

Rješenja međuispita iz Fizike 1
srijeda, 30. 04. 2014.

Teorijska pitanja

1.

(a) Zaokružite netočnu tvrdnju:

(1 bod)

- a) Pod uvjetima vakuuma, sva tijela u polju Zemljine sile teže padaju jednako.
- b) Akceleracija slobodnog pada mjerena na predavanjima ovisi o geografskoj širini.
- c) Najveći domet kod idealnog kosog hica jest za $\alpha = 45^\circ$.
- d) U slobodnome padu s visine h iz mirovanja, brzina udara v u tlo iznosi: $v = h\sqrt{2g}$.
- e) Kod realnog kosog hica balističko tjeme je bliže meti (cilju) nego početnoj točki izbačaja.

Rješenje: d)

(b) Zaokružite točnu tvrdnju:

(1 bod)

- a) Nužni i dovoljni uvjet za ravnotežu krutog tijela (mehanizma) iznosi: $\vec{R} = 0$.
- b) Pravac nosilac vektora kutne količine gibanja zvrka \vec{L} u njegovoj slobodnoj vrtnji, podudara se s glavnom osi simetrije zvrka i osi vrtnje $\vec{\omega}$.
- c) Za sustav na koji djeluje vanjski moment sile vrijedi $\vec{L} = \text{konst.}$
- d) Moment tromosti (I_{CM}) kroz centar mase uvijek je *veći* od onog kroz bilo koju drugu paralelnu os (I_{os}).
- e) Moment tromosti (I_{CM}) kroz centar mase uvijek je *jednak* onom kroz bilo koju drugu paralelnu os (I_{os}).

Rješenje: b)

(c) Kada je rezultanta vanjskih sila na sustav čestica jednaka nuli, tada centar mase sustava čestica (zaokružite dvije točne tvrdnje):

(1 bod)

- a) Miruje ili se giba stalnom brzinom po pravcu.
- b) Mijenja položaj približavajući se većoj čestici.
- c) Mijenja položaj približavajući se manjoj čestici.
- d) Uvijek miruje.
- e) Uvijek se giba jednoliko po pravcu.

Rješenje: a), b)

(d) Čestica mase m giba se brzinom stalnog iznosa v duž kružnice polumjera R . Neka je \vec{L} vektor kutne količine gibanja čestice u odnosu na točku koja se nalazi na osi kružnice na udaljenosti R od njena središta. (Os kružnice je pravac okomit na ravninu kružnice koji prolazi njenim središtem.) Zaokružite točnu tvrdnju:

(1 bod)

- a) Iznos kutne količine gibanja \vec{L} mijenja se u vremenu, a njen je smjer stalan.
- b) Iznos kutne količine gibanja \vec{L} je Rmv , a njen je smjer stalan.
- c) Iznos kutne količine gibanja \vec{L} je $\sqrt{2}Rmv$, a smjer se mijenja u vremenu.
- d) Iznos kutne količine gibanja \vec{L} je Rmv , a njen smjer se mijenja u vremenu.
- e) Iznos kutne količine gibanja \vec{L} je $\sqrt{2}Rmv$, a smjer je stalan.

Rješenje: c)

- (e) Kamen bacimo vertikalno uvis i on se vrati natrag na tlo. Kad se kamen nalazi u najvišoj točki svoje putanje, tada vrijedi (zaokružite točnu tvrdnju):

(1 bod)

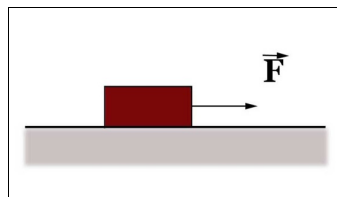
- a) Akceleracija kamena je nula.
- b) Akceleracija kamena je različita od nule i ima smjer prema gore.
- c) Akceleracija kamena je različita od nule i ima smjer prema dolje.
- d) Akceleracija kamena taman mijenja smjer od gore prema dolje.
- e) Akceleracija kamena taman mijenja smjer od dolje prema gore.

Rješenje: c)

- (f) Na tijelo postavljeno na horizontalnu podlogu djeluje konstantna sila od 7 N (vidi sliku) Tijelo je nepomično. Kolika je sila trenja? Zaokružite točnu tvrdnju:

(1 bod)

- a) 100 N.
- b) 7 N.
- c) 0,7 N.
- d) 0 N.
- e) Ne može se odrediti iz ovih podataka.



Rješenje: b)

- (g) Moment sile trenja pri kotrljanju krutog tijela (zaokružite točnu tvrdnju):

(1 bod)

- a) Uzrokuje vrtnju (rotaciju) oko centra mase (CM) i usporava translaciju CM.
- b) Usporava rotaciju oko CM i ubrzava translaciju CM.
- c) Uzrokuje rotaciju oko CM.
- d) Usporava translaciju CM.
- e) Ubrzava translaciju CM i uzrokuje rotaciju oko CM.

Rješenje: c)

- (h) Kako bi se kugla kotrljala uz ili niz kosinu bez proklizavanja mora biti prisutna sila trenja između kugle i kosine. Sila trenja koja djeluje na kuglu usmjerena je (zaokružite dvije istinite tvrdnje):

(1 bod)

- a) Uz kosinu kada se kugla giba uz kosinu.
- b) Uz kosinu kada se kugla giba niz kosinu.
- c) Niz kosinu kada se kugla giba uz kosinu.
- d) Niz kosinu kada se kugla giba niz kosinu.
- e) Okomito na kosinu, prema dolje.

Rješenje: b), c)

Zadaci

1. Trenutno najbrži lift preveze putnike na visinsku razliku od 382,2 m u 39 s i pri tome postiže najveću brzinu 60,6 km/h. Pretpostavite da se lift može ubrzavati i usporavati samo s jednim iznosom akceleracije. Izračunajte tu akceleraciju.
(6 bodova)

Rješenje:

Ukupni prijeđeni put nazovimo L , a ukupno vrijeme putovanja nazovimo T . Vrijedi $T = t_1 + t_2 + t_3$, gdje su t_1 , t_2 i t_3 vremena provedena na segmentima putovanja kada se lift ubrzava, vozi stalnom brzinom i usporava.

Ukupni prijeđeni put je

$$L = \frac{v_{\max} t_1}{2} + v_{\max} t_2 + \frac{v_{\max} t_3}{2}.$$

Budući da se lift mora ubrzati do maksimalne brzine v_{\max} u vremenu t_1 i usporiti od v_{\max} u vremenu t_3 , mora vrijediti:

$$v_{\max} = at_1 = at_3.$$

Eliminacijom t_2 i t_3 iz prethodne tri jednačbe dobivamo izraz za iznos akceleracije:

$$a = \frac{v_{\max}}{T - L/v_{\max}}.$$

Za zadane brojeve $a = 1.033 \text{ m/s}^2$.

2. Homogeni valjak momenta tromosti I počinje rotirati u fluidu pod utjecajem vanjskog zakretnog momenta M . Uz pretpostavku da je otporni moment sredstva proporcionalan kvadratu kutne brzine vrtnje $M_{ot} = -A\omega^2$, pronađite kako kutna brzina ovisi o vremenu.
(Naputak: $\int dx/(a^2 - x^2) = \frac{1}{a} \text{Artanh}(x/a)$, za $|x| < a$)
(6 bodova)

Rješenje:

Newtonova jednačba za rotaciju je:

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

$$\alpha = (M - A\omega^2)/I$$

$$d\omega/dt = (M - A\omega^2)/I$$

$$d\omega/(M - A\omega^2) = dt/I$$

integracijom (tablični integral) se dobije

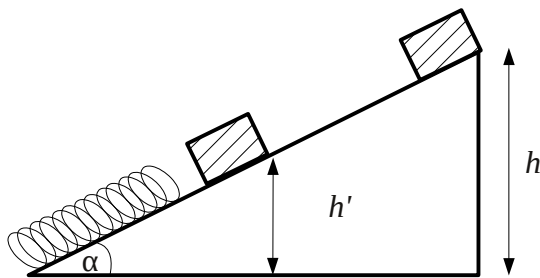
$$\sqrt{\frac{1}{AM}} \text{ArcTanh}\left(\sqrt{\frac{A}{M}} \omega\right) = t/I$$

odnosno:

$$\omega = \sqrt{\frac{M}{A}} \text{Tanh}\left(\sqrt{AM} t/I\right)$$

3. Na vrhu kosine visine $h=1\text{m}$ i nagiba $\alpha=30^\circ$ nalazi se predmet mase $m=2\text{ kg}$. Koeficijent trenja između predmeta i površine kosine je $\mu=0,1$. Nakon što tijelo niz kosinu prijeđe put od 70 cm naliće na nerastegnutu oprugu $k=100\text{ N/m}$ u ravnotežnom položaju. Koliko se maksimalno stisne opruga? Do koje se maksimalne visine h' (vidi sliku) tijelo vrati nakon što se opruga ponovno rastegne?

(6 bodova)



Rješenje:

$s=70\text{cm}$

x =maksimalno sabijanje opruge

y =maksimalna udaljenost koju tijelo prijeđe duž kosine nakon rastezanja opruge

$$\begin{aligned} H &= (x+s) \sin \alpha \\ F_{\text{paralelno}} &= mg \sin \alpha \\ F_{\text{okomito}} &= mg \cos \alpha \\ F_{\text{trenja}} &= \mu mg \cos \alpha \end{aligned}$$

Zakon očuvanja energije

$$mgH = \frac{1}{2} kx^2 + F_{\text{trenja}}(x+s)$$

Slijedi da se opruga sabije za

$$x=0,433\text{ m}$$

Nakon što se opruga nanovo rastegne zakon očuvanja energije

$$\frac{1}{2} kx^2 - \mu ymg \cos \alpha = ymg \sin \alpha$$

Dobije se

$$y=0,8\text{ m}$$

Naposljetku maksimalna visina do koje tijelo dođe nakon ponovnog rastezanja opruge je

$$h'=0,83\text{ m}$$

4. Njihalo koje se sastoji od kugle mase 0,8 kg pričvršćene na nit otpušteno je iz mirovanja kada nit zatvara kut 53° s vertikalom. U najnižoj točki kugla se elastično sudari s blokom mase m koji miruje na horizontalnoj podlozi bez trenja. Nakon sudara, maksimalni kut koji nit zatvara s vertikalom je $5,73^\circ$. Kolika je masa bloka?

(Zadatak ima dva rješenja, u ovisnosti o tome na koju stranu se kugla otklonila.)

(6 bodova)

Rješenje:

$$m_k = 0,8 \text{ kg}$$

$$\theta_1 = 53^\circ$$

$$\theta_2 = 5,73^\circ$$

$$m = ?$$

$$m_k g l (1 - \cos \theta_1) = \frac{m_k v_1^2}{2}$$

$$v_1 = \sqrt{2 g l (1 - \cos \theta_1)}$$

$$v_2 = \pm \sqrt{2 g l (1 - \cos \theta_2)}$$

$$m_k v_1 = m v + m_k v_2$$

$$\frac{m_k v_1^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + \frac{m_k v_2^2}{2}$$

$$m = m_k \frac{v_1 - v_2}{v_1 + v_2}$$

$$m = m_k \frac{\sqrt{1 - \cos \theta_1} \mp \sqrt{1 - \cos \theta_2}}{\sqrt{1 - \cos \theta_1} \pm \sqrt{1 - \cos \theta_2}}$$

$$m = 0,8 \cdot \frac{\sqrt{1 - \cos 53^\circ} \mp \sqrt{1 - \cos 5,73^\circ}}{\sqrt{1 - \cos 53^\circ} \pm \sqrt{1 - \cos 5,73^\circ}} \text{ kg} =$$

$$= 0,8 \cdot \frac{0,63102 \mp 0,07069}{0,63102 \pm 0,07069} \text{ kg}$$

Gornji predznak:

$$m = 0,639 \text{ kg}$$

Donji predznak:

$$m = 1,002 \text{ kg}$$
