

Rješenja zadataka međuispita iz Fizike 1
petak, 21. 04. 2017.

Teorijska pitanja

1.1 Kamion se vozi brzinom od 10 m/s. Paket ispadne iz kamiona. Zanemarujući otpor zraka, kad paket udari u tlo, njegova horizontalna brzina će biti (zaokružite točnu tvrdnju):

(1 bod)

- a) 0 m/s.
- b) 10 m/s.
- c) 20 m/s.
- d) ovisna o visina kamiona.
- e) ovisna o težini paketa.

(Točan odgovor je b.)

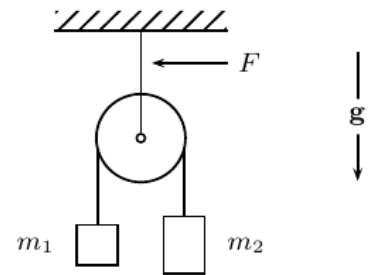
1.2 Sustav na slici se slobodno giba pod utjecajem sile teže. Masa m_2 je veća od mase m_1 , a masa koloture i sile otpora su zanemarive

Označimo li s T napetost niti na kojoj visi kolotura, koja od sljedećih tvrdnji je istinita? (Zaokružite točnu tvrdnju):

(1 bod)

- a) $T > (m_1 + m_2)g$
- b) $T = (m_1 + m_2)g$
- c) $T < (m_1 + m_2)g$
- d) $T = (m_2 - m_1)g$
- e) T ovisi o smjeru vrtnje koloture

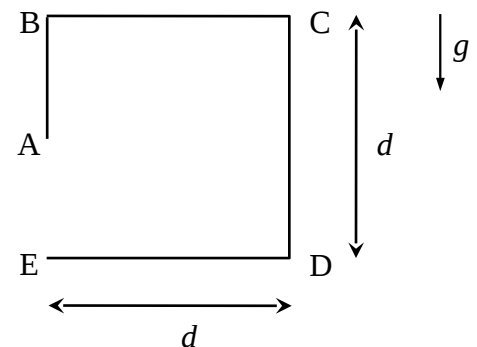
(Točan odgovor je c.)



1.3 Osoba premješta uteg mase m iz točke A u točku E po putanji prikazanoj na slici (A-B-C-D-E). Koliki rad pritom izvrši gravitacijska sila na uteg? (Zaokružite točnu tvrdnju):

(1 bod)

- a) 0
- b) $-\frac{1}{2} mgd$
- c) $\frac{1}{2} mgd$
- d) $-\frac{3}{2} mgd$
- e) $\frac{3}{2} mgd$

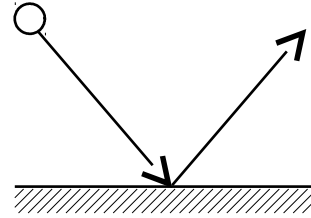


(Točan odgovor je c.)

1.4 Loptica se odbije od poda kao što je prikazano na slici. Koji su smjer i orijentacija promjene količine gibanja $\Delta \vec{p}$? (Zaokružite točnu tvrdnju):

(1 bod)

- a) \uparrow
- b) \downarrow
- c) \rightarrow
- d) \leftarrow
- e) \nearrow



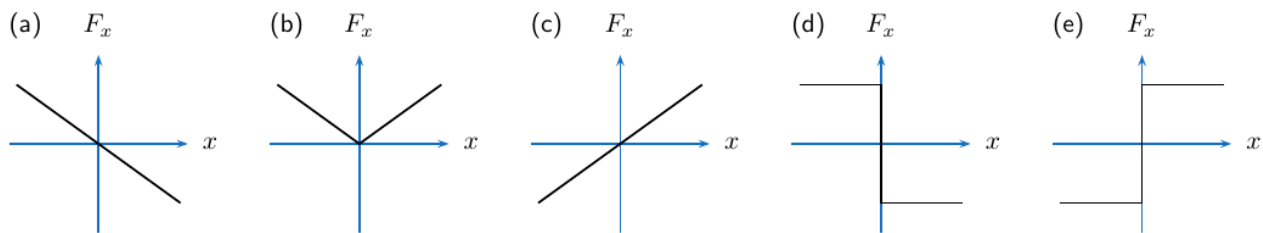
(Točan odgovor je a.)

1.5 Ako je potencijalna energija čestice koja se giba duž x -osi dana izrazom

$$U(x) = \alpha |x|,$$

gdje je $\alpha > 0$, koji od navedenih grafova najbolje prikazuje x -komponentu sile koja djeluje na česticu? (zaokružite točan graf):

(1 bod)



(Točan odgovor je d.)

1.6 Kruto tijelo na koje u trima različitim točkama (hvatištima) djeluju vanjske sile nalazi se u stanju statičke ravnoteže. Možemo zaključiti sljedeće (zaokružite točnu tvrdnju):

(1 bod)

- a) Opisana situacija nije moguća.
- b) Točke u kojima sile djeluju leže na istom pravcu.
- c) Sile su istog iznosa.
- d) Smjerovi sila su međusobno paralelni.
- e) Ništa od navedenog.

(Točan odgovor je e.)

1.7 Sila $\vec{F} = (1\hat{i} + 3\hat{j})N$ djeluje na tijelo u točki koja se nalazi na položaju $\vec{r} = (5\hat{i})m$. Koliki je moment sile u odnosu na ishodište? (Zaokružite točnu tvrdnju.)

(1 bod)

- a) $(-15\hat{k})Nm$
- b) $(5\hat{i} + 15\hat{k})Nm$
- c) $(5\hat{i} + 3\hat{j})Nm$
- d) $(15\hat{k})Nm$
- e) $(6\hat{i} + 3\hat{j})Nm$

(Točan odgovor je d).)

1.8 Dva diska jednakih masa, ali različitih polumjera ($R_2 = 2 R_1$) zarotiraju se iz stanja mirovanja do jednakih kutnih brzina. Odnos radova potrebnih za rotaciju je (zaokružite točnu tvrdnju:)

(1 bod)

- a) $W_1 = W_2$
- b) $W_1 = 0,5 W_2$
- c) $W_1 = 4 W_2$
- d) $W_1 = 0,25 W_2$
- e) ne može se odrediti jer ima premalo podataka

(Točan odgovor je d).)

1.9 Kada je sitno tijelo bačeno tako da opisuje kosi hitac, tada je (zaokružite točnu tvrdnju):

(1 bod)

- a) njegova tangencijalna akceleracija uvijek jednaka nuli;
- b) njegova tangencijalna akceleracija uvijek jednaka akceleraciji sile teže;
- c) njegova tangencijalna akceleracija uvijek okomita na ukupnu akceleraciju;
- d) njegova radijalna (centripetalna) akceleracija uvijek u smjeru akceleracije sile teže;
- e) njegova radijalna (centripetalna) akceleracija samo u jednom trenutku jednaka akceleraciji sile teže.

(Točan odgovor je e).)

1.10 Pri razmatranju statičke ravnoteže krutog tijela, uvjet $\sum_i \vec{M}_i = 0$ (\vec{M}_i su vanjski momenti sila) zahtijeva da se momenti (zaokružite točnu tvrdnju):

(1 bod)

- a) računaju u odnosu na CM (centar mase) tijela;
- b) računaju u odnosu na proizvoljnu točku koja mora biti na tijelu čiju statiku razmatramo;
- c) računaju u odnosu na bilo koju točku na tijelu ili izvan njega;
- d) računaju u odnosu na točku u kojoj iščezavaju neki momenti sile;
- e) računaju u odnosu na hvatište rezultantne sile dobivene zbrajanjem svih sila koje djeluju na kruto tijelo.

(Točan odgovor je c).)

Zadaci

1. Akceleracija čestice koja se giba duž x -osi mijenja se po zakonu:

$$a_x = A \frac{\sin[\ln(\omega(t+t_0))]}{t+t_0},$$

gdje su $A = 2$ m/s, $\omega = 2$ rad/s, $t_0 = 1/\omega$ zadane konstante, a t je vrijeme. Izračunajte brzinu čestice u trenutku $t = 5$ s ako je brzina čestice u trenutku $t = 0$ $v_x(0) = A$.

(5 bodova)

Rješenje:

Akceleracija je derivacija brzine po vremenu:

$$\frac{dv}{dt} = A \frac{\sin[\ln(\omega(t+t_0))]}{t+t_0}, \quad (2)$$

pomnožimo s dt i integriramo:

$$\int_{v_0}^v dv = A \int_0^t \frac{\sin[\ln(\omega(t+t_0))]}{t+t_0} dt, \quad (3)$$

integral riješavamo supstitucijom:

$$\ln(\omega(t+t_0)) = u, \quad (4)$$

$$\frac{1}{t+t_0} dt = du, \quad (5)$$

pa je integral postao:

$$v(t) - v_0 = A \int \sin u du = -A \cos u, \quad (6)$$

vratimo supstituiranu varijablu:

$$v(t) - v_0 = -A \cos \ln(\omega(t+t_0)) \Big|_0^t = A [1 - \cos \ln(\omega(t+t_0))], \quad (7)$$

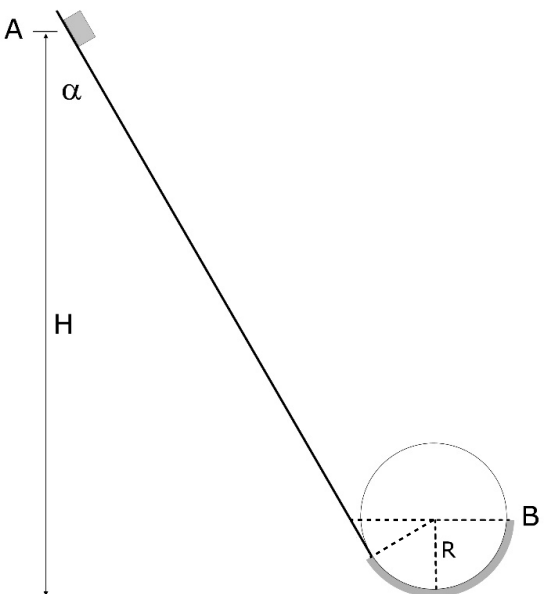
uz $v_0 = A$ brzina kao funkcija vremena je:

$$v(t) = A [2 - \cos \ln(\omega(t+t_0))], \quad (8)$$

uvrstimo $t = 5$ i ostale konstante pa dobivamo:

$$v(t=5) = 5.47 \text{ m/s}. \quad (9)$$

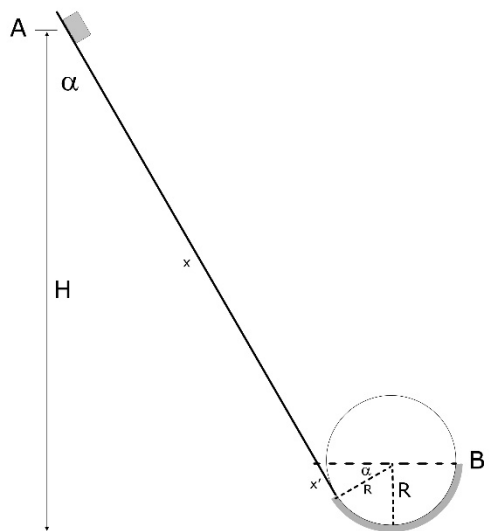
2. U Alpama s visine od $H = 7 \text{ m}$ odroni se stijena mase $m = 3 \text{ kg}$ i klizi niz snježnu kosinu pod kutem $\alpha = 30^\circ$, kao prikazano na slici. Faktor trenja stijene sa snježnom podlogom na kosini je $\mu = 0.1$. Na kosinu nastavlja se zaleđena rampa u obliku kružnog luka radijusa $R = 1 \text{ m}$. Faktor trenja između stijene i leda na rampi je zanemariv. Vertikalnim izbačajem iz točke B stijena će dosegnuti visinu od 5.5 m (u odnosu na točku B). Izračunaj koliki je rad utrošen na savladavanje otpora zraka prilikom vertikalnog izbačaja.
(5 bodova)



Rješenje:

Rješenje:

$$\begin{aligned} H &= 7 \text{ m} \\ m &= 3 \text{ kg} \\ \alpha &= 30^\circ \\ \mu &= 0.1 \\ R &= 1 \text{ m} \\ h' &= 5.5 \text{ m} \\ W_{tr(zrak)} &=? \end{aligned}$$



Ukupna duljina kosine (dio s trenjem):

$$\begin{aligned} s &= x + x' \\ x &= \frac{H - R}{\cos \alpha} \\ x' &= \alpha \cdot R \end{aligned}$$

$$s = \frac{13\sqrt{3}}{3}$$

Rad utrošen za savladavanje sile trenja na kosini:

$$\begin{aligned} W_{tr} &= F_{tr} \cdot s \\ W_{tr} &= F_N \cdot \mu \cdot s \\ W_{tr} &= mg \cdot \sin \alpha \cdot \mu \cdot s \\ W_{tr} &= 11,045 \text{ J} \end{aligned}$$

ZOE iz točke A u točku B:

$$\begin{aligned} E_{kin_A} + E_{pot_A} &= E_{pot_B} + E_{pot_B} + W_{tr} \\ 0 + mgh &= \frac{mv_B^2}{2} + mgR + W_{tr} \end{aligned}$$

$$v_B^2 = 2gh - 2gR - 2\frac{W_{tr}}{m}$$

$$v_B = 10,5 \text{ m/s}$$

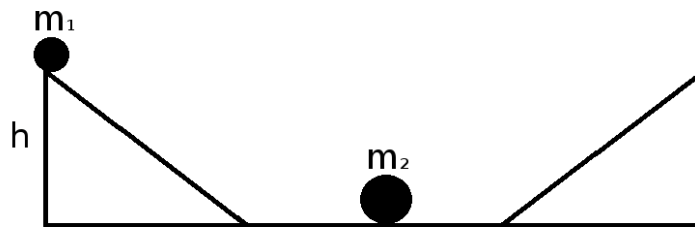
ZOE za vertikalni hitac:

$$E_{kin_B} = E_{pot} + W_{tr_{zrak}}$$

$$\frac{mv_B^2}{2} = mgh' + W_{tr_{zrak}}$$

$$W_{tr_{zrak}} = 3.67 \text{ J}$$

3. Tijelo mase $m_1 = 1\text{ kg}$ pustimo iz mirovanja s vrha prve kosine visoke 5m. Nakon spuštanja s prve kosine, prvo tijelo se sudari s drugim mirujućim tijelom mase $m_2 = 2\text{ kg}$ na ravnom dijelu. Na koju visinu će se popeti tijelo m_1 i tijelo m_2 nakon sudara, ako se radi o savršeno elastičnom sudaru i ako nema trenja na podlogama?
(5 bodova)



Rješenje:

$$m_1 = 1\text{ kg}$$

$$m_2 = 2\text{ kg}$$

$$h = 5\text{ m}$$

$$v_{f1} = \frac{10}{3} \text{ m/s}$$

Puštanje:

$$E_U = E_{P1} = m_1gh = 50\text{ J}$$

Prije sudara:

$$E_U = E_{K1} = \frac{m_1 v_{i1}^2}{2}$$

$$v_{i1} = 10\text{ m/s}$$

Poslije sudara:

$$m_1 v_{i1} = m_2 v_{f2} - m_1 v_{f1}$$

$$\frac{m_1 v_{i1}^2}{2} = \frac{m_1 v_{f1}^2}{2} + \frac{m_1 v_{f2}^2}{2}$$

$$v_{f2} = \frac{20}{3} \text{ m/s}$$

Penjanje nazad

$$E_U = E_{P1} + E_{P2}$$

$$E_{K1} = E_{P1}$$

$$E_{K2} = E_{P2}$$

$$m_1gh_1 = \frac{m_1 v_{f1}^2}{2}$$

$$m_2gh_2 = \frac{m_2 v_{f2}^2}{2}$$

$$h_1 = 5/9\text{ m}$$

$$h_2 = 20/9\text{ m}$$

4. Biljarska kuglica mase m i polumjera r udarena je štapom u horizontalnome smjeru početnom brzinom v_0 tako da se translatorno giba ali ne i rotira (udarac je bio u pravcu kroz centar mase). Faktor trenja klizanja je μ . Koliki put kuglica prijeđe prije prestanka klizanja?
(5 bodova)

Rješenje:

Na kuglicu djeluje sila trenja koja joj daje moment sile $F_{tr}r = \mu mgr$ u odnosu na centar mase. Taj moment će zarotirati kuglicu oko centra mase. Za rotaciju imamo:

$M = I \alpha = \frac{2}{5} m r^2 a'/r = \mu mgr$, $a' = akc$. Točke na obodu zbog rotacije. Vrijedi $v = a't$ (rotacija jednoliko ubrzana, a $v =$ obodna brzina u trenutku kada tijelo prestaje kliziti). U isto vrijeme brzina c.m. smanji se od v_0 na v :

$v = v_0 - at$, gdje je a akc. Kojom se c.m. kuglice usporava zbog sile trenja:

$$F_{tr} = \mu mg = ma. (a = \mu g)$$

Sređivanjem tih relacija dobijemo

$v = \frac{5}{7} v_0$, brzinu pri kojoj prestaje klizanje.

Vrijeme koje je potrebno da kuglica prestane kliziti:

$$t = (v_0 - v)/a = 2v_0/(7 \mu g)$$

Put koji kuglica prijeđe do trenutka kada prestane kliziti i počne se kotrljati izračunamo iz

$$s = v_0 t - \frac{1}{2} \mu g t^2$$

$$s = 12 v_0^2 / (49 \mu g).$$