

Rješenja međuispita iz Fizike 1
četrvtak, 25. 4. 2013.

Teorijska pitanja

1.

(a) Od pet tvrdnji i formula u njima, samo je jedna netočna. Zaokružite netočnu tvrdnju:

(1 bod)

- a) Ukupna relativna pogreška u mjerenju g na predavanjima iznosila je manje od 1 %.
- b) U padu s visine h iz mirovanja, brzina udara v u tlo iznosi: $v = 2gh$.
- c) Pod uvjetima vakuuma, sva tijela jednako padaju u polju Zemljine sile teže.
- d) Najveći je domet kod kosog hica za $\alpha = 45^\circ$.
- e) Kod realnog kosog hica je balističko tjeme bliže meti (cilju) nego početnoj točki izbačaja.

Rješenje: b)

(b) Zaokružite točnu tvrdnju:

(1 bod)

- a) Nužni i dovoljni uvjet za ravnotežu krutog tijela (mehanizma, sustava) iznosi: $\vec{M}_{u(os)} = 0$.
- b) U neelastičnom sudaru ne vrijedi zakon očuvanja količine gibanja, zbog gubitka energije (Q) u sudaru.
- c) Za sustav na koji djeluje vanjski moment sile vrijedi $\vec{L} = \text{konst.}$
- d) Kutna količina gibanja (zadah) slobodnog zvrka \vec{L} okomit je na glavnu os (osovinu) simetrije zvrka u njegovoj slobodnoj vrtnji.
- e) Moment tromosti (I_{CM}) kroz centar mase uvijek je *manji* od onog kroz bilo koju drugu paralelnu os (I_{os}).

Rješenje: e)

(c) Puna kugla mase M i polumjera R i kuglina ljuska mase M i polumjera R zarotirane su oko čvrste osi do (kutne) brzine ω_0 . Zaokružite točne tvrdnje:

(1 bod)

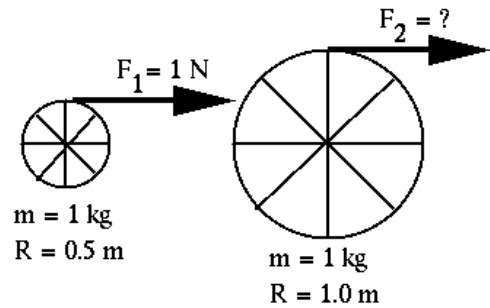
- a) Kinetičke energije rotacije prve i druge kugle su jednake.
- b) Ako isti moment sile usporava prvu i drugu kugle, tada će se prije zaustaviti puna kugla.
- c) Ako je isti moment sile ubrzavao kugle, šuplja kugla prije se ubrzala do kutne brzine ω_0 .
- d) Ako oslobodimo osi, kugle će precesirati (kao zvrkovi). Kutna brzina precesije pune kugle bit će veća.

Rješenje: b) i d)

- (d) Dva kotača s nepomičnim osima, svaki mase 1 kg, kreću iz mirovanja. Primijenjene sile su prikazane na slici. Ako zanemarite mase žbica i središta, za svakog vrijedi da je $I = mR^2$. Da bi oba kotača imala istu kutnu akceleraciju, F_2 mora biti jednako (zaokružite točan odgovor):

(1 bod)

- a) 0,5 N.
- b) 1,0 N.
- c) 2,0 N.
- d) 4,0 N.



Rješenje: c)

- (e) Dva kotača, koja početno miruju, prijeđu istu udaljenost kotrljajući se bez klizanja niz kosinu. Kotač B ima dvostruko veći polumjer od kotača A. Mase su im jednake. Cijela masa je koncentrirana u njihovim obročima pa su im onda momenti tromosti dani izrazom $I = mR^2$. Zaokružite točan odgovor:

(1 bod)

- a) Kotač A ima veću translacijsku kinetičku energiju kad dođe u podnožje kosine.
- b) Kotač B ima veću translacijsku kinetičku energiju kad dođe u podnožje kosine.
- c) Njihove translacijske kinetičke energije su jednake.
- d) Potrebno je imati više informacija da bi se mogao dati odgovor.

Rješenje: c)

- (f) Zaokružite istinitu tvrdnju:

(1 bod)

- a) Sila čiji je smjer suprotan pomaku ne može izvršiti rad.
- b) Samo komponenta sile paralelna pomaku vrši rad.
- c) Komponenta sile okomita na pomak vrši pozitivni rad.
- d) Samo rezultatna sila na tijelo može izvršiti bilo koji rad.

Rješenje: b)

- (g) Teretni kamion velike mase i Volkswagen Buba frontalno se sudare. Koje od vozila u tom sudaru „trpi“ veću silu, a koje veću akceleraciju?

(1 bod)

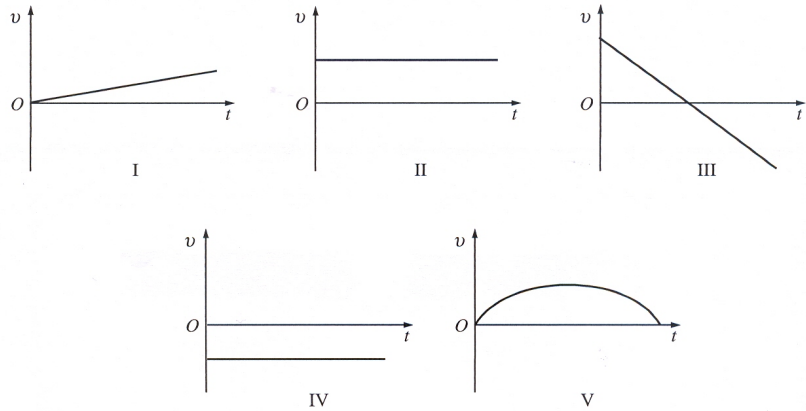
- a) Buba - veću silu, veću akceleraciju.
- b) Kamion – veću silu, manju akceleraciju.
- c) Oba vozila – istu silu i istu akceleraciju.
- d) Oba vozila- istu silu, a Buba veću akceleraciju.
- e) Oba vozila – istu akceleraciju, a Buba veću silu.

Rješenje: d)

- (h) Kamen je izbačen pod kutom od 45° u odnosu na pozitivan smjer x -osi. Otpor zraka je zanemariv. Koji od prikazanih $v(t)$ grafova najbolje prikazuje ovisnost $v_x(t)$ i $v_y(t)$?

(1 bod)

- $v_x(t)$ $v_y(t)$
- a) I IV
b) II I
c) II III
d) II V
e) IV V



Rješenje: c)

- (i) Koje dvije od pet navedenih veličina su jednakog iznosa u trenutku u kojem njihalo (sitno tijelo na niti) prolazi ravnotežnim položajem (zaokruži dva ponuđena odgovora):

(1 bod)

- a) Iznos centripetalne sile.
b) Iznos napetosti niti.
c) Razlika iznosa napetosti niti i iznosa gravitacijske sile koja djeluje na tijelo.
d) Iznos gravitacijske sile koja djeluje na tijelo.
e) Iznos tangencijalne sile.

Rješenje: a) i c)

Zadaci

1. Na rubu obale visine 2 m iznad površine jezera stoji čovjek i želi skočiti u jezero. Ispod mjesta na obali gdje stoji čovjek, na razini površine vode nalazi se stijena čiji je rub na horizontalnoj udaljenosti 3 m od čovjeka. Da bi preskočio ovu stijenu čovjek se odluči udaljiti od ruba obale i trčanjem dostići brzinu potrebnu da preskoči ovu stijenu. Čovjek stane mirno na nekoj udaljenosti od ruba obale i počne trčati prema rubu obale akceleracijom koja je proporcionalna s vremenom:

$$a(t) = 1 \text{ ms}^{-3} \cdot t$$

te kada dođe do ruba obale skoči u horizontalnom smjeru brzinom koju je postigao trčanjem. S kolike najmanje udaljenosti od ruba obale čovjek treba početi trčati da bi preskočio stijenu i sigurno uskočio u vodu? Zanemariti otpor zraka. (7 bodova)

Rješenje:

$$a_x(t) = b_1 t$$

$$v(t) = \int_0^t a(t') dt' = b_1 \int_0^t t' dt' = \frac{1}{2} b_1 t^2$$

Ako čovjek dotrči do obale u trenutak t_1 :

$$d = \int_0^{t_1} v(t') dt' = \frac{b_1}{2} \int_0^{t_1} t'^2 dt' = \frac{b_1}{2} \frac{t_1^3}{3} = \frac{1}{6} b_1 t_1^3$$

Čovjek skoči s ruba obale horizontalnom brzinom:

$$v_0 = v(t_1) = \frac{1}{2} b_1 t_1^2$$

Oдавдје је:

$$t_1 = \sqrt{\frac{2 v_0}{b_1}}$$

Pa је:

$$d = \frac{1}{6} b_1 \left(\frac{2 v_0}{b_1} \right)^{\frac{3}{2}} = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{2 v_0^3}{b_1}}$$

Čovjek uskoči u vodu na udaljenosti od podnožja obale koja je jednaka $v_0 \sqrt{\frac{2 h}{g}}$

pa treba biti veća ili jednaka $s = 3$ m. Minimalna brzina kojom čovjek treba uskočiti u vodu treba zadovoljavati:

$$s = v_0 \sqrt{\frac{2 h}{g}}$$

Oдавдје је:

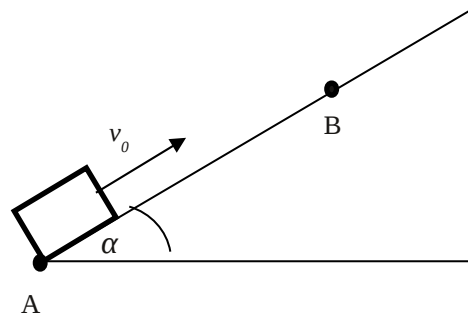
$$v_0 = s \sqrt{\frac{g}{2 h}}$$

pa је:

$$d = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{2}{b_1}} s^3 \left(\frac{g}{2 h} \right)^{\frac{3}{2}} = \frac{1}{3} \left(\frac{g^3 s^6}{2 b_1^2 h^3} \right)^{\frac{1}{4}}$$

$$d = \frac{1}{3} \left(\frac{9,81^3 \cdot 3^6}{2 \cdot 1 \cdot 2^3} \right)^{\frac{1}{4}} \text{ m} = 4,800 \text{ m}$$

2. Predmet gurnemo iz podnožja kosine (točka A) brzinom $v_0 = 5 \text{ m/s}$ duž kosine. Nagib kosine je $\alpha = 30^\circ$. Predmet duž kosine prijeđe put $s = 1,6 \text{ m}$ (do točke B) gdje se zaustavi nakon čega se ponovno vraća niz kosinu. Ako je sila trenja konstantna, koliki je koeficijent trenja? Koju brzinu tijelo ima kad se ponovno nađe u podnožju kosine (točka A)?
(5 bodova)



Rješenje:

Za put od A do B vrijedi (ZOE)

$$E_{k,1} + E_{pot,1} + W_{tr,1} = E_{k,2} + E_{pot,2}$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + 0 - \mu F_{\perp} s = 0 + mgh$$

gdje je

$$h = s \sin \alpha$$

$$F_{\perp} = mg \cos \alpha$$

Stoga je

$$\mu = \frac{\frac{1}{2}mv_0^2 - mgs \sin \alpha}{mgs \cos \alpha} \approx 0.34$$

Za put od B natrag u A (ZOE)

$$E_{k,2} + E_{pot,2} + W_{tr,2} = E_{k,3} + E_{pot,3}$$

$$0 + mgh + W_{tr,2} = \frac{1}{2}mv_3^2 + 0$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + W_{tr,1} + W_{tr,2} = \frac{1}{2}mv_3^2$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 - 2\mu F_{\perp} s = \frac{1}{2}mv_3^2$$

$$v_3 = \sqrt{\frac{mv_0^2 - 4\mu F_{\perp} s}{m}} \approx 2.55 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

3. Dvije glinene kugle mase 0,3 kg i 0,2 kg ovještene su na nitima jednake duljine l i vise jedna tik do druge. Kugle su zatim otklonjene iz položaja ravnoteže tako da se teža kugla otkloni ulijevo za 50° , a lakša kugla se otkloni udesno za 25° . Kugle se zatim puste, tako da se savršeno neelastičan sraz dogodi točno u položaju ravnoteže. Nakon sudara pronađite maksimalni kut otklona tako slijepljenih kugli! **(6 bodova)**

Rješenje:

Kut otklona nakon sraza dobije se iz zakona očuvanja količine gibanja.

$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v$$

brzine v_1 i v_2 odrede se iz zakona očuvanja energije

$$mv^2/2 = mgh$$

h se može povezati sa kosinusom kuta

$$h = l (1 - \cos \alpha)$$

tako se dobije sljedeći izraz za očuvanje količine gibanja

$$m_1 [2gl(1 - \cos(\alpha_1))]^{1/2} - m_2 [2gl(1 - \cos(\alpha_2))]^{1/2} = (m_1 + m_2) [2gl(1 - \cos(\alpha))]^{1/2}$$

uz

$$m_1 = 0,3 \text{ kg}$$

$$m_2 = 0,2 \text{ kg}$$

$$\alpha_1 = 50^\circ$$

$$\alpha_2 = 25^\circ$$

dobije se kut otklona slijepljenih kugli

$$\alpha = 18,9^\circ$$

4. Homogeni valjak momenta tromosti I počinje rotirati u fluidu pod utjecajem stalnog vanjskog momenta sile $M = a I$. Pretpostavite da je moment sile otpora sredstva proporcionalan kutnoj brzini vrtnje $M_{ot} = -b\omega$. Pronađite vremensku ovisnost kutne brzine $\omega(t)$. U limesu kada vrijeme ide u beskonačnost pronađite graničnu kutnu brzinu kojom se valjak jednoliko vrti. Uzmite da je $I = 1 \text{ kgm}^2$, $a = 10 \text{ s}^{-2}$, $b = 0,5 \text{ Nms}$.

(6 bodova)

Rješenje:

Iz Newtonove jednadžbe za rotaciju $M = I \alpha$ dobije se diferencijalna jednadžba:

$$M - M_{ot} = I \alpha$$

$$\alpha I - b \omega = I d\omega/dt$$

čije rješenje je:

$$t = -I/b \ln [(aI - b\omega)/(aI)]$$

iz čega se inverzijom dobije konačna ovisnost kutne brzine o vremenu:

$$\omega(t) = aI/b (1 - e^{-bIt})$$

što u limesu kada $t \rightarrow$ beskonačno daje:

$$\omega = aI/b = 20 \text{ s}^{-1}$$