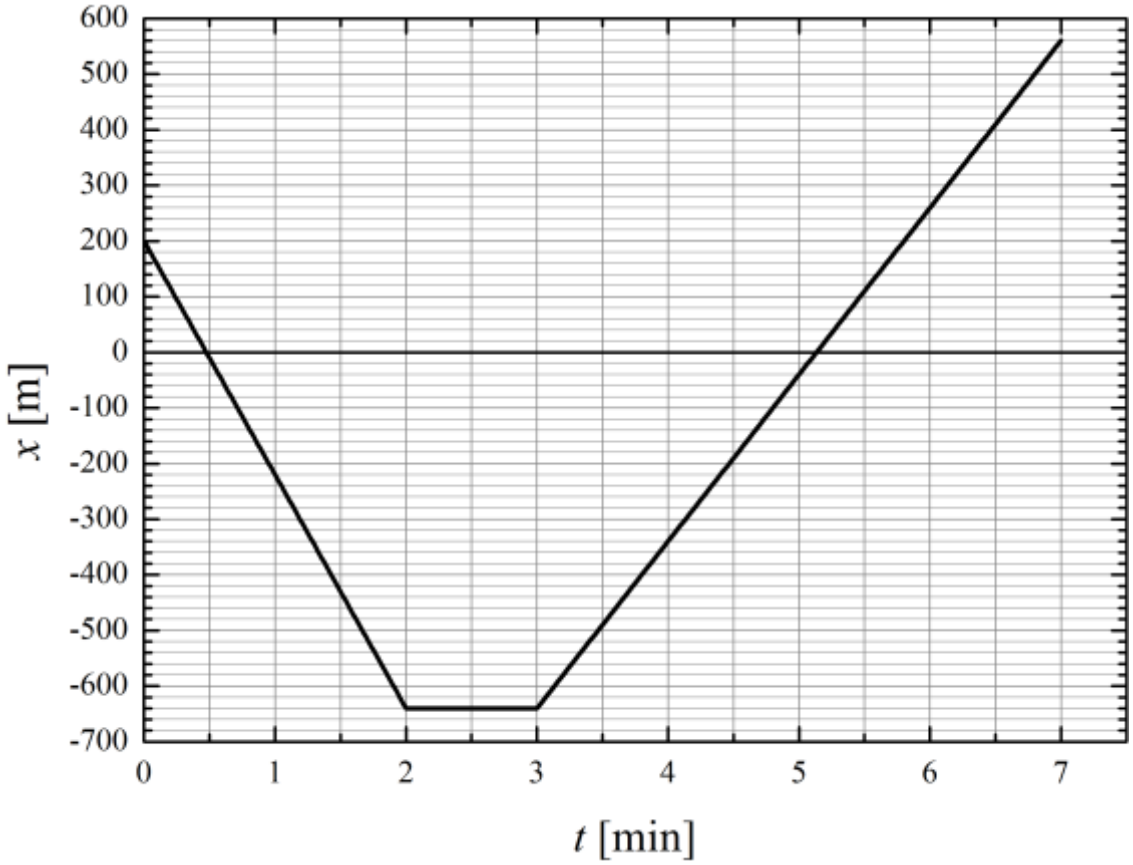
OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2016/2017

Srednje škole – 1. grupa

Zadatak 1 (11 bodova)

Biciklist se giba duž x osi. Na $x(t)$ grafu prikazan je položaj biciklista u ovisnosti o vremenu.

a) Odredite iznos i smjer brzine u pojedinom vremenskom intervalu te nacrtajte graf ovisnosti brzine biciklista o vremenu.
b) Izračunajte ukupan pomak i ukupan prijeđeni put biciklista.
c) Izračunajte srednju brzinu biciklista po pomaku i po putu.



Zadatak 2 (9 bodova)

Automobil vozi stalnom brzinom 30 km/h po ravnoj cesti i približava se raskrižju sa semaforom. U trenutku kada se nalazi 25 m od raskrižja na semaforu se upali žuto svjetlo. Vozač može biti oprezan pa odluči stati prije raskrižja ili mu se žuri pa odluči ubrzati i proći kroz raskrižje imajući pritom na umu ograničenje brzine u naselju. Razmotrimo te dvije mogućnosti.

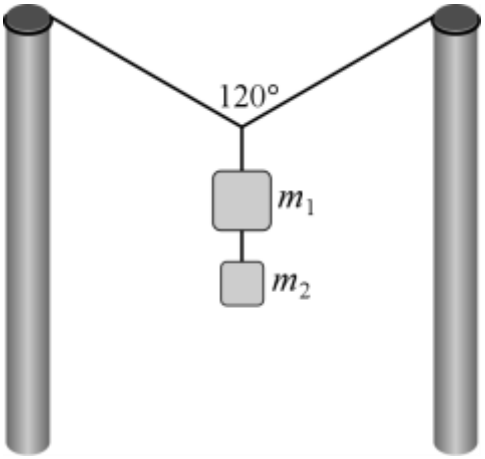
a) Vozač automobila odluči stati prije ulaska u raskrižje te počne kočiti. Izračunajte usporenje automobila takvo da se automobil zaustavi točno na početku raskrižja. Nakon koliko vremena od početka kočenja će se automobil zaustaviti?
b) Vozač odluči proći kroz raskrižje te počne ubrzavati. Ubrzavanje automobila traje 1.5 s do brzine 50 km/h. Ako žuto svjetlo na semaforu traje 2 s, hoće li automobil ući u raskrižje prije paljenja crvenog svjetla na semaforu?

Zadatak 3 (10 bodova)

Dva utega masa m_1 i m_2 međusobno su spojena te su pričvršćena za stupove pomoću više komada nerastezljivog užeta zanemarive mase. Sustav miruje u položaju prikazanom na slici. Masa utega m_1 iznosi 2 kg. Najveća napetost, koju ovo uže može izdržati, iznosi 45 N.

a) Nacrtajte dijagrame sila.
b) Izračunajte najveću moguću masu utega m_2 takvu da uže ne pukne.
c) Izračunajte napetost užeta koje spaja utege.

Uzmite da je gravitacijsko ubrzanje g = 10 m/s^2.



Zadatak 4 (10 bodova)

Dva utega masa m_1 = 2 kg i m_2 = 3 kg spojena su nerastezljivim užetom zanemarive mase. Na tijelo mase m_1 djeluje se silom F_1 = 50 N prema desno, a na tijelo mase m_2 silom F_2 = 40 N prema lijevo, kao što je prikazano na slici. Koeficijent trenja između tijela i podloge iznosi 0.17.

a) Izračunajte iznos i smjer ubrzanja sustava.
b) Izračunajte napetost užeta kojim su spojeni utezi.

Uzmite da je gravitacijsko ubrzanje g = 10 m/s^2.

Zadatak 5 (10 bodova)

Kapljice vode padaju s krova kuće bez početne brzine. Svakih 0.3 s jedna kapljica počne padati. Krov kuće je visok 9.8 m. Koliko se najviše kapljica istovremeno nalazi u zraku? Izračunajte udaljenosti između susjednih kapljica u trenutku kada prva kapljica padne na tlo. Uzmite da je gravitacijsko ubrzanje g = 10 m/s^2.

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2016/2017

Srednje škole – 1. grupa

Rješenja i smjernice za bodovanje

Zadatak 1 (11 bodova)

a) U prvom vremenskom intervalu (0 – 2 min) brzina biciklista je:

$$v_1 = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} = \frac{-640\,\text{m} - 200\,\text{m}}{2\,\text{min} - 0\,\text{min}} = \frac{-840\,\text{m}}{120\,\text{s}} = -7\,\text{m/s}$$

Iznos brzine je 7 m/s, a smjer je u negativnom smjeru x osi. **(2 boda)**

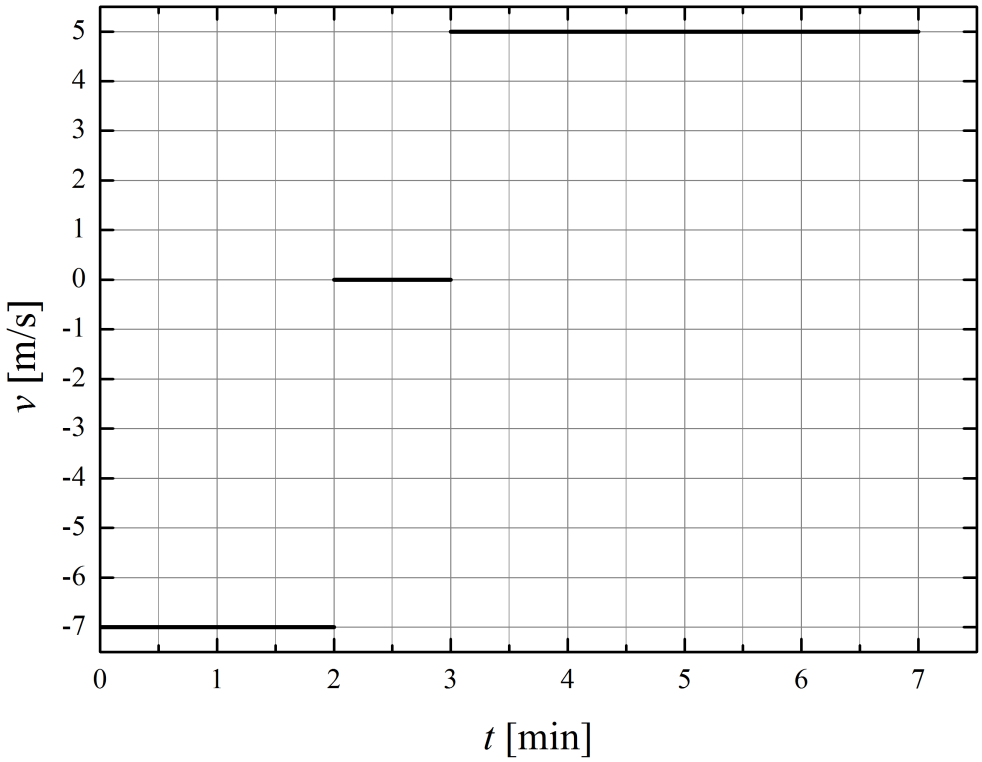
U drugom vremenskom intervalu (2 – 3 min) biciklist miruje (brzina mu je $v_2 = 0$ m/s). **(1 bod)**

U trećem vremenskom intervalu (3 – 7 min) brzina biciklista je:

$$v_3 = \frac{\Delta x_3}{\Delta t_3} = \frac{560\,\text{m} - (-640\,\text{m})}{7\,\text{min} - 3\,\text{min}} = \frac{1200\,\text{m}}{240\,\text{s}} = 5\,\text{m/s}$$

Iznos brzine je 5 m/s, a smjer je u pozitivnom smjeru x osi. **(2 boda)**

Graf ovisnosti brzine biciklista o vremenu: **(2 boda)**



b) Ukupan pomak biciklista je:

$\Delta\vec{x} = (560\,\text{m} - 200\,\text{m})\hat{x} = (360\,\text{m})\hat{x}$ tj. 360 m u pozitivnom smjeru x osi. **(1 bod)**

Ukupan prijeđeni put biciklista jednak je:

$s = 200\,\text{m} + 640\,\text{m} + 640\,\text{m} + 560\,\text{m} = 2040\,\text{m}$ **(1 bod)**

c) Srednja brzina po pomaku jednaka je:

$$\vec{v} = \frac{\Delta\vec{x}}{\Delta t} = \frac{(360\,\text{m})\hat{x}}{7\,\text{min}} = (0.86\,\text{m/s})\hat{x}$$ **(1 bod)**

Srednja brzina po putu jednaka je:

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{2040\,\text{m}}{7\,\text{min}} = 4.86\,\text{m/s}$$ **(1 bod)**

Zadatak 2 (9 bodova)

a) Konačna brzina automobila je 0 pa usporenje automobila možemo izračunati iz prijeđenog puta i početne brzine:

$$s = \frac{v_0^2}{2a} \;\Rightarrow\; a = \frac{v_0^2}{2s} = \frac{\left(30 \cdot \frac{10}{36}\right)^2 \text{ m}^2/\text{s}^2}{2 \cdot 25 \text{ m}} = 1.39 \text{ m/s}^2 \textbf{ (2 boda)}$$

Vrijeme do zaustavljanja jednako je:

$$0 = v_0 - at \;\Rightarrow\; t = \frac{v_0}{a} = 6 \text{ s} \textbf{ (2 boda)}$$

b) Ubrzanje automobila izračunamo pomoću početne i konačne brzine i vremena ubrzavanja:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20 \cdot \frac{10}{36} \text{ m/s}}{1.5 \text{ s}} = 3.7 \text{ m/s}^2 \textbf{ (2 boda)}$$

Put, koji automobil prijeđe za vrijeme ubrzavanja, jednak je:

$$s_1 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 16.7 \text{ m} \textbf{ (1 bod)}$$

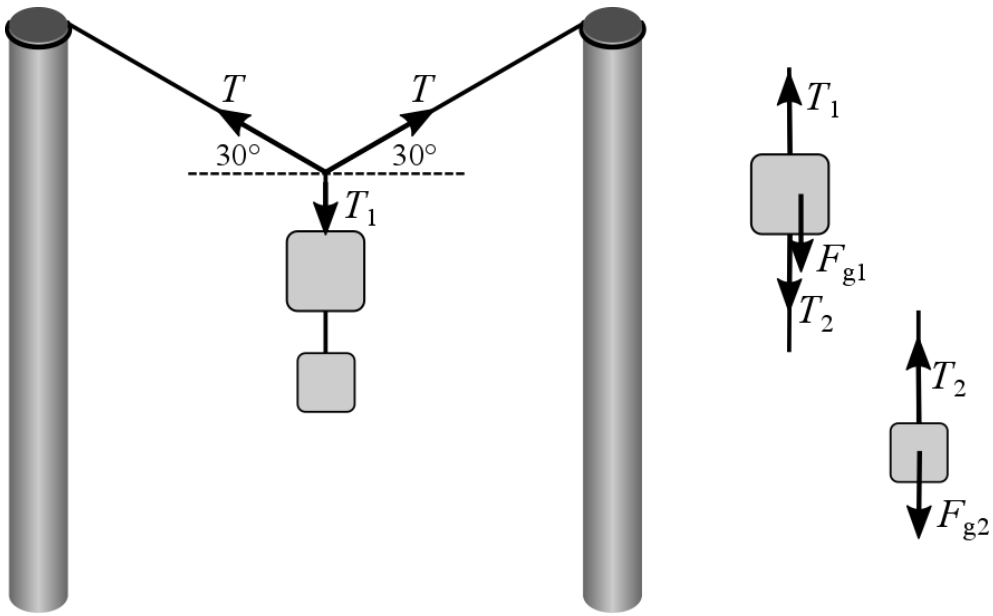
Put, koji automobil prijeđe vozeći stalnom brzinom 50 km/h preostalih 0.5 s prije paljenja crvenog svjetla, jednak je:

$$s_2 = vt = 6.9 \text{ m} \textbf{ (1 bod)}$$

Ukupan put koji automobil prijeđe do paljenja crvenog svjetla jednak je $s = s_1 + s_2 = 23.6 \text{ m}$ pa prema tome neće ući u raskrižje prije paljenja crvenog svjetla. **(1 bod)**

Zadatak 3 (10 bodova)

Dijagrami sila prikazani su na slici. **(3 boda)**



Iz dijagrama sila možemo napisati sljedeće jednadžbe:

$$0 = \frac{1}{2}T + \frac{1}{2}T - T_1 \textbf{ (1 bod)}$$

$$0 = T_1 - T_2 - F_{g1} \textbf{ (1 bod)}$$

$$0 = T_2 - F_{g2} \textbf{ (1 bod)}$$

Iz prve jednadžbe slijedi da je napetost dijelova užeta koji se nalaze pod kutem od 30°u odnosu na horizontalu jednaka napetosti uža na koje je pričvršćeno tijelo mase m_1, odnosno $T = T_1$. **(1 bod)**

Iz druge jednadžbe slijedi:

$T_1 = T_2 + F_{g1}$

Što znači da je napetost T_1 veća od napetosti T_2 pa prema tome T_1 može maksimalno iznositi 45 N, kao što je zadano u zadatku. Slijedi da je napetost T_2 jednaka:

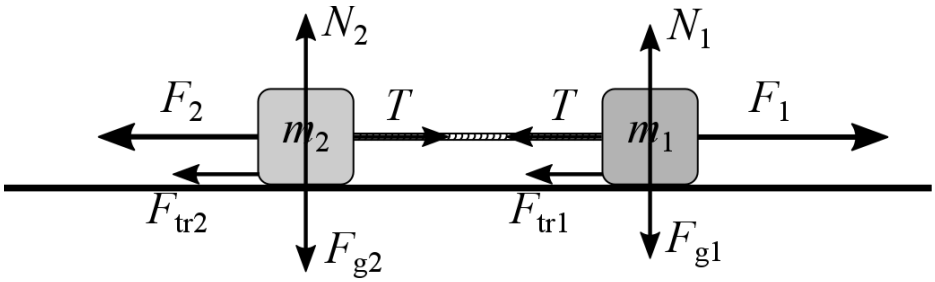
$T_2 = T_1 - m_1 g = 25\,\mathrm{N}$ **(2 boda)**

Iz treće jednadžbe možemo izračunati maksimalnu masu utega m_2:

$m_2 g = T_2 \;\Rightarrow\; m_2 = \dfrac{T_2}{g} = 2.5\,\mathrm{kg}$ **(1 bod)**

Zadatak 4 (10 bodova)

Dijagram sila za oba tijela prikazan je na slici:



Iz dijagrama sila možemo napisati drugi Newtonov zakon za oba tijela. Pretpostavimo da se sustav giba prema desno.

$m_1 a = F_1 - T - F_{tr1}$ **(1 bod)**

$0 = N_1 - F_{g1}$ **(1 bod)**

$m_2 a = T - F_2 - F_{tr2}$ **(1 bod)**

$0 = N_2 - F_{g2}$ **(1 bod)**

Za sile trenja vrijedi:

$F_{tr1} = \mu N_1 = \mu m_1 g$

$F_{tr2} = \mu N_2 = \mu m_2 g$ **(1 bod)**

Zbrojimo prvu i treću jednadžbu i uvrstimo izraze za sile trenja:

$(m_1 + m_2)a = F_1 + F_2 - \mu(m_1 + m_2)g$

Slijedi da je ubrzanje tijela jednako:

$a = \dfrac{F_1 - F_2}{m_1 + m_2} - \mu g = 0.3\,\mathrm{m/s^2}$, prema desno **(3 boda)**

Napetost užeta možemo izračunati uvrštavanjem ubrzanja u prvu ili treću jednadžbu:

$T = m_2 a + F_2 + F_{tr2} = 46\,\mathrm{N}$ **(2 boda)**

Zadatak 5 (10 bodova)

Vrijeme potrebno da kapljica vode padne na tlo jednako je:

$h = \dfrac{1}{2} g t^2 \;\Rightarrow\; t = \sqrt{\dfrac{2h}{g}} = 1.4\,\mathrm{s}$

Prema tome u zraku se istovremeno nalazi 5 kapljica. **(2 boda)**
U trenutku, kada prva kapljica padne na tlo, druga, treća, četvrta i peta su prešle put:

$t_2 = 1.4\,\mathrm{s} - 0.3\,\mathrm{s} = 1.1\,\mathrm{s};\quad h_2 = \frac{1}{2} g t_2^2 = 6.05\,\mathrm{m}$ **(1 bod)**

$t_3 = 1.4\,\mathrm{s} - 2 \cdot 0.3\,\mathrm{s} = 0.8\,\mathrm{s};\quad h_3 = \frac{1}{2} g t_3^2 = 3.2\,\mathrm{m}$ **(1 bod)**

$t_4 = 1.4\,\mathrm{s} - 3 \cdot 0.3\,\mathrm{s} = 0.5\,\mathrm{s};\quad h_4 = \frac{1}{2} g t_4^2 = 1.25\,\mathrm{m}$ **(1 bod)**

$t_5 = 1.4\,\mathrm{s} - 4 \cdot 0.3\,\mathrm{s} = 0.2\,\mathrm{s};\quad h_5 = \frac{1}{2} g t_5^2 = 0.2\,\mathrm{m}$ **(1 bod)**

Udaljenosti između susjednih kapljica vode iznose:

$\Delta h_{12} = 9.8\,\mathrm{m} - 6.05\,\mathrm{m} = 3.75\,\mathrm{m}$ **(1 bod)**

$\Delta h_{23} = 6.05\,\mathrm{m} - 3.2\,\mathrm{m} = 2.85\,\mathrm{m}$ **(1 bod)**

$\Delta h_{34} = 3.2\,\mathrm{m} - 1.25\,\mathrm{m} = 1.95\,\mathrm{m}$ **(1 bod)**

$\Delta h_{45} = 1.25\,\mathrm{m} - 0.2\,\mathrm{m} = 1.05\,\mathrm{m}$ **(1 bod)**