

Općinsko natjecanje iz fizike 2022/2023
Srednje škole – 1. grupa
Rješenja i smjernice za bodovanje

1. zadatak (13 bodova)

Srednju brzinu gibanja autobusa izračunamo iz ukupnog prijeđenog puta i ukupnog vremena gibanja:

$$\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{1000 \text{ m}}{85.5 \text{ s}} = 11.7 \text{ m/s} = 42.1 \text{ km/h. (2 boda)}$$

Gibanje autobusa podijelimo u tri etape: 1) jednoliko ubrzano gibanje, 2) jednoliko gibanje i 3) jednoliko usporeno gibanje. Vrijede sljedeće jednačbe:

$$s_1 + s_2 + s_3 = s = 1 \text{ km, (1 bod)}$$

$$t_1 + t_2 + t_3 = t = 85.5 \text{ s. (1 bod)}$$

U prvu jednačbu uvrstimo izreze za jednoliko ubrzano i jednoliko gibanje:

$$\frac{vt_1}{2} + vt_2 + \frac{vt_3}{2} = s, \text{ (3 boda)}$$

pri čemu je $v = 50 \text{ km/h}$. U jednačbu za ukupno vrijeme uvrstimo zadano $t_1 = 2t_3$:

$$2t_3 + t_2 + t_3 = t. \text{ (1 bod)}$$

Dobivamo dvije jednačbe s dvije nepoznanice koje možemo riješiti:

$$v \left(t_2 + \frac{3t_3}{2} \right) = s,$$

$$t_2 + 3t_3 = t.$$

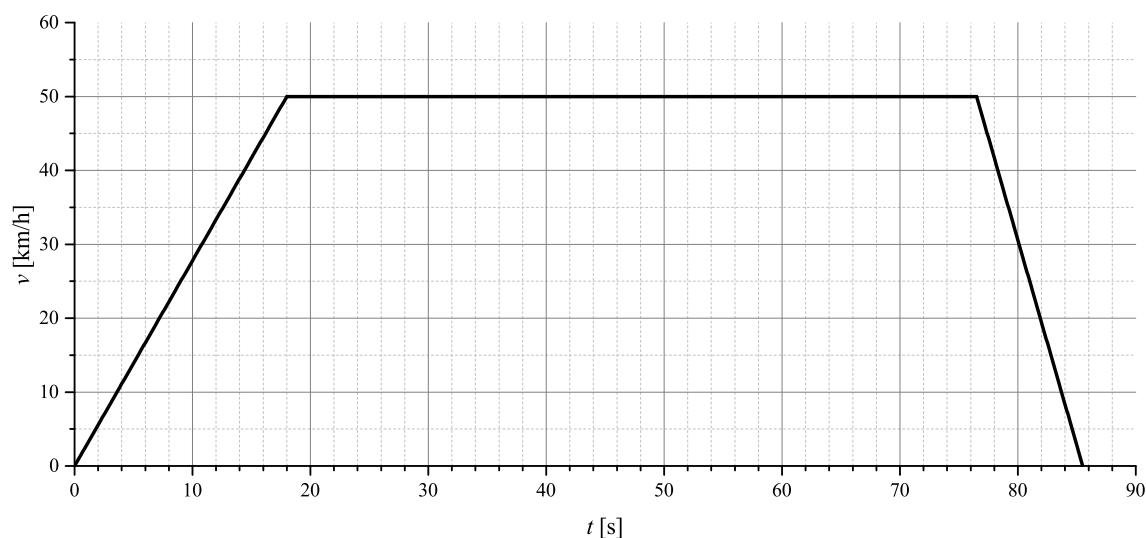
Rješavanjem sustava dobiva se:

$$t_2 = \frac{2s}{v} - t = 58.5 \text{ s, (1 bod)}$$

$$t_3 = \frac{2}{3} \left(t - \frac{s}{v} \right) = 9 \text{ s, (1 bod)}$$

$$t_1 = 2t_3 = 18 \text{ s. (1 bod)}$$

Graf ovisnosti brzine autobusa o vremenu je **(2 boda)**:



2. zadatak (7 bodova)

Neka je L razmak između dvaju stupova. Ako čovjek hoda u smjeru gibanja vlaka, vrijedi sljedeća jednačba:

$$L = (v_{\text{vlak}} + v_{\text{čovjek}}) t_1. \quad (2 \text{ boda})$$

Ako čovjek hoda u suprotnom smjeru od gibanja vlaka, vrijedi sljedeća jednačba:

$$L = (v_{\text{vlak}} - v_{\text{čovjek}}) t_2. \quad (2 \text{ boda})$$

Izjednačimo prethodne dvije jednačbe pa dobivamo izraz za brzinu hoda čovjeka u odnosu na vlak:

$$(v_{\text{vlak}} + v_{\text{čovjek}}) t_1 = (v_{\text{vlak}} - v_{\text{čovjek}}) t_2.$$

$$v_{\text{čovjek}} = \frac{t_2 - t_1}{t_1 + t_2} v_{\text{vlak}} = \frac{3 \text{ s}}{48 \text{ s}} \cdot 16 \text{ m/s} = 1 \text{ m/s}. \quad (2 \text{ boda})$$

Razmak između dvaju stupova dobivamo uvrštavanjem u jednu od dviju početnih jednačba:

$$L = (v_{\text{vlak}} + v_{\text{čovjek}}) t_1 = (16 \text{ m/s} + 1 \text{ m/s}) \cdot 22.5 \text{ s} = 382.5 \text{ m}. \quad (1 \text{ bod})$$

3. zadatak (10 bodova)

Ubrzanje sustava izračunamo iz zadanih podataka o prijeđenom putu utega mase 7 kg.

$$s = \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \cdot 0.25 \text{ m}}{(0.5 \text{ s})^2} = 2 \text{ m/s}^2. \quad (2 \text{ boda})$$

Kako bismo odredili koeficijent trenja između tijela i kosine trebamo napisati 2. Newtonov zakon za gibanje oba tijela:

$$m_1 a = m_1 g - T, \quad (1 \text{ bod})$$

$$m_2 a = T - F_{\parallel} - F_{tr}. \quad (1 \text{ bod})$$

Gravitacijsku silu na tijelo na kosini rastavimo na komponentu paralelnu kosini F_{\parallel} i komponentu okomitu na kosinu F_{\perp} :

$$\frac{F_{\parallel}}{F_{g2}} = \frac{3}{5} \Rightarrow F_{\parallel} = \frac{3}{5} m_2 g, \quad (1 \text{ bod})$$

$$\frac{F_{\perp}}{F_{g2}} = \frac{4}{5} \Rightarrow F_{\perp} = \frac{4}{5} m_1 g. \quad (1 \text{ bod})$$

Sila trenja jednaka je:

$$F_{tr} = \mu F_{\perp} = \mu \frac{4}{5} m_2 g. \quad (1 \text{ bod})$$

Uvrštavanjem u 2. Newtonov zakon dobiva se:

$$m_1 a = m_1 g - T,$$

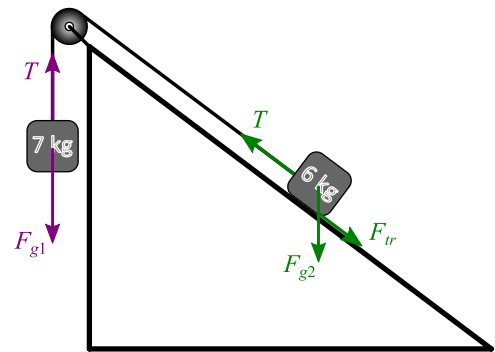
$$m_2 a = T - \frac{3}{5} m_2 g - \mu \frac{4}{5} m_2 g.$$

Zbrajanjem jednačbi dobiva se:

$$(m_1 + m_2) a = m_1 g - \frac{3}{5} m_2 g - \mu \frac{4}{5} m_2 g,$$

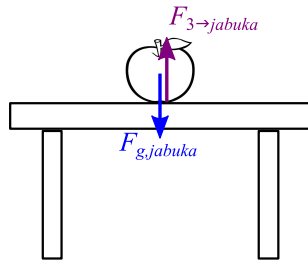
$$\mu = \frac{5 m_1}{4 m_2} - \frac{3}{4} - \frac{5 m_1 a}{4 m_2 g} - \frac{5 a}{4 g},$$

$$\mu = \frac{m_1}{m_2} - 1 = \frac{7}{6} - 1 = 0.167. \quad (3 \text{ boda})$$

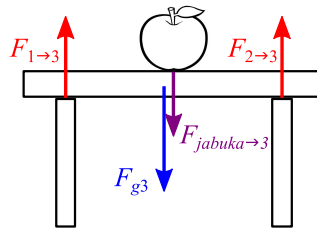


4. zadatak (10 bodova)

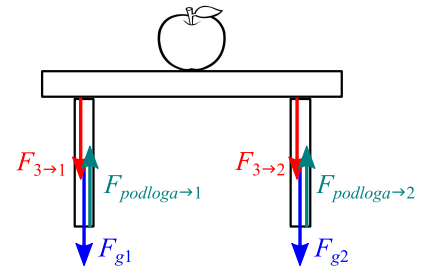
Sve sile koje djeluju na jabuku (2 boda):



Sve sile koje djeluju na knjigu 3 (2 boda):



Sve sile koje djeluju na knjigu 1 (1 bod) i na knjigu 2 (1 bod):



Sve sile koje djeluju na svako pojedino tijelo prikazane su na sljedećim slikama. Dijagram sila je točan ako su nacrtane sve sile, ako nema viška sila i ako su smjerovi svih sila točni. Sustav miruje pa je zbroj svih sila na svako pojedino tijelo jednak 0:

$$F_{g, jabuka} - F_{3 \to jabuka} = 0, \quad (1 \text{ bod})$$

$$F_{g3} + F_{jabuka \to 3} - F_{1 \to 3} - F_{2 \to 3} = 0. \quad (1 \text{ bod})$$

Zbog simetrije problema $F_{1 \to 3} = F_{2 \to 3}$. Zbog 3. Newtonovog zakona vrijedi:

$$F_{3 \to jabuka} = F_{jabuka \to 3}. \quad (1 \text{ bod})$$

Uvrštavanjem se dobiva:

$$F_{1 \to 3} = \frac{1}{2} (F_{g3} + F_{g, jabuka}) = \frac{1}{2} (m_3 + m_{jabuka}) g = 6.25 \text{ N}. \quad (1 \text{ bod})$$

5. zadatak (10 bodova)

Zakon očuvanja količine gibanja za sudar dvaju tijela je:

$$m_1 \vec{v}_1 = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2, \quad (1 \text{ bod})$$

pri čemu je v_1 iznos brzina tijela 1 prije sudara, u_1 je iznos brzine tijela 1 nakon sudara i u_2 je iznos brzine tijela 2 nakon sudara. Nakon sudara tijelo 1 giba se prema lijevo, a tijelo 2 giba se prema desno. Uzimajući u obzir smjerove gibanja tijela i uvrštavanjem $m_2 = 2m_1$ dobiva se:

$$v_1 = -u_1 + 2u_2. \quad (1 \text{ bod})$$

Nakon sudara iznos količine gibanja tijela 2 četiri je puta veći od iznosa količine gibanja tijela 1:

$$m_2 u_2 = 4m_1 u_1. \quad (1 \text{ bod})$$

Uvrštavanjem $m_2 = 2m_1$ za omjere brzina tijela 1 i 2 nakon sudara slijedi:

$$u_2 = 2u_1. \quad (1 \text{ bod})$$

Sada možemo izračunati brzine tijela nakon sudara:

$$v_1 = -u_1 + 4u_2 = 3u_1$$

$$u_1 = \frac{1}{3} v_1 = 4 \text{ cm/s}, \quad (1 \text{ bod})$$

$$u_2 = \frac{2}{3} v_1 = 8 \text{ cm/s}. \quad (1 \text{ bod})$$

Nakon sudara tijela 1 i 2 do dolaska na rub stola tijela prelaze put:

$$L - x = u_1 t', \quad (1 \text{ bod})$$

$$x = u_2 t', \quad (1 \text{ bod})$$

pri čemu je t' vrijeme od sudara do dolaska tijela do ruba stola. Rješavanjem sustava jednadžbi dobiva se:

$$x = \frac{u_2}{u_1 + u_2} L = 120 \text{ cm}. \quad (1 \text{ bod})$$

Ukupno vrijeme gibanja je:

$$t_{ukupno} = t + t' = \frac{L - x}{v_1} + \frac{L - x}{u_1} = \frac{60 \text{ cm}}{12 \text{ cm/s}} + \frac{60 \text{ cm}}{4 \text{ cm/s}} = 20 \text{ s. (1 bod)}$$