ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2010/11 – 8. ožujka 2011.
Srednje škole – 1. skupina
Rješenja i smjernice za bodovanje

Zadatak 1 (10 bodova)

U početnom trenutku površina namotane vrpce jednaka je

$P_1 = R^2\pi - r_0^2\pi$ (1 bod)

Gdje je R polumjer magnetske vrpce, a r_0 polumjer kotačića na koji je namotana vrpca.
Kada se polumjer smanji za četvrtinu početnog, površina je jednaka:

$P_2 = R_1^2\pi - r_0^2\pi$ (1 bod)

gdje je $R_1 = R - R/4 = 3R/4$. Razlika površina je:

$\Delta P = \frac{7}{16}R^2\pi = dvt_1$ (2 boda)

Gdje je d debljina vrpce, a t_1 vrijeme potrebno da se polumjer vrpce smanji za četvrtinu početnog. Iz prethodne jednadžbe možemo izračunati R:

$R = \sqrt{\frac{16}{7\pi}dvt_1} = 2.3\,\mathrm{cm}$ (1 bod)

Za duljinu magnetske vrpce l vrijedi:

$P_1 = R^2\pi - r_0^2\pi = ld$ (1 bod)

$l = \frac{\left(R^2 - r_0^2\right)\pi}{d} = 80.1\,\mathrm{m}$ (1 bod)

Vrijeme potrebno da se cijela vrpca premota jednako je:

$t = \frac{l}{v} = 28\,\mathrm{min}$ (1 bod)

S obzirom da je brzina vrpce stalna, vrijedi jednakost:

$\omega_L R = \omega_D r_0$ (1 bod)

Prema tome, omjer kutnih brzina jednak je:

$\frac{\omega_L}{\omega_D} = \frac{r_0}{R} = \frac{1.1}{2.3} = 0.48$ (1 bod)

Zadatak 2 (10 bodova)

Ovisnost puta o vremenu za gibanje Marka, odnosno autobusa dana je jednadžbama:

$x_M(t) = v_M t$ (1 bod)

$x_{bus}(t) = x_0 + \frac{1}{2}at^2$ (1 bod)

U trenutku kada Marko sustigne autobus, vrijedi:

$x_M(t) = x_{bus}(t)$ (1 bod)

Dobivamo sljedeću jednadžbu:

$t^2 - 10t + 21 = 0$

$(t-3)(t-7) = 0$ (1 bod)

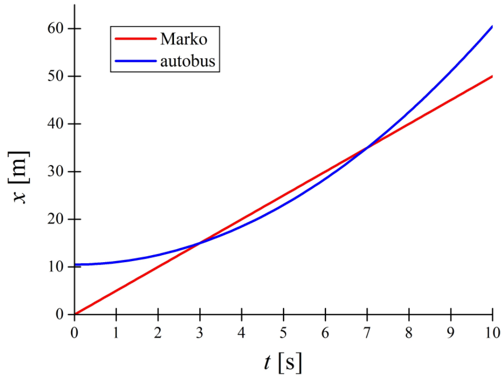
Marko će sustići autobus u $t = 3$ s. (1 bod)

Brzina autobusa u $t = 3$ s iznosi:

$v_{bus} = at = 3\,\mathrm{m/s^2}$ (1 bod)

Udaljenost od stanice koju prijeđe autobus je:

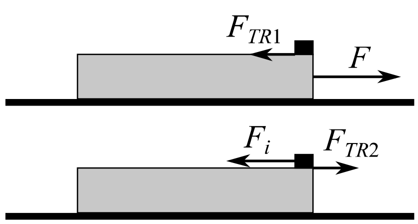
$\Delta x_{bus} = \frac{1}{2}at^2 = 4.5\,\mathrm{m}$ (1 bod)



(2 boda)

Jednadžba iz a) dijela zadatka ima dva rješenja: $t_1 = 3\,\text{s}$ i $t_2 = 7\,\text{s}$. Također, iz grafa se može vidjeti da se Marko i autobus dva puta nalaze na istom mjestu. Prvi put kada se nađu na istom mjestu (u t_1), Marko je sustigao autobus. Nakon toga Marko nastavlja trčati stalnom brzinom i prestiže autobus. Autobus se i dalje giba ubrzano te u trenutku t_2 sustiže Marka. Nakon trenutka t_2 autobus prestiže Marka i oni se više ne mogu naći na istom mjestu. (1 bod)

Zadatak 3 (10 bodova)



Na veliki kvadar u horizontalnom smjeru djeluje sila F i sila trenja:

$m_1 a_1 = F - F_{TR1}$ (2 boda)

Na mali kvadar u sustavu velikog kvadra djeluje sila trenja i inercijalna sila:

$m_2 a_2 = F_i - F_{TR2}$ (2 boda)

$F_i = m_2 a_1$ (1 bod)

$F_{TR2} = \mu m_2 g = F_{TR1}$ (1 bod)

Iz prve jednadžbe nađemo ubrzanje a_1, uvrstimo u drugu jednadžbu pa dobijemo:

$$a_2 = \frac{1}{m_1}\left[F - \mu g\left(m_1 + m_2\right)\right] = 0.34\ \text{m/s}^2$$ (2 boda)

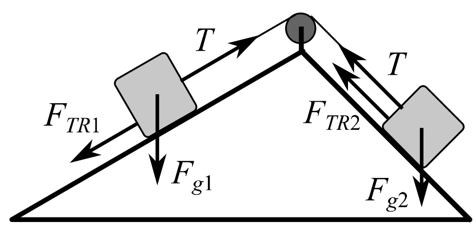
Prema tome, mali kvadar giba se ubrzanjem a_2 u sustavu velikog kvadra. Vrijeme potrebno da dođe do lijevog ruba velikog kvadra je:

$$l = \frac{1}{2}a_2 t^2 \;\Rightarrow\; t = \sqrt{\frac{2l}{a_2}} = 2.4\ \text{s}$$ (2 boda)

Zadatak 4 (10 bodova)

Na tijela djeluju sile prikazane na slici (uz pretpostavku da se tijelo m_1 giba uz kosinu, a tijelo m_2 niz kosinu).

(2 boda)



Drugi Newtonov zakon po komponentama za oba tijela:

$m_1 a = T - m_1 g \frac{1}{2} - F_{TR1}$

$0 = m_1 g \frac{\sqrt{3}}{2} - N_1$

$m_2 a = m_2 g \frac{1}{\sqrt{2}} - T - F_{TR2}$

$0 = m_2 g \frac{1}{\sqrt{2}} - N_2$ (4 boda)

$F_{TR1} = \mu N_1$, $F_{TR2} = \mu N_2$ (1 bod)

Rješavanjem sustava dobije se:

$(m_1 + m_2)a = g\left(-m_1 \frac{1}{2} + m_2 \frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \mu g\left(m_1 \frac{\sqrt{3}}{2} + m_2 \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$ (2 boda)

$a = \frac{g}{3}\left[\sqrt{2} - \frac{1}{2} - \mu\left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \sqrt{2}\right)\right] = 2.24 \text{ m/s}^2$ (1 bod)

Zadatak 5 (10 bodova)

Za spuštanje kvadra po lijevom klinu vrijedi zakon očuvanja energije i zakon očuvanja količine gibanja:

$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}MV^2$ (1 bod)

$0 = mv - MV$ (1 bod)

gdje je v brzina kvadra na dnu lijevog klina, a V brzina lijevog klina. Slijedi:

$V = \frac{1}{20}v$ (1 bod)

$v^2 = \frac{40}{21}gh$ (1 bod)

U trenutku prelaska na desni klin kvadar se giba brzinom v prema desno, a drugi klin miruje. U trenutku u kojem će se kvadar zaustaviti na desnom klinu tj. kada postigne maksimalnu visinu, desni klin i kvadar se gibaju prema desno brzinom V'. Vrijede zakoni očuvanja energije i količine gibanja:

$\frac{1}{2}mv^2 = mgh' + \frac{1}{2}(m + M)V'^2$ (1 bod)

$mv = (m + M)V'$ (1 bod)

Slijedi:

$V' = \frac{1}{21}v$ (1 bod)

$h' = \frac{10}{21}\frac{v^2}{g} = \left(\frac{20}{21}\right)^2 h$ (2 boda)

Pa je traženi omjer visina:

$\frac{h'}{h} = \left(\frac{20}{21}\right)^2 = 0.907$ (1 bod)