

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2015/2016

Srednje škole – 1. grupa

Rješenja i smjernice za bodovanje

Zadatak 1 (9 bodova)

Neka je početni trenutak $t = 0$ trenutak u kojem kornjača kreće sa starta. Da prijeđe 100 m danom brzinom, kornjači treba vremena:

$$t_{\text{kornjaca}} = \frac{s}{v_{\text{kornjaca}}} = \frac{100 \text{ m}}{0.05 \text{ m/s}} = 2000 \text{ s} \quad (2 \text{ boda})$$

Zec ubzava ubrzanjem:

$$a_{\text{zec}} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10 \text{ m/s}}{5 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}^2 \quad (1 \text{ bod})$$

i pritom prijeđe put:

$$s_1 = \frac{1}{2} a_{\text{zec}} (\Delta t)^2 = \frac{1}{2} (2 \text{ m/s}^2) (5 \text{ s})^2 = 25 \text{ m} \quad (1 \text{ bod})$$

Za preostalih 100 m – 25 m = 75 m zecu je potrebno:

$$t_2 = \frac{s_2}{v_{\text{zec}}} = \frac{75 \text{ m}}{10 \text{ m/s}} = 7.5 \text{ s} \quad (2 \text{ boda})$$

Prema tome, ukupno vrijeme od početnog trenutka do dolaska na cilj za zeca jednako je:

$$t_{\text{zec}} = 33 \cdot 60 \text{ s} + 5 \text{ s} + 7.5 \text{ s} = 1992.5 \text{ s} \quad (1 \text{ bod})$$

Zec će doći prije na cilj. (1 bod)

Udaljenost između zeca i kornjače u trenutku dolaska zeca na cilj iznosi:

$$\Delta s = 100 \text{ m} - (0.05 \text{ m/s})(1992.5 \text{ s}) = 37.5 \text{ cm} \quad (1 \text{ bod})$$

Zadatak 2 (9 bodova)

a) Frekvencija kružnog gibanja kruga iznosi $1500 \text{ min}^{-1} = 1500/60 \text{ s}^{-1} = 25 \text{ s}^{-1}$. Prema tome, radi tromosti oka na kontinuiranom svjetlu vidjet ćemo u potpunosti crni krug. (2 boda)

b) Za vrijeme trajanja jednog bljeska kružni isječak zakrene se za kut:

$$\Delta \Phi = \omega t = 2\pi f t = 2\pi (25 \text{ s}^{-1}) (0.003 \text{ s}) = 0.15\pi \text{ rad} = 27^\circ \quad (2 \text{ boda})$$

Zbog tromosti oka vidjet ćemo crni kružni isječak središnjeg kuta $40^\circ + 27^\circ = 67^\circ$. (1 bod)

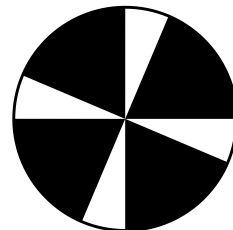
Period bljeskalice iznosi:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{100 \text{ s}^{-1}} = 0.01 \text{ s} \quad (1 \text{ bod})$$

U tom vremenu kružni isječak se zakrene za kut:

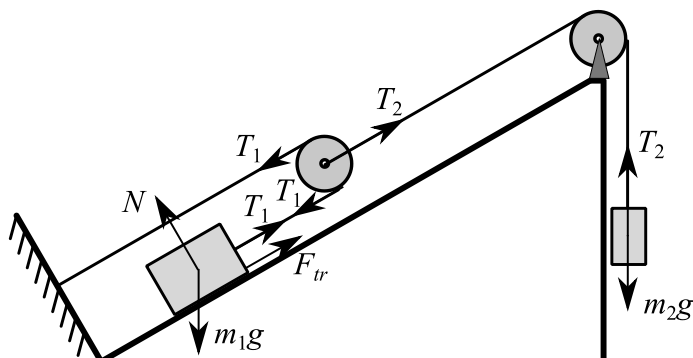
$$\Delta \Theta = \omega T = 2\pi f T = 2\pi (25 \text{ s}^{-1}) (0.01 \text{ s}) = 0.5\pi \text{ rad} = 90^\circ \quad (1 \text{ bod})$$

U jednom periodu okretanja kruga bljeskalica će se uključiti četiri puta, svaki put čovjek će vidjeti kružni isječak središnjeg kuta 67° koji su međusobno zakrenuti za 90° . Zbog tromosti oka čovjek će vidjeti četiri stacionarna kružna isječka kao što je prikazano na slici. (2 boda)



Zadatak 3 (11 bodova)

Pretpostavimo da se tijelo na kosini giba niz kosinu. U tom slučaju se tijelo, koje visi preko koloture, giba prema gore. Tada na sustav djeluju sile prikazane na slici:



Jednadžbe gibanja za tijelo na kosini:

$$m_1 a_1 = \frac{1}{2} m_1 g - T_1 - F_{tr}, \quad 0 = N - \frac{\sqrt{3}}{2} m_1 g \quad (3 \text{ boda})$$

Sila trenja jednaka je:

$$F_{tr} = \mu N = \mu \frac{\sqrt{3}}{2} m_1 g \quad (1 \text{ bod})$$

Jednadžba gibanja za tijelo koje visi preko koloture:

$$m_2 a_2 = T_2 - m_2 g \quad (1 \text{ bod})$$

Također vrijedi:

$$T_2 = 2T_1 \quad (1 \text{ bod})$$

Ako se tijelo, koje visi preko koloture, pomakne za s , u istom vremenskom intervalu tijelo na kosini će se pomaknuti za $2s$. Prema tome, za njihova ubrzanja vrijedi:

$$a_1 = 2a_2 \quad (1 \text{ bod})$$

Uvrštavanjem dobije se sustav:

$$2m_1 a_2 = \frac{1}{2} m_1 g - T_1 - \mu \frac{\sqrt{3}}{2} m_1 g$$

$$m_2 a_2 = 2T_1 - m_2 g$$

Rješavanjem se dobije:

$$(4m_1 + m_2) a_2 = (m_1 - m_2 - \mu\sqrt{3}m_1) g$$

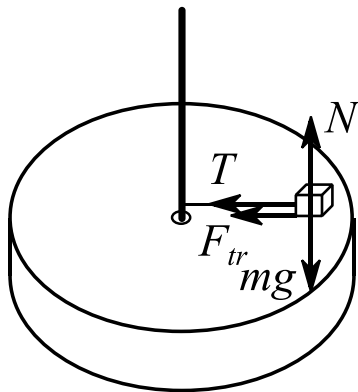
$$a_2 = g \frac{m_1 - m_2 - \mu\sqrt{3}m_1}{4m_1 + m_2} = 0.524 \text{ m/s}^2, \text{ prema gore } (a_2 = 0.534 \text{ m/s}^2 \text{ uz } g = 10 \text{ m/s}^2) \quad (3 \text{ boda})$$

– 2 boda za rješavanje sustava jednadžbi + 1 bod za točno rješenje)

$$a_1 = 2a_2 = 1.048 \text{ m/s}^2, \text{ niz kosinu } (a_2 = 1.068 \text{ m/s}^2 \text{ uz } g = 10 \text{ m/s}^2) \quad (1 \text{ bod})$$

Napomena: Ako učenik/ca pretpostavi da se tijelo na kosini giba uz kosinu, a time i da se tijelo, koje visi preko koloture, giba prema dolje, uz točno postavljene jednadžbe gibanja i točne omjere napetosti užeta $T_2 = 2T_1$ i točne omjere ubrzanja $a_1 = 2a_2$, dobit će za ubrzanja pojedinih tijela: $a_1 = -3.313 \text{ m/s}^2$ i $a_2 = -1.656 \text{ m/s}^2$. Ako nakon toga slijedi odgovor da su iznosi ubrzanja jednaki apsolutnim vrijednostima dobivenih brojeva, a smjer suprotan od pretpostavljenog, to je pogrešno (treba ponovo napisati jednadžbe gibanja jer smjer sile trenja ovisi o smjeru gibanja, dok kod ostalih sila to nije slučaj). U tom slučaju dodileliti 7 bodova za zadatak: 5 bodova, ako su jednadžbe gibanja točno napisane (u skladu s pretpostavkom o smjeru gibanja), 1 bod za omjer sila napetosti užeta $T_2 = 2T_1$ i 1 bod za omjer ubrzanja $a_1 = 2a_2$.

Zadatak 4 (10 bodova)



U sustavu mirnog promatrača, koji se nalazi pored kružne ploče, na malo tijelo djeluju sile prikazane na slici: težina mg , reakcija podloge N , napetost niti T i sila trenja F_{tr} . **(3 boda)**

Napomene: ako je na skici nacrtana još neka sila osim ove četiri npr. centripetalna ili centrifugalna sila, broj bodova za ovaj dio zadatka je 0. Ako su nacrtane samo T i F_{tr} , a nedostaju mg i N , dodijeliti 1 bod. Svi drugi slučajevi se ne boduju, odnosno broj bodova je 0.

Ukupna sila na tijelo jednaka je centripetalnoj sili:

$$F_{cp} = T + F_{tr} \text{ (2 boda)}$$

Sila trenja jednaka je:

$$F_{tr} = \mu N = \mu mg \text{ (1 bod)}$$

Maksimalna brzina rotacije ploče odgovara maksimalnoj napetosti niti:

$$\frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r = T + \mu mg \text{ (2 boda)}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{T + \mu mg}{mr}} = 12.45 \text{ s}^{-1} \text{ (2 boda)}$$

Zadatak 5 (11 bodova)

Radi simetrije problema dvije mirujuće kuglice nakon sudara imaju jednaku brzinu (po iznosu), a smjer brzine je u smjeru spojnice središta pojedine kuglice sa središtem kuglice koja nalijeće, odnosno smjer brzine obje kuglice zatvara kut od 30° sa smjerom početne brzine kuglice (vidi sliku). **(1 bod)**

Zakon očuvanja količine gibanja za ovaj sudar glasi (komponenta u smjeru početne brzine kuglice):

$$mv = mv' + mu_x + mu_x \text{ (1 bod)}$$

$$v = v' + 2u_x$$

Također vrijedi:

$$u_x = \frac{\sqrt{3}}{2} u \text{ (1 bod)}$$

Zakon očuvanja energije glasi:

$$\frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} mv'^2 + \frac{1}{2} mu^2 + \frac{1}{2} mu^2 \text{ (1 bod)}$$

$$v^2 = v'^2 + 2u^2$$

Iz zakona očuvanja količine gibanja slijedi:

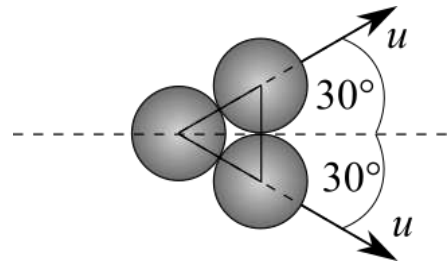
$$v = v' + \sqrt{3}u \Rightarrow v' = v - \sqrt{3}u$$

Uvrštavanjem u zakon očuvanja energije:

$$v^2 = v^2 - 2\sqrt{3}vu + 3u^2 + 2u^2$$

$$0 = u(5u - 2\sqrt{3}v)$$

Rješavanje sustava jednačbi: **(2 boda)**



$$u = \frac{2\sqrt{3}}{5} v = 1.39 \text{ cm/s} \quad (1 \text{ bod})$$

$$v' = v - \sqrt{3} \frac{2\sqrt{3}}{5} v = -\frac{1}{5} v = -0.4 \text{ cm/s}, \text{ predznak minus znači da se kuglica giba u suprotnom smjeru od početnog.} \quad (2 \text{ boda})$$

Kuglice nakon sudara u okomitom smjeru prijeđu put:

$$y = u_y t = \frac{1}{2} u t = \frac{\sqrt{3}}{5} v t = 6.93 \text{ cm} \quad (1 \text{ bod})$$

Dakle, njihova udaljenost iznosi:

$$2 \cdot 6.93 \text{ cm} + 2 \text{ cm} = 15.86 \text{ cm} \quad (1 \text{ bod})$$