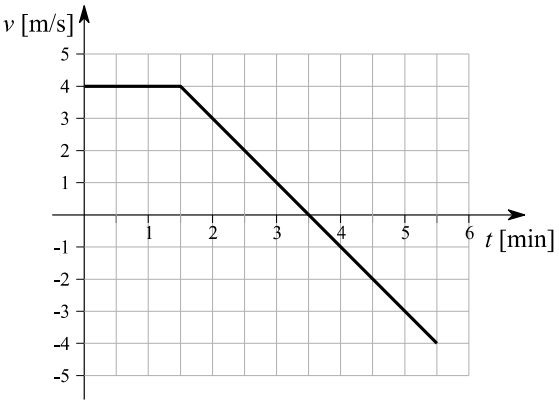
OPĆINSKO/GRADSKO (ILI ŠKOLSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE 2011/2012

Srednje škole – 1. grupa

Zadatak 1 (11 bodova)

Tomislav trči po ravnoj stazi. Njegova brzina mijenja se u vremenu kao što je prikazano na slici.

a) Izračunajte prijeđeni put i srednju brzinu u drugoj minuti gibanja.
b) Izračunajte ukupan prijeđeni put i srednju brzinu za cijelo gibanje.
c) Nacrtajte graf ovisnosti položaja Tomislava o vremenu.
d) Odredite udaljenost od početnog do konačnog položaja.
e) Nacrtajte graf ovisnosti ubrzanja o vremenu.



Zadatak 2 (11 bodova)

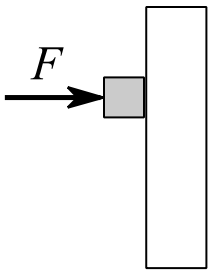
Kamion vozi po ravnoj cesti stalnom brzinom 80 km/h. Automobil također vozi po ravnoj cesti stalnom brzinom v_{auto}. Ako automobil vozi u istom smjeru kao kamion, pretjecanje kamiona traje 3 s dulje, nego što traje mimoilaženje automobila i kamiona, ako automobil vozi u susret kamionu. Duljina kamiona je 18.5 m, a duljina automobila je 4.5 m.

a) Izračunajte brzinu automobila.
b) Izračunajte vrijeme pretjecanja i mimoilaženja.

Zadatak 3 (10 bodova)

Tijelo mase 1.5 kg prislonjeno je uz zid te na njega djelujemo silom F kao što je prikazano na slici. Koeficijent trenja između tijela i zida je 0.4.

a) Nacrtajte sve sile koje djeluju na tijelo.
b) Izračunajte iznos sile F, ako se tijelo spušta niz zid stalnom brzinom.
c) Izračunajte iznos sile F, ako se tijelo spušta niz zid ubrzano ubrzanjem 6 m/s^2.



Zadatak 4 (10 bodova)

Štap duljine 50 cm obješen je za jedan svoj kraj na vrhu zgrade. U određenom trenutku štap počne padati bez početne brzine. Promatrač stoji pored prozora, čiji se donji rub nalazi točno na polovici visine zgrade, te izmjeri da je štapu potrebno 40 ms da prođe pored donjeg ruba prozora.

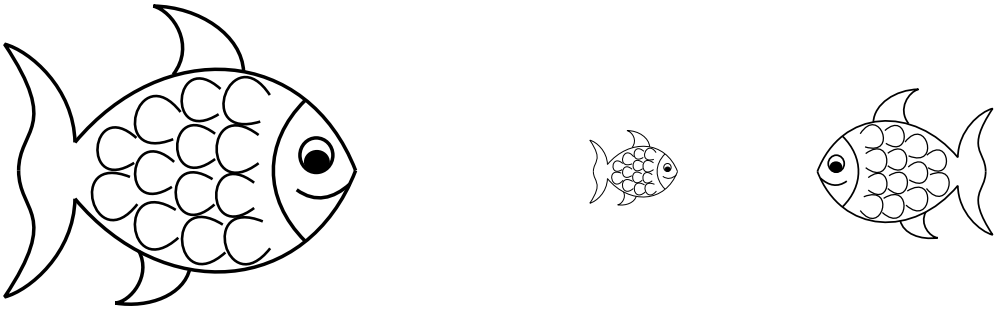
a) Izračunajte visinu zgrade.
b) Nakon koliko vremena od početka padanja će štap pasti na tlo?

OPĆINSKO/GRADSKO (ILI ŠKOLSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE 2011/2012

Zadatak 5 (8 bodova)

Tri ribe plivaju u mirnom moru stalnim brzinama po istom pravcu. Najmanja riba ima masu 300 g i pliva brzinom 3 m/s u smjeru kao što je prikazano na slici. Riba srednje veličine ima masu 4 kg i pliva brzinom 5 m/s prema najmanjoj ribi te ju proguta. U trenutku „sudara“ dvije ribe zanemarite utjecaj mora na njihovo gibanje. Pretpostavite da se srednja riba, nakon što proguta najmanju ribu, nastavlja gibati brzinom koju je imala neposredno nakon „sudara“. Najveća riba ima masu 100 kg i pliva brzinom 15 m/s u smjeru kao što je prikazano na slici. Najveća riba proguta ribu srednje veličine koja je prethodno progutala najmanju ribu (također zanemarite utjecaj mora na njihovo gibanje u trenutku „sudara“).

a) Izračunajte brzinu (iznos i smjer) ribe srednje veličine neposredno nakon što proguta najmanju ribu.
b) Izračunajte brzinu (iznos i smjer) najveće ribe neposredno nakon što proguta ribu srednje veličine.

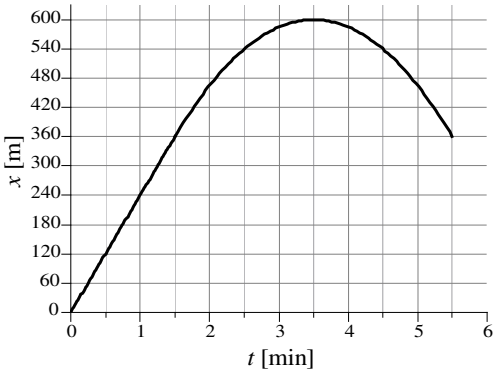


OPĆINSKO/GRADSKO (ILI ŠKOLSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE 2011/2012

Srednje škole – 1. grupa

Rješenja i smjernice za bodovanje

Zadatak 1 (11 bodova)



a) Put prijeđen u drugoj minuti gibanja može se izračunati kao površina ispod krivulje na *v-t* grafu od $t = 1\,\text{min}$ do $t = 2\,\text{min}$:

$$\Delta s_{1\to 2} = (4\,\text{m/s})\cdot(60\,\text{s}) - \frac{1}{2}(1\,\text{m/s})\cdot(30\,\text{s}) = 225\,\text{m}$$

(**2 boda**)

Srednja brzina u drugoj minuti gibanja je:

$$\bar{v}_{1\to 2} = \frac{225\,\text{m}}{60\,\text{s}} = 3.75\,\text{m/s}$$ (**1 bod**)

b) Ukupan prijeđeni put je:

$$\Delta s = (4\,\text{m/s})\cdot(90\,\text{s}) + 2\cdot\frac{1}{2}(4\,\text{m/s})\cdot(120\,\text{s}) = 840\,\text{m}$$

(**2 boda**)

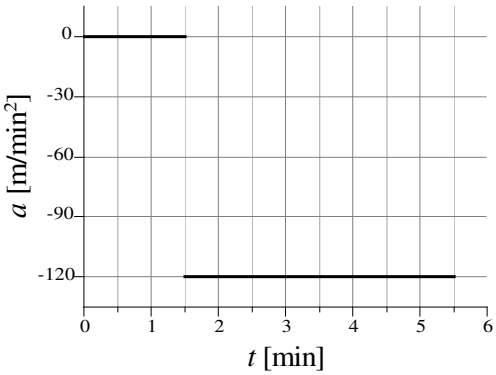
Srednja brzina za cijelo gibanje je:

$$\bar{v}_{1\to 2} = \frac{840\,\text{m}}{330\,\text{s}} = 2.55\,\text{m/s}$$ (**1 bod**)

c) **3 boda** za ispravno nacrtan *x-t* graf.

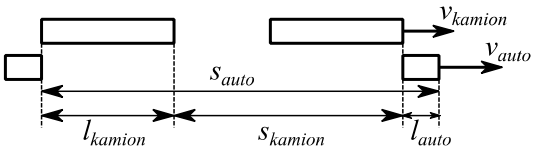
d) S *x-t* grafa može se očitati da je udaljenost od početnog do konačnog položaja 360 m (**1 bod**).

e) **1 bod** za ispravno nacrtan *a-t* graf.

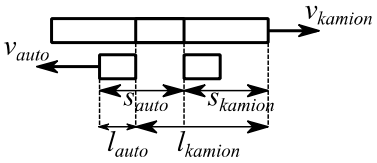


Zadatak 2 (11 bodova)

PRETJECANJE:



MIMOILAŽENJE:



Za točno nacrtanu skicu dodijeliti **2 boda**, no ako je zadatak *u potpunosti točno* riješen bez skice, dodijeliti maksimalan broj bodova. Sa skice se može vidjeti da za pretjecanje vrijedi:

$s_{auto} = s_{kamion} + l_{kamion} + l_{auto}$ (**1 bod**)

gdje je $s_{auto} = v_{auto}t_p$ i $s_{kamion} = v_{kamion}t_p$.

Uvrštavanjem slijedi:

$l_{kamion} + l_{auto} = (v_{auto} - v_{kamion})t_p$ (**1 bod**)

(Do istog izraza se može doći promatrajući relativnu brzinu automobila u odnosu na kamion.)

Za mimoilaženje automobila i kamiona (sa skice) vrijedi:

$s_{auto} + s_{kamion} = l_{kamion} + l_{auto}$ (**1 bod**)

gdje je $s_{auto} = v_{auto} t_m$ i $s_{kamion} = v_{kamion} t_m$.

Uvrštavanjem slijedi:

$l_{kamion} + l_{auto} = (v_{auto} + v_{kamion}) t_m$ (**1 bod**)

Za vrijeme pretjecanja i mimoilaženja vrijedi:

$t_p = t_m + 3\,\mathrm{s}$ (**1 bod**)

Dobije se sustav jednadžbi:

$$23\,\mathrm{m} = (v_{auto} - v_{kamion})(t_m + 3\,\mathrm{s})$$

$$23\,\mathrm{m} = (v_{auto} + v_{kamion}) t_m$$

Oduzimanjem druge jednadžbe od prve pa njihovim zbrajanjem dobije se:

$$0 = -2 v_{kamion} t_m + (3\,\mathrm{s})\left(v_{auto} - v_{kamion}\right) \;\Rightarrow\; t_m = \frac{(3\,\mathrm{s})}{2}\left(\frac{v_{auto}}{v_{kamion}} - 1\right)$$

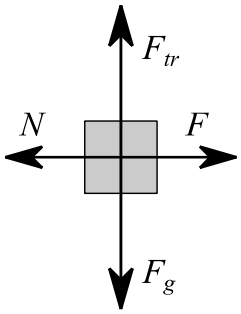
$$46\,\mathrm{m} = 2 v_{auto} t_m + (3\,\mathrm{s})\left(v_{auto} - v_{kamion}\right) \;\Rightarrow\; 46\,\mathrm{m} = v_{auto}(3\,\mathrm{s})\left(\frac{v_{auto}}{v_{kamion}} - 1\right) + v_{auto}(3\,\mathrm{s}) - v_{kamion}(3\,\mathrm{s})$$

$$\Rightarrow\; (46\,\mathrm{m}) v_{kamion} = v_{auto}^2 (3\,\mathrm{s}) - v_{kamion}^2 (3\,\mathrm{s}) \;\Rightarrow\; v_{auto} = \sqrt{v_{kamion}^2 + \frac{(46\,\mathrm{m}) v_{kamion}}{(3\,\mathrm{s})}} = 28.9\,\mathrm{m/s} = 104\,\mathrm{km/h}$$

Točno riješen sustav jednadžbi i točna brzina v_{auto}: **3 boda**

$$\Rightarrow\; t_m = \frac{(3\,\mathrm{s})}{2}\left(\frac{v_{auto}}{v_{kamion}} - 1\right) = 0.45\,\mathrm{s}\,,\; t_p = 3.45\,\mathrm{s}$$ (**1 bod**)

Zadatak 3 (10 bodova)



a) Sile koje djeluju na tijelo prikazane su na slici. (**2 boda**)

U horizontalnom smjeru ukupna sila na tijelo je nula:

$F - N = 0$ (**1 bod**)

b) Ako se tijelo spušta stalnom brzinom, u vertikalnom smjeru ukupna sila na tijelo je nula:

$F_{tr} - F_g = 0$ (**1 bod**)

Sila trenja jednaka je:

$F_{tr} = \mu N = \mu F$ (**1 bod**)

Uvrštavanjem slijedi:

$F = \dfrac{mg}{\mu} = 36.8\,\mathrm{N}$ (**2 boda**)

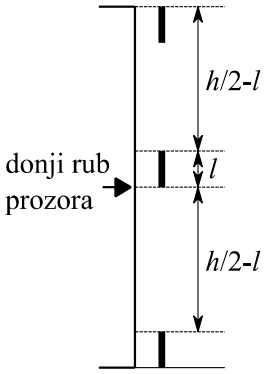
c) Ako se tijelo spušta ubrzano, u vertikalnom smjeru ukupna sila na tijelo je:

$F_g - F_{tr} = ma$ (**1 bod**)

Uvrštavanjem izraza za silu trenja slijedi:

$F = \dfrac{m(g-a)}{\mu} = 14.3\,\mathrm{N}$ (**2 boda**)

Zadatak 4 (10 bodova)



Označimo sa h visinu zgrade i sa l duljinu štapa. Za točno nacrtanu skicu dodijeliti **1 bod**, no ako je zadatak *u potpunosti točno* riješen bez skice, dodijeliti maksimalan broj bodova. Sa skice se vidi da štap prijeđe udaljenost $h/2-l$ u vremenu t_1 i udaljenost $h/2$ u vremenu t_2:

$\frac{h}{2}-l=\frac{1}{2}gt_1^2$ (**1 bod**)

$\frac{h}{2}=\frac{1}{2}gt_2^2$ (**1 bod**)

Također vrijedi:

$t_2-t_1=0.04\,\text{s}$ (**1 bod**)

Rješavanjem sustava jednadžbi dobije se:

$$\frac{1}{2}gt_2^2-l=\frac{1}{2}gt_2^2-gt_2(0.04\,\text{s})+\frac{1}{2}g(0.04\,\text{s})^2 \;\Rightarrow\; t_2=\frac{l}{g(0.04\,\text{s})}+\frac{(0.04\,\text{s})}{2}=1.29\,\text{s}$$

$h=gt_2^2=16.4\,\text{m}$ (**4 boda**)

Put koji će štap prijeći prije nego što padne na tlo jednak je:

$$h-l=\frac{1}{2}gt_{pad}^2 \;\Rightarrow\; t_{pad}=\sqrt{\frac{2(h-l)}{g}}=1.8\,\text{s}$$ (**2 boda**)

Zadatak 5 (8 bodova)

Ako zanemarimo utjecaj mora, za „sudar“ najmanje ribe i ribe srednje veličine vrijedi zakon očuvanja količine gibanja:

$m_1v_1-m_2v_2=(m_1+m_2)v'$ (**2 boda**)

Prema tome, brzina v' je:

$v'=\frac{m_1v_1-m_2v_2}{m_1+m_2}=-4.44\,\text{m/s}$ (**1 bod**)

Riba srednje veličine neposredno nakon što proguta najmanju ribu giba se brzinom 4.44 m/s, smjer brzine je jednak smjeru njezina početne brzine (**1 bod**).

Ako zanemarimo utjecaj mora, za „sudar“ ribe srednje veličine i najveće ribe vrijedi zakon očuvanja količine gibanja:

$m_3v_3-(m_1+m_2)v'=(m_1+m_2+m_3)v''$ (**2 boda**)

Prema tome, brzina v'' je:

$v''=\frac{m_3v_3-(m_1+m_2)v'}{(m_1+m_2+m_3)}=14.2\,\text{m/s}$ (**1 bod**)

Brzina najveće ribe neposredno nakon sudara je 14.2 m/s u istom smjeru kao i njezina početna brzina (**1 bod**).