

Međuispit iz Fizike 1 (29. travnja 2015.)

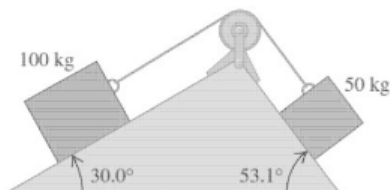
Uputa: Odgovore u zadacima 1.1–1.7 treba zaokružiti *na ovom papiru* i potpisati se na njega. Zadaci 1.1–1.7 nose po jedan bod.

- 1.1 Pri kosom hicu materijalna točka se giba po paraboli. Pri tome vrijedi (zaokruži dvije istinite tvrdnje):
- (a) Vektor centripetalne akceleracije je u svakoj točki okomit na vektor ukupne akceleracije.
 - (b) U najvišoj točki putanje centripetalna akceleracija je i po iznosu i po smjeru jednaka akceleraciji slobodnog pada. **(točno)**
 - (c) Vektori centripetalne i tangencijalne akceleracije uvijek su po iznosu različiti ali pokazuju u istom smjeru.
 - (d) U trenutku udara o tlo tangencijalna akceleracija jednaka je nuli.
 - (e) Vektor tangencijalne akceleracije uvijek je okomit na vektor centripetalne akceleracije. **(točno)**
- 1.2 Čestica se giba duž kružne putanje pri čemu se iznos njene brzine povećava. Akceleraciju te čestice rastavljamo na tangencijalnu i na centripetalnu akceleraciju. (Zaokruži jednu istinitu tvrdnju.)
- (a) Tangencijalna akceleracija čestice jednaka je nuli.
 - (b) Centripetalna akceleracija čestice jednaka je nuli.
 - (c) Tangencijalna akceleracija usmjerena je prema središtu kružnice.
 - (d) Centripetalna akceleracija ima smjer suprotan smjeru brzine.
 - (e) Tangencijalna akceleracija ima isti smjer kao i brzina čestice. **(točno)**
- 1.3 Teorem o radu i kinetičkoj energiji glasi: "Rad koji sila \vec{F} obavi na čestici u nekom intervalu vremena jednak je promjeni kinetičke energije čestice." (Zaokruži jednu istinitu tvrdnju.)
- (a) Teorem vrijedi samo ako osim sile \vec{F} na česticu ne djeluju druge sile (odn. njihov zbroj je nula). **(točno)**
 - (b) Teorem vrijedi neovisno o tome djeluju li na česticu i druge sile osim sile \vec{F} ili ne.
 - (c) Teorem vrijedi samo ako je čestica početno mirovala.
 - (d) Teorem vrijedi samo ako se radi o pravocrtnom gibanju čestice.
 - (e) Teorem vrijedi samo za konstantnu silu (silu stalnog smjera i iznosa).
- 1.4 Koja od sljedećih tvrdnji *ne vrijedi* ukoliko je sila koja djeluje na materijalnu točku konzervativna? (Zaokruži jednu tvrdnju.)
- (a) Rad po zatvorenom putu je nula.
 - (b) Sila ovisi o položaju materijalne točke.
 - (c) Rad na putanji materijalne točke od položaja 1 do položaja 2 jednak je razlici potencijalne energije materijalne točke u položaju 1 i potencijalne energije materijalne točke u položaju 2 ($W_{12} = U_1 - U_2$).
 - (d) Količina gibanja materijalne točke se ne mijenja. **(točno)**
 - (e) Ukupna energija materijalne točke je sačuvana.

- 1.5 Čelična kuglica pada s visine H na vodoravnu podlogu od koje se odbija. Ako je najveća visina koju kuglica nakon toga postiže $H' = \frac{1}{2}H$, koeficijent restitucije iznosi (zaokruži jednu istinitu tvrdnju):
- (a) $k = \frac{1}{4}$
 - (b) $k = \frac{1}{2}$
 - (c) $k = \frac{1}{\sqrt{2}}$ **(točno)**
 - (d) $k = 1$
 - (e) ne može se odrediti.
- 1.6 Koja od sljedećih tvrdnji *ne vrijedi* u teoriji sudara dvaju sitnih tijela (zaokružite jednu tvrdnju)?
- (a) Zanemaruju se vanjske sile za vrijeme sudara.
 - (b) Djeluje vanjska električna ili magnetska sila za vrijeme trajanja sudara. **(točno)**
 - (c) Nakon i daleko od mjesta sudara, na sitno tijelo može djelovati električna ili magnetska sila (npr. u detektoru).
 - (d) Tijekom sudara djeluju samo sile prema trećem Newtonovu aksiomu.
 - (e) Promjena kinetičke energije u sudaru definira se kao $Q = E'_{\text{kin.}} - E_{\text{kin.}}$.
- 1.7 Rad u vrtnji krutog tijela oko nepomične osi obavlja (zaokruži jednu istinitu tvrdnju):
- (a) Moment unutrašnje sile s obzirom na os vrtnje.
 - (b) Vanjska sila koja svojim iznosom djeluje na tijelo.
 - (c) Unutrašnje sile između sitnih tijela (materijalna točka) koja djeluju jedno na drugo.
 - (d) Moment vanjske sile s obzirom na os vrtnje. **(točno)**
 - (e) Ništa od navedenog nije točno.

Računski zadaci:

- Z1 Kosina ima dva dijela: lijevi dio ima nagib 30° , dok desni dio ima nagib 53.1° . Na lijevom dijelu se nalazi tijelo mase 100 kg, a na desnom tijelo mase 50 kg. Tijela su povezana užetom koje je prebačeno preko koloture zanemarive mase. Nema trenja između tijela i podloge, kao ni u koloturi. Kada se sustav otpusti iz mirovanja, kolika je napetost užeta? (6 bodova)

**Rješenje:**

$$m_1 g \sin \theta_1 - T = m_1 a$$

$$T - m_2 g \sin \theta_2 = m_2 a$$

$$T = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} (\sin \theta_1 + \sin \theta_2) g$$

$$T = \frac{100 \cdot 50}{150} (\sin 30,0^\circ + \sin 53,1^\circ) \cdot 9,81 \text{ N} = 425 \text{ N}$$

- Z2 Tijelo klizi brzinom 4.5 m s^{-1} po horizontalnoj podlozi. U točki P blok naiđe na hrapavu površinu. Na hrapavoj površini koeficijent trenja se mijenja linearno tako da u točki P on ima vrijednost 0.1, a u točki udaljenoj 12.5 m od točke P on ima vrijednost 0.6. Koliku udaljenost će tijelo prijeći po hrapavom dijelu podloge do svog zaustavljanja? (6 bodova)

Rješenje:

$$\mu(x) = 0,040x + 0,100$$

$$W_{tr} = mg \int_0^{x_z} \mu(x) dx = mg \int_0^{x_z} (0,040x + 0,100) dx = mg (0,020 x_z^2 + 0,100 x_z)$$

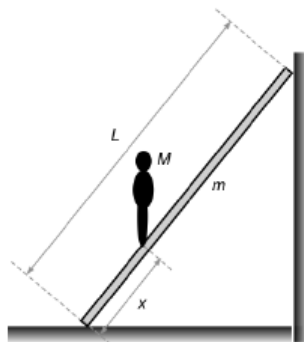
$$\frac{m v^2}{2} = mg (0,020 x_z^2 + 0,100 x_z)$$

$$x_z^2 + 5 x_z - 51,606 = 0$$

$$(x_z)_{1,2} = \frac{-5 \pm \sqrt{25 + 4 \cdot 51,606}}{2} \text{ m} = \frac{-5 \pm 15,213}{2} \text{ m}$$

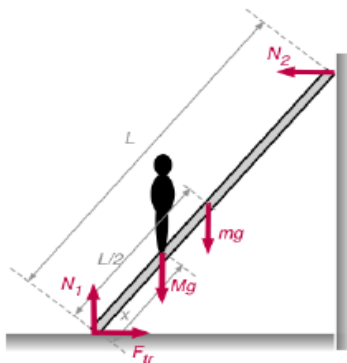
$$x^z = 5,11 \text{ m}$$

- Z3 Homogene ljestve mase m i duljine L naslonjene su na tlo i na zid, tako da čine kut od 75° sa tlom. Koeficijent trenja između tla i ljestava iznosi 0.2, a između zida i ljestava trenje je zanemarivo. Na koji dio duljine ljestava x/L se čovjek mase $M = 3m$ može popeti prije nego što ljestve počnu proklizavati? (6 bodova)



Rješenje:

Za sile označene na slici, pišemo uvjete statičke ravnoteže.



$$N_1 - (m + M)g = 0 ,$$

$$N_2 - F_{tr} = 0 ,$$

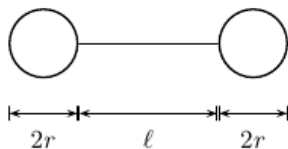
$$Mg \cos \alpha \cdot x + mg \cos \alpha \cdot \frac{L}{2} - N_2 \sin \alpha = 0 .$$

Rješavanjem sustava gornje tri jednadžbe dobivamo izraz za udaljenost x/L :

$$\frac{x}{L} = \tan \alpha \cdot \mu_1 \cdot \left(\frac{m}{M} + 1 \right) - \frac{m}{2M} .$$

Za zadane brojeve $x/L = 0.828$.

- Z4 Na horizontalno položeni homogeni štap duljine $\ell = 0.4 \text{ m}$ i mase $m_1 = 1 \text{ kg}$ pričvršćene su na oba kraja dvije identične homogene kugle polumjera $r = 0.05 \text{ m}$ i mase $m_2 = 4 \text{ kg}$ tako da središta kugala leže na horizontalnoj osi simetrije štapa. Takav objekt može rotirati oko vertikalne osi koja prolazi kroz njegov centar mase. Za koliko vremena će se taj objekt zaustaviti ako u početnom trenutku rotira s 600 okretaja u minuti i ako moment sile koja zaustavlja taj objekt iznosi $M = 1.5 \text{ N m}$? (6 bodova)



Rješenje:

$$\begin{aligned} f &= 10 \text{ Hz} \\ l &= 0,4 \text{ m} \\ m_1 &= 1 \text{ kg} \\ m_2 &= 4 \text{ kg} \\ r &= 0,05 \text{ m} \\ M &= 1,5 \text{ Nm} \end{aligned}$$

$$t_z = ?$$

Objekt rotira s konstantnom kutnom deceleracijom α , tako da se kutna brzina rotacije ω mijenja po formuli

$$\omega = \omega_0 - \alpha \cdot t.$$

U trenutku zaustavljanja je kutna brzina jednaka nuli pa dobivamo

$$t_z = \omega_0 / \alpha \text{ a kako je } \omega_0 = 2\pi \cdot f \text{ dobivamo}$$

$$t_z = 2\pi \cdot f / \alpha$$

Iz jednadžbe gibanja krutog tijela dobivamo $\alpha = M/I$ a moment tromosti I dobijemo

$$I = I_{\text{štap}} + 2 \cdot I_{\text{kugla}}$$

$$I_{\text{štap}} = m_1 \cdot l^2 / 12 \text{ a za kuglu koristimo Steinerov stavak i dobivamo}$$

$$I_{\text{kugla}} = I_{\text{kuglaCM}} + m_2 \cdot (r + l/2)^2$$

Uvrštavanjem navedenih relacija u formulu za α a zatim i t_z konačno dobivamo

$$t_z = (2\pi f / M) \cdot \{m_1 l^2 / 12 + 2 \cdot [2m_2 r^2 / 5 + m_2 \cdot (r + l/2)^2]\}$$

Uvrštavanjem zadanih veličina u gornji izraz dobivamo $t_z = 21,84 \text{ s}$