

Općinsko natjecanje iz fizike 2019/2020
Srednje škole – 1. grupa
Rješenja i smjernice za bodovanje

1. zadatak (10 bodova)

Ukupan prijeđeni put geparda jednak je površini ispod $v(t)$ grafa koju možemo podijeliti u četiri segmenta:

- I. od 0 s do 10 s,
- II. od 10 s do 50 s,
- III. od 50 do 90 s,
- IV. od 90 s do 100 s.

Također primijetimo da su površine I i IV te II i III jednake. Prema tome ukupan prijeđeni put jednak je:

$$s_{ukupno} = 2(s_I + s_{IV})$$

$$s_{ukupno} = 2 \left(\frac{1}{2}(20 \text{ m/s}) \cdot (10 \text{ s}) + (10 \text{ m/s}) \cdot (50 - 10 \text{ s}) + \frac{1}{2}(20 - 10 \text{ m/s}) \cdot (50 - 10 \text{ s}) \right)$$

$$s_{ukupno} = 1400 \text{ m} \quad \text{(3 boda)}$$

Srednja brzina geparda po putu jednaka je:

$$\bar{v} = \frac{s_{ukupno}}{t_{ukupno}} = \frac{1400 \text{ m}}{100 \text{ s}} = 14 \text{ m/s} \quad \text{(2 boda)}$$

Nadalje računamo ubrzanje geparda u pojedinom segmentu gibanja:

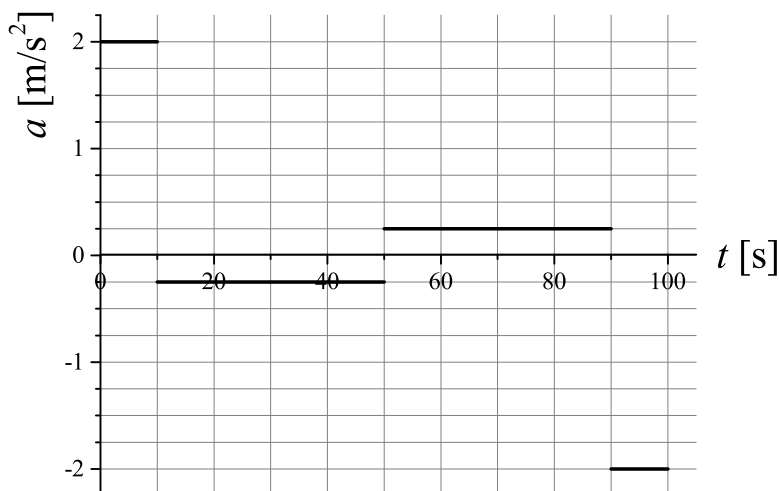
$$a_I = \frac{20 - 0 \text{ m/s}}{10 - 0 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}^2$$

$$a_{II} = \frac{10 - 20 \text{ m/s}}{50 - 10 \text{ s}} = -0.25 \text{ m/s}^2$$

$$a_{III} = \frac{20 - 10 \text{ m/s}}{90 - 50 \text{ s}} = 0.25 \text{ m/s}^2$$

$$a_{IV} = \frac{0 - 20 \text{ m/s}}{100 - 90 \text{ s}} = -2 \text{ m/s}^2 \quad \text{(2 boda)}$$

Graf ovisnosti ubrzanja geparda o vremenu prikazan je na sljedećoj slici. (3 boda)



2. zadatak (10 bodova)

Najprije izračunamo vrijeme potrebno da Ivica dođe do kraja svoje pokretne trake.

$$l = (v_0 + v_I)t, \text{ (1 bod)}$$

gdje je l duljina pokretne trake, v_0 brzina pokretne trake, v_I brzina Ivice i t vrijeme potrebno da dođe do kraja trake. Slijedi:

$$t = \frac{l}{v_0 + v_I} = \frac{80 \text{ m}}{0.5 + 1.1 \text{ m/s}} = 50 \text{ s. (1 bod)}$$

U tom vremenu Marica je prešla put od $s = 70 \text{ m}$. Vrijedi

$$s = (v_0 + v_M)t, \text{ (1 bod)}$$

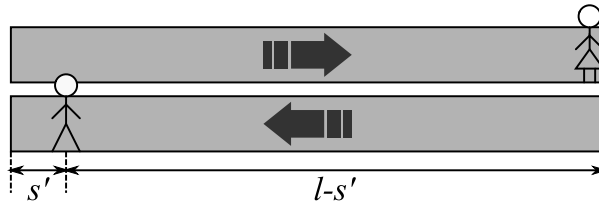
gdje je v_M brzina Marice u odnosu na pokretnu traku. Slijedi da je:

$$v_M = \frac{s}{t} - v_0 = \frac{70 \text{ m}}{50 \text{ s}} - 0.5 \text{ m/s} = 0.9 \text{ m/s. (1 bod)}$$

Od trenutka dolaska Ivice do kraja trake do dolaska Marice do kraja svoje trake prošlo je t' vremena:

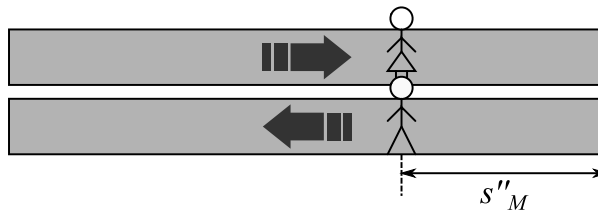
$$10 \text{ m} = (v_0 + v_M)t' \Rightarrow t' = \frac{10 \text{ m}}{1.4 \text{ m/s}} = \frac{50}{7} \text{ s (1 bod)}$$

U tom vremenu Ivica je prešao put s' (položaji Ivice i Marice u trenutku t' prikazani su na sljedećoj slici):



$$s' = (v_I - v_0)t' = (0.6 \text{ m/s}) \cdot \left(\frac{50}{7} \text{ s}\right) = \frac{30}{7} \text{ m (1 bod)}$$

Za trenutak susreta Ivice i Marice vrijedi (položaji Ivice i Marice u ovom trenutku prikazani su na sljedećoj slici):



$$l - s' = (v_I - v_0)t'' + (v_M - v_0)t'' = (v_I + v_M - 2v_0)t''$$

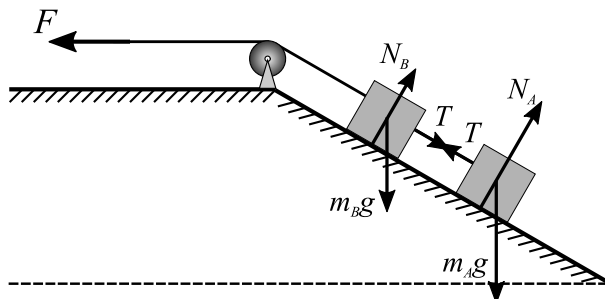
$$\frac{530}{7} \text{ m} = 1 \text{ m/st''} \Rightarrow t'' = \frac{530}{7} \text{ s. (2 boda)}$$

Položaj mimoilaženja označimo kao udaljenost, koju Marica prijeđe po svojoj traci u suprotnom smjeru, koja iznosi:

$$s''_M = (v_M - v_0)t'' = (0.4 \text{ m/s}) \cdot \left(\frac{530}{7} \text{ s}\right) = \frac{212}{7} \text{ m} = 30.3 \text{ m. (2 boda)}$$

3. zadatak (10 bodova)

Na tijelo A djeluju tri sile: gravitacijska sila, sila reakcije podloge i sila napetosti užeta. Na tijelo B djeluju četiri sile: gravitacijska sila, sila reakcije podloge, sila napetosti užeta i sila \vec{F} . Dijagrami sile prikazani su na sljedećoj slici (2 boda):



Tijela A i B gibaju se uz kosinu jednakim ubrzanjem koje je zadano u zadatku. Možemo napisati 2. Newtonov zakon za gibanje tijela u smjeru paralelno kosini:

$$m_A a = T - \frac{1}{2} m_A g \quad (2 \text{ boda})$$

$$m_B a = F - T - \frac{1}{2} m_B g \quad (2 \text{ boda})$$

Zbrajanjem ovih jednadžbi dobijemo:

$$(m_A + m_B) a = F - \frac{1}{2} (m_A + m_B) g$$

Slijedi da je iznos sile \vec{F} jednak:

$$F = (m_A + m_B) \left(a + \frac{1}{2} g \right) = (15 \text{ kg}) \cdot (5.2 \text{ m/s}^2) = 78 \text{ N.} \quad (2 \text{ boda})$$

Silu napetosti užeta, koje povezuje tijela A i B, možemo izračunati iz prve jednadžbe:

$$T = m_A \left(a + \frac{1}{2} g \right) = (10 \text{ kg}) \cdot (5.2 \text{ m/s}^2) = 52 \text{ N.} \quad (2 \text{ boda})$$

4. zadatak (10 bodova)

Neka je T ukupno vrijeme pretjecanja. U tom vremenu automobil prelazi ukupni put:

$$s_A = \frac{v_{A1} + v_{A2}}{2} \cdot \frac{T}{2} + v_{A2} \cdot \frac{T}{2} \quad (1 \text{ bod})$$

U istom vremenu kamion prelazi put:

$$s_K = v_K T \quad (1 \text{ bod})$$

Razlika prijeđenih puteva automobila i kamiona je:

$$s_A - s_K = s_0 + l_K + l_A \quad (2 \text{ boda})$$

$$100 \text{ m} + 18.25 \text{ m} + 4.25 \text{ m} = \frac{v_{A1} + v_{A2}}{2} \cdot \frac{T}{2} + v_{A2} \cdot \frac{T}{2} - v_K T$$

$$122.5 \text{ m} = \left(\frac{1}{4} v_{A1} + \frac{3}{4} v_{A2} - v_K \right) T$$

$$122.5 \text{ m} = (35 \text{ km/h}) T \quad (2 \text{ boda})$$

Slijedi da je vrijeme pretjecanja jednako:

$$T = \frac{122.5 \text{ m}}{35 \cdot \frac{1000}{3600} \text{ m/s}} = 12.6 \text{ s} \quad (1 \text{ bod})$$

Ubrzanje automobila jednako je:

$$a = \frac{v_{A2} - v_{A1}}{\frac{T}{2}}$$

$$a = \frac{20 \cdot \frac{1000}{3600} \text{ m/s}}{6.3 \text{ s}} = 0.88 \text{ m/s}^2. \quad (3 \text{ boda})$$

5. zadatak (10 bodova)

Nakon djelovanja malja blok se giba početnom brzinom v_0 koju odredimo iz zakona očuvanja količine gibanja:

$$F\Delta t = mv_0 \quad \text{(2 boda)}$$

$$v_0 = \frac{F\Delta t}{m} = \frac{560 \text{ N} \cdot 0.05 \text{ s}}{20 \text{ kg}} = 1.4 \text{ m/s}. \quad \text{(1 bod)}$$

Gibanje bloka po horizontalnoj podlozi je jednoliko usporeno jer na blok u horizontalnom smjeru djeluje sila trenja. Ubrzanje odredimo iz 2. Newtonovog zakona:

$$ma = \mu mg \quad \text{(2 boda)}$$

$$a = \mu g = 2.45 \text{ m/s}^2. \quad \text{(1 bod)}$$

Blok do zaustavljanja prijeđe put:

$$s = \frac{v_0^2}{2a} = 0.4 \text{ m} \quad \text{(3 boda)}$$

Zaključujemo da će se blok nakon svakog udarca maljem pomaknuti po horizontalnoj podlozi za 40 cm. Prema tome, da prijeđe ukupan put od 2 metra treba ga udariti

$$s_{ukupno} = n \cdot s \Rightarrow n = \frac{s_{ukupno}}{s} = \frac{2 \text{ m}}{0.4 \text{ m}} = 5 \text{ puta}. \quad \text{(1 bod)}$$