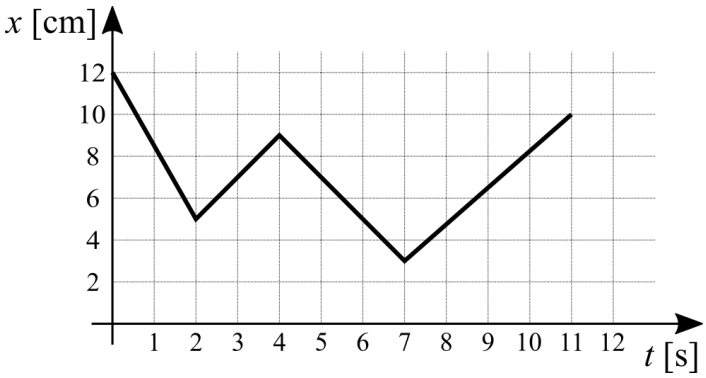
OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2017/2018
Srednje škole – 1. grupa

VAŽNO: Tijekom ispita **ne smijte imati nikakav pisani materijal (knjige, bilježnice, formule…)**. Za pisanje koristite kemijsku olovku ili nalivpero. **Pri ruci ne smijete imati mobitele ni druge elektroničke uređaje osim kalkulatora.**

Zadatak 1 (10 bodova)

Mrav se giba po pravcu. Na grafu je prikazan položaj mrava u ovisnosti o vremenu.

a) Nacrtajte graf ovisnosti brzine mrava o vremenu.
b) Izračunajte ukupan prijeđeni put i pomak mrava.
c) Izračunajte srednju brzinu mrava po prijeđenom putu i srednju brzinu po pomaku.



Zadatak 2 (10 bodova)

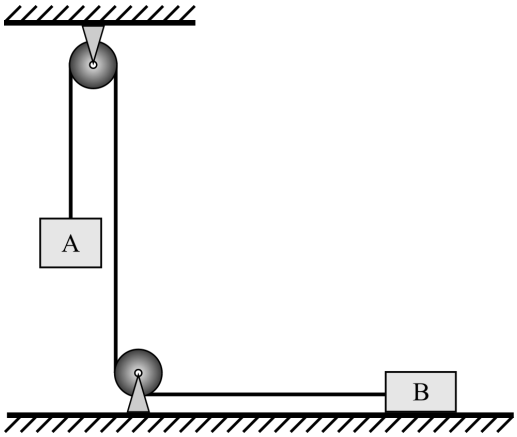
Gepard i antilopa miruju na međusobnoj udaljenosti s. U određenom trenutku gepard spazi antilopu i počne trčati prema njoj. Istovremeno antilopa počne bježati. Maksimalna brzina trčanja geparda iznosi 90 km/h, a tu brzinu postiže jednoliko ubrzavajući ubrzanjem 10 m/s^2. Maksimalna brzina trčanja antilope iznosi 72 km/h, a tu brzinu postiže jednoliko ubrzavajući ubrzanjem 4 m/s^2. Ako gepard ulovi antilopu nakon što je pretrčao 120 m, izračunajte udaljenost geparda i antilope u početnom trenutku.

Zadatak 3 (10 bodova)

Dva utega A i B spojena su nerastezljivim užetom zanemarive mase preko dvije koloture zanemarive mase, kao što je prikazano na slici. Masa utega A iznosi 5 kg, a masa utega B iznosi 8 kg. Uteg A giba se prema dolje stalnim ubrzanjem 2 m/s^2.

a) Nacrtajte dijagrame sila na utege A i B.
b) Izračunajte koeficijent trenja između utega B i horizontalne podloge.
c) Izračunajte napetost užeta.

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



Zadatak 4 (10 bodova)

Ivica pomoću užeta vuče sanjke uz brijeg nagiba 30° u odnosu na horizontalu stalnom brzinom 0.6 m/s. Masa sanjki je 7 kg, a koeficijent trenja između sanjki i podloge iznosi 0.1. Visinska razlika između podnožja i vrha brijega iznosi 21 m. Izračunajte:

a) Koje sve sile djeluju na sanjke? Nacrtajte dijagram sila na sanjke.
b) Izračunajte napetost užeta kojom Ivica vuče sanjke.
c) Izračunajte vrijeme za koje će Ivica doći od podnožja do vrha brijega.

Zadatak 5 (10 bodova)

Tri jabuke istovremeno počnu padati s drveta i to s grana različitih visina. Vrijeme pada svake sljedeće jabuke je veće za 20% od vremena pada prethodne jabuke.

a) Izračunajte omjere visina grana s kojih su jabuke pale.
b) Ako je visina najniže grane 3.2 m, izračunajte ukupno vrijeme od početaka pada jabuka do pada posljednje jabuke na tlo.

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

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2017/2018

Srednje škole – 1. grupa

Rješenja i smjernice za bodovanje

Zadatak 1 (10 bodova)

a) U vremenskom intervalu 0 – 2 s brzina mrava je:

$$v_1 = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} = \frac{5\,\text{cm} - 12\,\text{cm}}{2\,\text{s} - 0\,\text{s}} = \frac{-7\,\text{cm}}{2\,\text{s}} = -3.5\,\text{cm/s}$$ **(1 bod)**

U vremenskom intervalu 2 – 4 s brzina mrava je:

$$v_2 = \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2} = \frac{9\,\text{cm} - 5\,\text{cm}}{4\,\text{s} - 2\,\text{s}} = \frac{4\,\text{cm}}{2\,\text{s}} = 2\,\text{cm/s}$$ **(1 bod)**

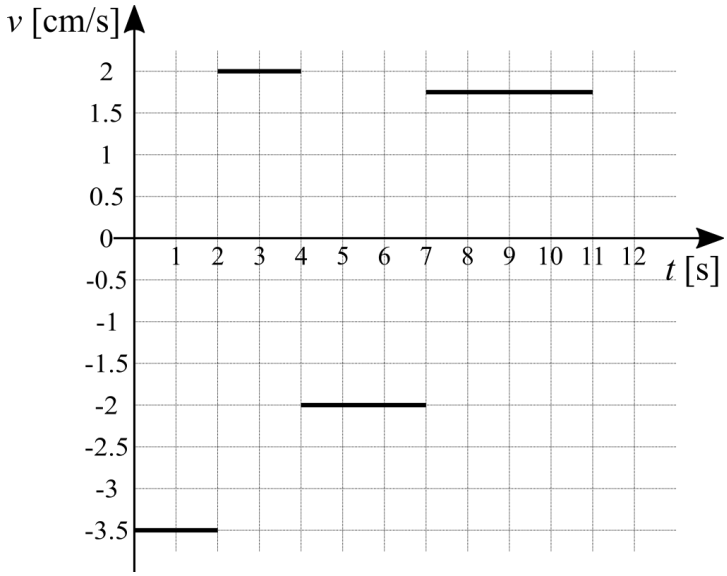
U vremenskom intervalu 4 – 7 s brzina mrava je:

$$v_3 = \frac{\Delta x_3}{\Delta t_3} = \frac{3\,\text{cm} - 9\,\text{cm}}{7\,\text{s} - 4\,\text{s}} = \frac{-6\,\text{cm}}{3\,\text{s}} = -2\,\text{cm/s}$$ **(1 bod)**

U vremenskom intervalu 4 – 7 s brzina mrava je:

$$v_4 = \frac{\Delta x_4}{\Delta t_4} = \frac{10\,\text{cm} - 3\,\text{cm}}{11\,\text{s} - 7\,\text{s}} = \frac{7\,\text{cm}}{4\,\text{s}} = 1.75\,\text{cm/s}$$ **(1 boda)**

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



b) Ukupan pomak mrava je:

$$\Delta\vec{x} = (10\,\text{cm} - 12\,\text{cm})\hat{x} = (-2\,\text{cm})\hat{x}$$ **(1 bod)**

Ukupan prijeđeni put mrava jednak je:

$$s = 7\,\text{cm} + 4\,\text{cm} + 6\,\text{cm} + 7\,\text{cm} = 24\,\text{cm}$$ **(1 bod)**

c) Srednja brzina po pomaku jednaka je:

$$\vec{v} = \frac{\Delta\vec{x}}{\Delta t} = \frac{(-2\,\text{cm})\hat{x}}{11\,\text{s}} = (-0.18\,\text{cm/s})\hat{x}$$ **(1 bod)**

Srednja brzina po putu jednaka je:

$$\bar{v} = \frac{s}{\Delta t} = \frac{24\,\text{cm}}{11\,\text{s}} = 2.18\,\text{cm/s}$$ **(1 bod)**

Zadatak 2 (10 bodova)

Ukupno vrijeme trčanja geparda jednako je zbroju vremena jednolikog ubrzavanja do maksimalne brzine t_{G1} i vremenu jednolikog trčanja maksimalnom brzinom t_{G2}. Za vrijeme jednoliko ubrzanog gibanja gepard prijeđe put s_{G1}, a za vrijeme jednolikog gibanja gepard prijeđe put s_{G2}.

$$t_{G1} = \frac{v_G}{a_G} = \frac{90 \cdot \frac{10}{36}\,\text{m/s}}{10\,\text{m/s}^2} = 2.5\,\text{s}$$ **(1 bod)**

$$s_{G,ukupno} = 120\,\text{m} = s_{G1} + s_{G2} \;\Rightarrow\; s_{G2} = 120\,\text{m} - s_{G1} = 120\,\text{m} - \frac{v_G^2}{2a_G} = 120\,\text{m} - \frac{\left(90 \cdot \frac{10}{36}\,\text{m/s}\right)^2}{2 \cdot 10\,\text{m/s}^2} = 88.75\,\text{m}$$

(2 boda)

$$t_{G2} = \frac{s_{G2}}{v_G} = \frac{88.75\,\text{m}}{25\,\text{m/s}} = 3.55\,\text{s}$$ **(1 bod)**

Ukupno vrijeme gibanja geparda (i antilope) jednako je:

$$t_{ukupno} = t_{G1} + t_{G2} = 6.05\,\text{s}$$ **(1 bod)**

Antilopa se giba također 6.05 s, ovo vrijeme jednako je zbroju vremena jednolikog ubrzavanja antilope do maksimalne brzine t_{A1} i vremenu jednolikog gibanja antilope maksimalnom brzinom t_{A2}.

$$t_{A1} = \frac{v_A}{a_G} = \frac{72 \cdot \frac{10}{36}\,\text{m/s}}{4\,\text{m/s}^2} = 5\,\text{s}$$ **(1 bod)**

$$t_{A2} = t_{ukupno} - t_{A1} = 1.05\,\text{s}$$ **(1 bod)**

Antilopa u vremenu t_{ukupno} prijeđe put:

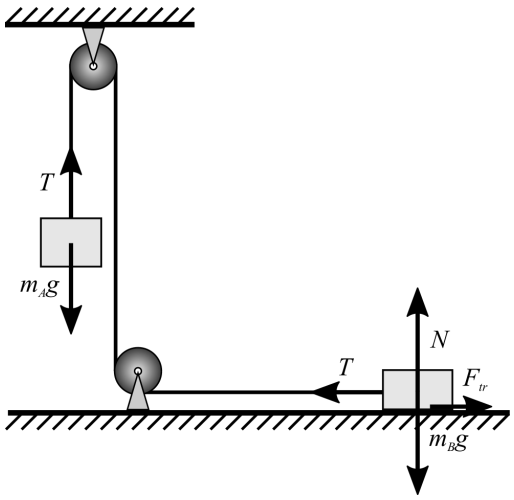
$$s_{A,ukupno} = \frac{1}{2} a_A t_{A1}^2 + v_A t_{A2} = \frac{1}{2}\left(4\,\text{m/s}^2\right)\left(5\,\text{s}\right)^2 + \left(72 \cdot \frac{10}{36}\,\text{m/s}\right)\left(1.05\,\text{s}\right) = 71\,\text{m}$$ **(2 boda)**

Prema tome, početna udaljenost geparda i antilope iznosi:

$$s_0 = s_{G,ukupno} - s_{A,ukupno} = 120\,\text{m} - 71\,\text{m} = 49\,\text{m}$$ **(1 bod)**

Zadatak 3 (10 bodova)

Dijagrami sila prikazani su na slici. **(2 boda)**



Iz dijagrama sila možemo napisati sljedeće jednadžbe:

$$m_A a = m_A g - T$$ **(1 bod)**

$m_B a = T - F_{tr}$ **(1 bod)**

$0 = m_B g - N$ **(1 bod)**

Za silu trenja vrijedi:

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

Uvrštavanjem izraza za silu trenja u drugu jednadžbu te zbrajanjem prve i druge jednadžbe dobije se:

$(m_A + m_B)a = m_A g - \mu m_B g$

Nadalje slijedi da je koeficijent trenja između utega B i horizontalne podloge jednak:

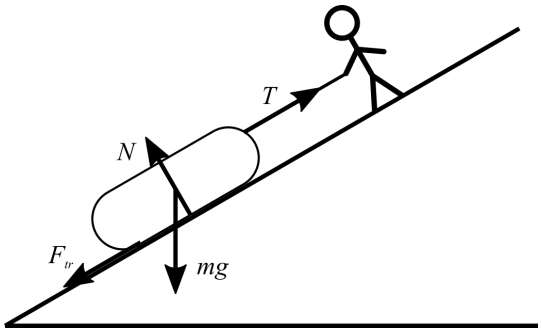
$\mu = \frac{m_A}{m_B} - \frac{m_A + m_B}{m_B} \cdot \frac{a}{g} = \frac{5}{8} - \frac{5+8}{8} \cdot \frac{2}{10} = 0.3$ **(3 boda)**

Iz prve jednadžbe napetost užeta jednaka je:

$T = m_A(g - a) = 40\,\mathrm{N}$ **(1 bod)**

Zadatak 4 (10 bodova)

Na sanjke djeluju 4 sile: sila teža, sila reakcije podloge, sila napetosti užeta i sila trenja. **(1 bod)** Dijagram sila prikazan je na slici: **(2 boda)**



Budući da se sanjke gibaju stalnom brzinom uz kosinu, zbroj svih sila u smjeru paralelno kosini i u smjeru okomito na kosinu jednak je nuli. Primjenom drugog Newtonovog zakona slijede jednadžbe:

$0 = T - \frac{1}{2}mg - F_{tr}$ **(1 bod)**

$0 = N - \frac{\sqrt{3}}{2}mg$ **(1 bod)**

Za silu trenja vrijedi:

$F_{tr} = \mu N = \mu \frac{\sqrt{3}}{2}mg$ **(1 bod)**

Uvrštavanjem u prvu jednadžbu za silu napetosti užeta dobije se:

$T = \frac{1}{2}mg + \mu\frac{\sqrt{3}}{2}mg = \frac{(1+\mu\sqrt{3})mg}{2} = 41\,\mathrm{N}$ **(2 boda)**

Pomoću sličnosti trokuta odredimo duljinu puta po kosini:

$l = 2h = 42\,\mathrm{m}$ **(1 bod)**

Ivica će prijeći put od podnožja do vrha brijega u vremenu:

$t = \frac{l}{v} = \frac{42\,\mathrm{m}}{0.6\,\mathrm{m/s}} = 70\,\mathrm{s}$ **(1 bod)**

Zadatak 5 (10 bodova)

Neka su t_1, t_2 i t_3 vrijeme pada prve, druge i treće jabuke na tlo, respektivno, te h_1, h_2, i h_3 visine prve, druge i treće grane, respektivno. Vrijedi:

$h_1 = \frac{1}{2} g t_1^2$, $h_2 = \frac{1}{2} g t_2^2$, $h_3 = \frac{1}{2} g t_3^2$ **(2 boda)**

Iz uvjeta zadatka vrijedi:

$t_2 = t_1 + 0.2 t_1 = 1.2 t_1$ **(1 bod)**

$t_3 = t_2 + 0.2 t_2 = 1.2 t_2 = 1.2^2 t_1$ **(1 bod)**

a) Omjeri visina tada su jednaki:

$h_1 : h_2 : h_3 = \frac{1}{2} g t_1^2 : \frac{1}{2} g t_2^2 : \frac{1}{2} g t_3^2 = t_1^2 : t_2^2 : t_3^2 = t_1^2 : 1.2^2 t_1^2 : 1.2^4 t_1^2 = 1 : 1.44 : 2.0736$ **(2 boda)**

b) Vrijeme pada prve jabuke jednako je:

$t_1 = \sqrt{\frac{2h_1}{g}} = 0.8\,\mathrm{s}$ **(1 bod)**

$t_2 = 1.2 t_1 = 0.96\,\mathrm{s}$ **(1 bod)**

$t_3 = 1.2^2 t_1 = 1.152\,\mathrm{s}$ **(1 bod)**

Ukupno vrijeme padanja jabuka jednako je vremenu pada treće jabuke i iznosi 1.152 s. **(1 bod)**