

Županijsko natjecanje iz fizike 2023/2024
Srednje škole – 1. grupa
Rješenja i smjernice za bodovanje

1. zadatak (8 bodova)

Put, koji prijeđe automobil od trenutka prolaska pored motocikla do trenutka u kojem se motocikl uključuje u promet, je:

$$s_0 = v_{\text{auto}} t_0 = 45 \text{ km/h} \cdot 1 \text{ min} = 45 \cdot \frac{1000}{60} \text{ m/min} = 750 \text{ m. (1 bod)}$$

Do sustizanja automobila motocikl prelazi put od $s = 3 \text{ km}$:

$$s = \frac{1}{2} a t^2. \text{ (1 bod)}$$

U istom vremenu automobil prelazi put:

$$s - s_0 = v_{\text{auto}} t,$$

$$3000 \text{ m} - 750 \text{ m} = 45 \cdot \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} \cdot t \Rightarrow t = 180 \text{ s} = 3 \text{ min. (2 boda)}$$

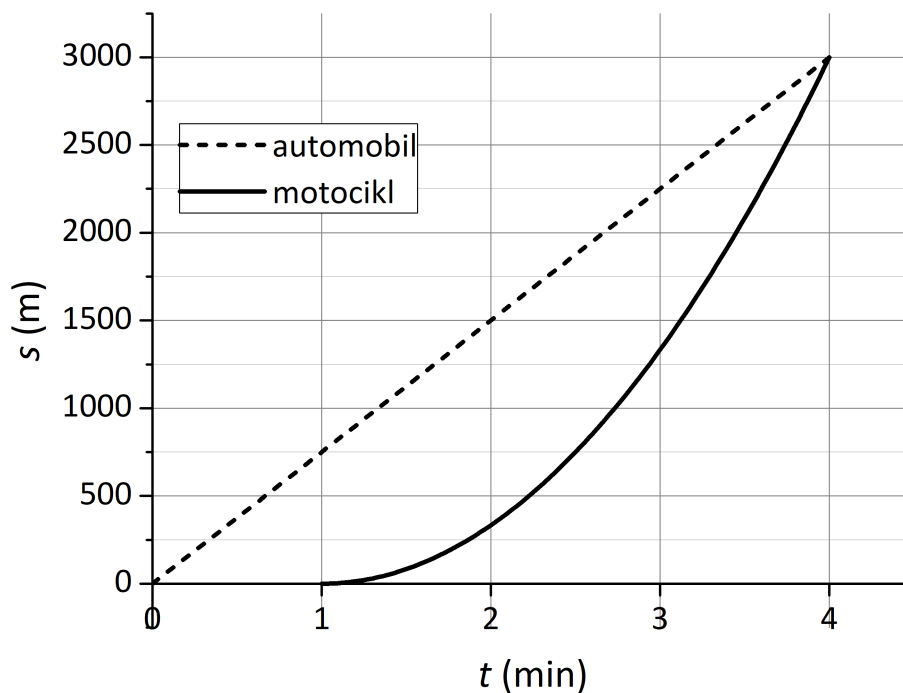
Slijedi da je ubrzanje motocikla jednako:

$$a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \cdot 3000 \text{ m}}{(180 \text{ s})^2} = \frac{5}{27} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0.185 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}. \text{ (1 bod)}$$

Brzina motocikla u trenutku sustizanja je:

$$v = at = 33.3 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 120 \frac{\text{km}}{\text{h}}. \text{ (1 bod)}$$

Ovisnost položaja automobila i motocikla o vremenu prikazana je na slici. **(2 boda)**



2. zadatak (12 bodova)

Na slici su prikazane sile koje djeluju na malo tijelo na kosini: gravitacijska sila F_g i sila reakcije podloge N . Sila F_g rastavljena je na komponentu paralelnu kosini F_1 i komponentu okomito na kosinu. Drugi Newtonov zakon za gibanje tijela niz kosinu je:

$$ma = F_1, \text{ (1 bod)}$$

Iz sličnosti trokuta slijedi da je

$$\frac{F_1}{F_g} = \frac{h}{l}. \text{ (1 bod)}$$

Uvrštavanjem dobijemo ubrzanje tijela na kosini:

$$ma = \frac{h}{l} F_g = \frac{h}{l} mg,$$

$$a = \frac{h}{l} g. \text{ (1 bod)}$$

Vrijeme t_1 potrebno da tijelo dođe do dna kosine je:

$$l = \frac{1}{2} at_1^2 \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2l}{a}} = \sqrt{\frac{2l^2}{hg}} = l \sqrt{\frac{2}{hg}}. \text{ (1 bod)}$$

Tijelo se po ravnom dijelu giba stalnom brzinom v koja je jednaka:

$$v = at_1 = \frac{h}{l} g \cdot l \sqrt{\frac{2}{hg}} = \sqrt{2hg}. \text{ (1 bod)}$$

Vrijeme t_2 potrebno da prijeđe ravni dio puta je:

$$t_2 = \frac{L - k}{v} = \frac{L - k}{\sqrt{2hg}}. \text{ (1 bod)}$$

Uvjet zadatka je $t_1 = t_2$, odnosno:

$$l \sqrt{\frac{2}{hg}} = \frac{L - k}{\sqrt{2hg}}. \text{ (1 bod)}$$

Sređivanjem jednačbe i uvrštavanjem poznatih veličina dobije se:

$$2l = L - k$$

$$2\sqrt{h^2 + k^2} = L - k,$$

$$4h^2 + 4k^2 = L^2 - 2Lk + k^2,$$

$$3k^2 + 2Lk + 4h^2 - L^2 = 0,$$

$$3k^2 + 8.4k - 14.4 = 0,$$

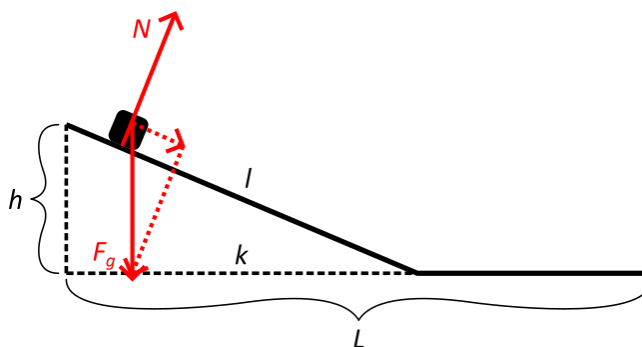
$$5k^2 + 14k - 24 = 0,$$

$$(5k - 6)(k + 4) = 0. \text{ (2 boda)}$$

Fizikalno prihvatljivo rješenje jednačbe je $5k - 6 = 0 \Rightarrow k = 1.2 \text{ m}. \text{ (1 bod)}$

Omjer puta po kosini i puta po ravnom dijelu je:

$$\frac{\sqrt{h^2 + k^2}}{L - k} = \frac{1.5 \text{ m}}{4.2 \text{ m} - 1.2 \text{ m}} = \frac{1.5}{3} = 0.5. \text{ (2 boda)}$$



3. zadatak (11 bodova)

Dijagram sila za svako tijelo prikazan je na slici. Zelenom bojom označene su sile na uteg mase 3 kg, crvenom bojom sile na dasku i plavom bojom sile na uteg mase 1 kg. Prema drugom Newtonovom zakonu slijede jednačbe gibanja **(2 boda)**:

$$m_3 a = m_3 g - T,$$

$$m_5 a = T - F_{tr},$$

$$0 = m_5 g + F_{15} - N,$$

$$0 = m_1 g - F_{51}.$$

Sila trenja jednaka je $F_{tr} = \mu N$, gdje je N sila podloge (stola) na dasku. Zbog trećeg Newtonovog zakona vrijedi $F_{15} = F_{51}$. Iz treće i četvrte jednačbe dobijemo $N = (m_5 + m_1)g$ pa je sila trenja jednaka:

$$F_{tr} = \mu(m_5 + m_1)g. \text{ (2 boda)}$$

Iz prve i druge jednačbe dobijemo ubrzanje sustava neposredno nakon početka gibanja:

$$(m_3 + m_5)a = m_3 g - \mu(m_5 + m_1)g,$$

$$a = \frac{m_3 - \mu(m_5 + m_1)}{m_3 + m_5} g,$$

$$a = \frac{3 - 0.3 \cdot (5 + 1)}{3 + 5} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 1.5 \text{ m/s}^2. \text{ (2 boda)}$$

Nakon što se daska pomakne za pola svoje duljine ($d/2 = 0.75$) m prema lijevo (istovremeno se i uteg mase 3 kg pomakne za 0.75 m prema dolje), uteg padne s daske i nakon toga više ne utječe na gibanje sustava. Ubrzanje daske i utega mase 3 kg sada je jednako:

$$a' = \frac{m_3 - \mu m_5}{m_3 + m_5} g,$$

$$a' = \frac{3 - 0.3 \cdot 5}{3 + 5} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 1.875 \text{ m/s}^2. \text{ (1 bod)}$$

Vrijeme do pada utega mase 1 kg s daske i brzina sustava u tom trenutku su:

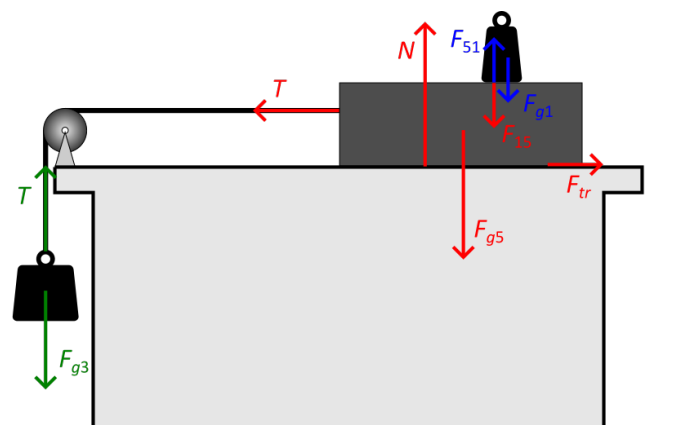
$$\frac{d}{2} = \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow t = 1 \text{ s. (1 bod)}$$

$$v = a t = 1.5 \text{ m/s. (1 bod)}$$

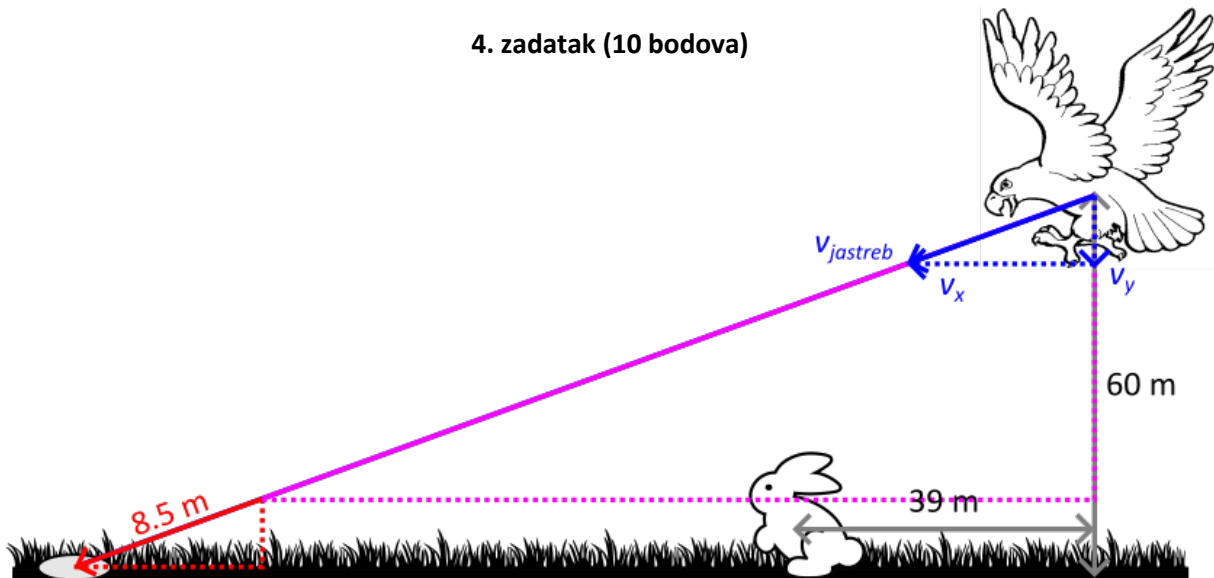
U preostalom vremenu uteg mase 3 kg prelazi put:

$$s = v(1.8 \text{ s} - t) + \frac{1}{2} a' (1.8 \text{ s} - t)^2 = 1.8 \text{ m. (1 bod)}$$

Ukupan prijeđeni put je $0.75 \text{ m} + 1.8 \text{ m} = 2.55 \text{ m. (1 bod)}$



4. zadatak (10 bodova)



Brzinu jastreba $v_{jastreb}$ rastavimo na horizontalnu komponentu v_x (prema lijevo) i vertikalnu komponentu v_y (prema dolje). Sa slike možemo zaključiti da za vrijeme gibanja zeca jastreb prelazi horizontalnu, odnosno vertikalnu udaljenost:

$$x_{jastreb} = 39 \text{ m} + x_{zec} - x_{konačno}, \text{ (1 bod)}$$

$$y_{jastreb} = 60 \text{ m} - y_{konačno}, \text{ (1 bod)}$$

gdje je x_{zec} udaljenost zeca u početnom položaju od zečje rupe, $x_{konačno}$ i $y_{konačno}$ su horizontalna, odnosno vertikalna udaljenost jastreba od zečje rupe u trenutku kada zec stiže do zečje rupe. Također vrijedi:

$$x_{jastreb} = v_x t,$$

$$y_{jastreb} = v_y t. \text{ (1 bod)}$$

Zbog sličnosti trokuta vrijedi:

$$\frac{v_x}{v} = \frac{x_{konačno}}{d}, \frac{v_y}{v} = \frac{y_{konačno}}{d}, \text{ (1 bod)}$$

gdje je $d = 8.5 \text{ m}$ udaljenost jastreba od zečje rupe u trenutku kada zec stiže do zečje rupe.

Uvrštavanjem u drugu jednadžbu dobijemo:

$$v_y t = 60 \text{ m} - d \frac{v_y}{v},$$

$$v_y \cdot 7 \text{ s} = 60 \text{ m} - 8.5 \text{ m} \cdot \frac{v_y}{17 \text{ m/s}},$$

$$v_y = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}. \text{ (1 bod)}$$

Sada možemo izračunati horizontalnu komponentu brzine jastreba:

$$v_x = \sqrt{v^2 - v_y^2} = 15 \text{ m/s}. \text{ (1 bod)}$$

Uvrštavanjem u prvu jednadžbu dobijemo:

$$v_x t = 39 \text{ m} + x_{zec} - d \frac{v_x}{v},$$

$$15 \text{ m/s} \cdot 7 \text{ s} = 39 \text{ m} + x_{zec} - 8.5 \text{ m} \cdot \frac{15 \text{ m/s}}{17 \text{ m/s}},$$

$$x_{zec} = 73.5 \text{ m}. \text{ (2 boda)}$$

Za gibanje zeca možemo napisati jednadžbu:

$$x_{zec} = \frac{vt'}{2} + v(t - t'), \text{ (1 bod)}$$

Gdje je v konačna brzina zeca, t' je vrijeme ubrzanja i t je ukupno vrijeme gibanja zeca. Slijedi:

$$x_{zec} = vt - \frac{vt'}{2} \Rightarrow t' = 2t - \frac{2x_{zec}}{v} = 1.75 \text{ s}. \text{ (1 bod)}$$

5. zadatak (9 bodova)

a) Sa slike vidimo da je metak za vrijeme leta prešao vertikalnu udaljenost od središta mete do mjesta prolaska kroz metu koja iznosi $h_a = 5$ cm. Slijedi da je vrijeme leta metka jednako:

$$h_a = \frac{1}{2}gt_a^2 \Rightarrow$$

$$t_a = \sqrt{\frac{2h_a}{g}},$$

$$t_a = \sqrt{\frac{2 \cdot 0.05 \text{ m}}{10 \text{ m/s}^2}} = 0.1 \text{ s. (2 boda)}$$

U tom vremenu metak prijeđe horizontalnu udaljenost:

$$s_a = vt_a = 239 \text{ m/s} \cdot 0.1 \text{ s} = 23.9 \text{ m. (1 bod)}$$

b) Sa slike zaključujemo da je maksimalna

vertikalna udaljenost koju prijeđe metak za vrijeme leta $h_b = 2.5$ cm **(1 bod)**. Slijedi da je vrijeme leta u ovom slučaju:

$$h_b = \frac{1}{2}gt_b^2 \Rightarrow t_b = \sqrt{\frac{2h_b}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0.025 \text{ m}}{10 \text{ m/s}^2}} = 0.071 \text{ s. (1 bod)}$$

U tom vremenu metak prelazi horizontalnu udaljenost:

$$s_b = vt_b = 16.9 \text{ m. (1 bod)}$$

Čovjek se mora približiti meti za

$$\Delta s = s_a - s_b = 7 \text{ m. (1 bod)}$$

c) Metak za vrijeme leta prelazi jednaku vertikalnu udaljenost prema dolje kao u b) dijelu zadatka, odnosno 2.5 cm. Zbog vjetera metak prelazi udaljenost prema desno:

$$s_a = v_{vjetera}t_b = 0.12 \text{ m} = 12 \text{ cm. (1 bod)}$$

U zadanom koordinatnom sustavu čovjek nišani točku (-12 cm, 2.5 cm). **(1 bod)**

