

$$x_1 = \frac{1}{2}a_1 t_1^2 = \frac{1}{2}\left(2\text{ m/s}^2\right)\left(8\text{ s}\right)^2 = 64\text{ m}$$ **(1 bod)**

Položaj tijela u t = 30 s:

$$x_2 = x_1 + v_1\left(t_2 - t_1\right) = 64\text{ m} + \left(16\text{ m/s}\right)\left(22\text{ s}\right) = 416\text{ m}$$ **(1 bod)**

Položaj tijela u t = 50 s:

$$x_3 = x_2 + v_1\left(t_3 - t_2\right) - \frac{1}{2}a_3\left(t_3 - t_2\right)^2 = 416\text{ m} + \left(16\text{ m/s}\right)\left(20\text{ s}\right) - \frac{1}{2}\left(1\text{ m/s}^2\right)\left(20\text{ s}\right)^2 = 536\text{ m}$$ **(1 bod)**

Tijelo u trećem razdoblju gibanja mijenja smjer gibanja i to u trenutku:

$$0 = 16\text{ m/s} - \left(1\text{ m/s}^2\right)\left(t - 30\text{ s}\right) \;\Rightarrow\; t = 46\text{ s}$$ **(1 bod)**

Do tog trenutka tijelo prijeđe put:

$$416\text{ m} + \left(16\text{ m/s}\right)\left(16\text{ s}\right) - \frac{1}{2}\left(1\text{ m/s}^2\right)\left(16\text{ s}\right)^2 = 544\text{ m}$$ **(1 bod)**

U razdoblju 46 – 50 s tijelo ubrzava u negativnom smjeru x-osi te prelazi put:

$$\frac{1}{2}\left(1\text{ m/s}^2\right)\left(4\text{ s}\right)^2 = 8\text{ m}$$ **(1 bod)**

Prema tome, ukupan prijeđeni put iznosi 544 m + 8 m = 552 m. **(1 bod)**

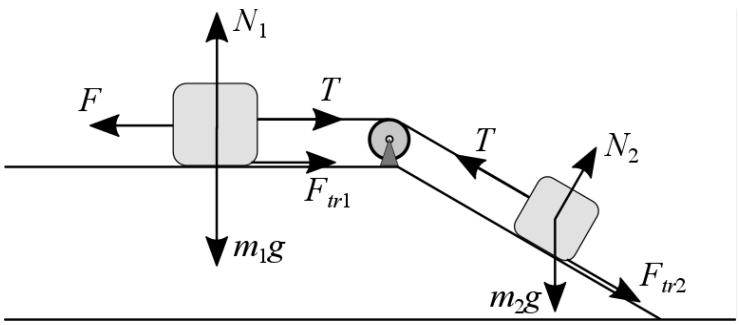
Srednja brzina po putu iznosi:

$$\bar{v} = \frac{552\text{ m}}{50\text{ s}} = 11.04\text{ m/s}$$ **(1 bod)**

Zadatak 2 (9 bodova)

Put, koji prvi, odnosno drugi brod prijeđe do trenutka promjena smjera brzine, jednak je:
$s_1 = (v_1 + v_0)t$, $s_2 = (v_2 - v_0)t$ **(1 bod)**
Nakon promjena smjera przine pa do trenutka kada se ponovo sretnu brodovi prelaze put:
$s_1' = (v_1 - v_0)t'$, $s_2' = (v_2 + v_0)t'$ **(1 bod)**
Vrijedi:
$s_1 + s_2 = s_1' + s_2'$ **(1 bod)**
Uvrštavanjem gornjih izraza slijedi:
$(v_1 + v_2)t = (v_1 + v_2)t' \Rightarrow t = t' = 15\,\text{min}$ **(2 boda)**
Maksimalna udaljenost brodova jednaka je:
$s_1 + s_2 = (v_1 + v_2)t = 5.25\,\text{km}$ **(2 boda)**
Udaljenost od početne točke do točke u kojoj se ponovo brodovi sreću jednaka je:
$s_1 - s_1' = s_2' - s_2 = 2v_0 t = 1\,\text{km}$ **(2 boda)**

Zadatak 3 (11 bodova)



Skica: **(2 boda)** Ako je zadatak točno riješen bez skice, dodijeliti puni broj bodova.
Budući da se sustav giba stalnom silom, zbroj svih sila na svako pojedino tijelo jednak je nuli.
Za tijelo mase m_1 = 3 kg vrijedi:
$0 = F - T - F_{tr1}$ **(1 bod)**
$0 = N_1 - m_1 g$ **(1 bod)**
Sila trenja jednaka je μN_1 **(1 bod)** pa se uvrštavanjem dobije :
$0 = F - T - \mu m_1 g$
Za tijelo mase m_2 = 2 kg vrijedi:
$0 = T - \frac{1}{2} m_2 g - F_{tr2}$ **(1 bod)**
$0 = N_2 - \frac{\sqrt{3}}{2} m_2 g$ **(1 bod)**
Uvrštavanjem se dobije:
$0 = T - \frac{1}{2} m_2 g - \mu \frac{\sqrt{3}}{2} m_2 g$
Rješavanjem sustava jednadžbi slijedi:
$F = \left(\mu \left(m_1 + \frac{\sqrt{3}}{2} m_2 \right) + \frac{1}{2} m_2 \right) g = 14.45\,\text{N}$ za $g = 9.81\,\text{m/s}^2$ ($F = 14.73$ N za $g = 10\,\text{m/s}^2$)**(3 boda)**
Napetost užeta jednaka je:
$T = F - \mu m_1 g = 11.51\,\text{N}$ ($T = 11.73$ N za $g = 10\,\text{m/s}^2$) **(1 bod)**

Zadatak 4 (8 bodova)

Teret se usporava radi djelovanja stalne sile prema gore:

$ma = T - mg$ **(2 boda)**

Maksimalno ubrzane postiže se za maksimalnu napetost užeta. Ubrzanje je jednako:

$a = \frac{T_{\max}}{m} - g = 1\,\mathrm{m/s^2}$ **(3 boda)**

Maksimalnom ubrzanju odgovara minimalni put, koji teret prijeđe do zaustavljanja. On je jednak:

$s = \frac{v_0^2}{2a} = 2\,\mathrm{m}$ **(3 boda)**

Zadatak 5 (10 bodova)

Brzina, kojom se pojedino tijelo giba na horizontalnoj podlozi, dobije se iz zakona očuvanja energije:

$m_1 g h_1 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 \;\Rightarrow\; v_1 = \sqrt{2gh_1}$ **(1 bod)**

$m_2 g h_2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \;\Rightarrow\; v_2 = \sqrt{2gh_2}$ **(1 bod)**

Za sudar tijela vrijedi zakon očuvanja količine gibanja:

$m_2 v_2 - m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v$ **(2 boda)**

Za uspon tijela na visinu h_1 vrijedi zakon očuvanja energije:

$(m_1 + m_2) g h_1 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2) v^2 \;\Rightarrow\; v = \sqrt{2gh_1}$ **(2 boda)**

Uvrštavanjem slijedi:

$$m_2\sqrt{2gh_2} - m_1\sqrt{2gh_1} = (m_1 + m_2)\sqrt{2gh_1}$$

$$m_2\sqrt{h_2} = (2m_1 + m_2)\sqrt{h_1}$$

$$\sqrt{\frac{h_2}{h_1}} = \left(2\frac{m_1}{m_2} + 1\right)$$

$$\sqrt{\frac{h_2}{h_1}} = \left(2\frac{1}{2} + 1\right) = 2 \;\Rightarrow\; \frac{h_2}{h_1} = 4$$ **(4 boda)**