

# ISPIT IZ FIZIKE 1

Januarski ispitni rok

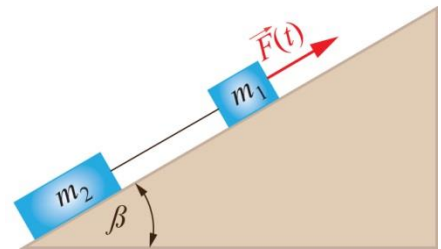
(Ispit traje 3 sata)

ETF, Beograd, 22. 01. 2019.

1. Čestica se kreće u pozitivnom smeru  $x$ -ose brzinom  $v = \alpha\sqrt{x}$ , gde je  $\alpha$  pozitivna konstanta. Pretpostavljajući da je u trenutku  $t = 0$  čestica u položaju  $x = 0$  odrediti:

- (a) [50] zavisnost brzine i ubrzanja od vremena,  
(b) [50] srednju vrednost brzine čestice na prvih  $s$  metara pređenog puta.

2. Blok mase  $m_1 = m$  povezan je lakim neistegljivim kanapom sa blokom mase  $m_2 = 2m$  i postavljen na dugačku glatku strmu ravan nagibnog ugla  $\beta = 30^\circ$ . Maksimalna sila zatezanja u kanapu je  $T_{\max} = 3mg$ . Na teg  $m_1$  paralelno podlozi uz strmu ravan deluje sila zavisna od vremena  $F = 3mg/2 + \alpha t$ , gde je  $\alpha$  pozitivna konstantna. U početnom trenutku blokovi miruju. Odrediti:

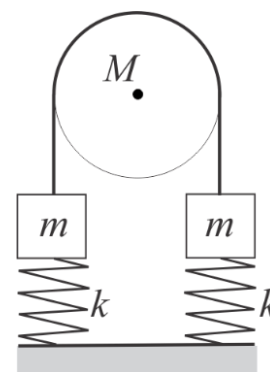


- (a) [50] trenutak vremena  $\tau$  u kojem dolazi do pucanja kanapa;      Slika uz zadatak 2.  
(b) [25] brzinu u trenutku pucanja kanapa  $v(\tau)$ ;  
(c) [25] put koji pređu blokovi duž strme ravni do trenutka pucanja kanapa  $s(\tau)$ .

- 
3. (a) [50] Formulirati i dokazati teoremu o promeni količine kretanja sistema materijalnih tačaka.  
(b) [50] Pre sudara dve čestice masa  $m_1 = 3g$  i  $m_2 = 1g$  kreću se duž istog pravca u istom smeru (referentni sistem je laboratorijski) relativnom brzinom  $v_r = 10$  m/s. Sudar ove dve čestice je apsolutno neelastičan. Izračunati koliko se ukupne kinetičke energije čestica pri sudaru transformiše u toplotu?
4. Homogena cev unutrašnjeg i spoljašnjeg poluprečnika  $R/2$  i  $R$ , respektivno, kotrlja se bez proklizavanja niz strmu ravan nagibnog ugla  $\beta = 30^\circ$ . Ako cev miruje u početnom trenutku, za poznato ubrzanje Zemljine teže  $g = 9,81$  m/s<sup>2</sup>, odrediti:
- (a) [60] ubrzanje centra mase cevi;  
(b) [40] minimalnu vrednost koeficijenta trenja  $\mu_{\min}$  između cevi i strme ravni tako da se cev kotrlja bez proklizavanja.

5. (a) [50] Formulirati i dokazati teoremu o promeni momenta količine kretanja mehaničkog sistema, ako je momentna tačka nepokretna u inercijalnom referentnom sistemu.

(b) [50] Preko kotura oblika homogenog diska mase  $M$  namotan je neistegljiv, idealno savitljiv kanap zanemarljive mase. Na krajeve kanapa su zakačena dva tega iste mase,  $m$ . Za tegove su vertikalno prikačene dve identične lake opruge koeficijenta krutosti  $k$  (videti sliku). U položaju prikazanom na slici sistem se nalazi u statičkoj ravnoteži, a opruge su podjednako istegnute. Ako kanap ne klizi po koturu i ako se sistem kreće bez trenja, odrediti period malih oscilacija prikazanog sistema oko ravnotežnog položaja.



Slika uz zadatak 5(b).

6. (a) [30] Izvesti izraz za trenutnu snagu prostoperiodičnih progresivnih transverzalnih talasa na dugačkoj zategnutoj žici. Poznato je: intenzitet sile zatezanja žice  $F$  i njena podužna masa (masa po jedinici dužine)  $\mu$ , kružna frekvencija  $\omega$  i amplituda generatora talasa  $Y_m$ .

(b) Na rastojanju  $r_1 = 20\text{ m}$  od tačkastog izvora intenzitet zvuka je  $\beta_1 = 30\text{ dB}$ . Ako se zanemari apsorpcija zvuka u vazduhu odrediti:

(b1) [35] intenzitet zvuka na rastojanju  $r_2 = 10\text{ m}$ ,

(b2) [35] na kom rastojanju  $r_3$  od izvora se zvuk više ne može čuti.

*Opšte napomene:*

1) Na vrhu naslovne strane vežbanke napisati **oznaku grupe i ime predmetnog nastavnika** kod koga ste zvanično raspoređeni da slušate predavanja:

**J. Cvetić (P1), V. Arsoski (P2) i M. Tadić (P3).**

2) **Studenti koji su zadovoljni poenima ostvarenim na kolokvijumu u tekućoj školskoj godini rade ZADATKE 3-6 za vreme 3 h. Na naslovnoj strani vežbanke, u polju rednih brojeva 1 i 2, treba da upišu oznaku K1 da bi poeni ostvareni na kolokvijumu bili priznati.**

3) **Studenti koji nisu radili kolokvijum ili koji nisu zadovoljni poenima ostvarenim na kolokvijumu u tekućoj školskoj godini rade SVE ZADATKE (1-6) za vreme 3 h.**

4) *Zadatak koji nije rađen ili čije rešenje ne treba bodovati jasno označiti na koricama sveske (u odgovarajućoj rubrici) oznakom X.*

5) Na koricama vežbanke (u gornjem desnom uglu) treba napisati broj poena sa prijemnog ispita iz fizike (ako je rađen 2018. godine), u formi PR-ISP = ... poena. Ako nije rađen, napisati PR-ISP = NE. Ako znate da ste imali poene iz fizike na prijemnom, ali niste sigurni tačno koliko, napisati PR-ISP = ?

6) *Dozvoljena je upotreba neprogramabilnih kalkulatora i grafitne olovke.*

7) **List sa tekstom zadataka poneti sa sobom, ne ostavljati list u vežbanci.**

8) Ispit se može napustiti po isteku **najmanje jednog sata** od početka ispita.

**Rešenja zadataka, Fizika 1,  
ETF, Beograd  
septembarski ispitni rok 2018.**

1. Kako je brzina čestice

$$a = dv/dt = v dv/dx, \quad v = \alpha\sqrt{x}, \quad dv/dx = \alpha/(2\sqrt{x}), \quad (1)$$

lako se dobija

$$a = \alpha^2/2 = \text{Const}. \quad (2)$$

(a) Pošto je ubrzanje konstantno (2) prema početnim uslovima dobijamo

$$v = \alpha^2 t / 2, \quad x = \alpha^2 t^2 / 4. \quad (3)$$

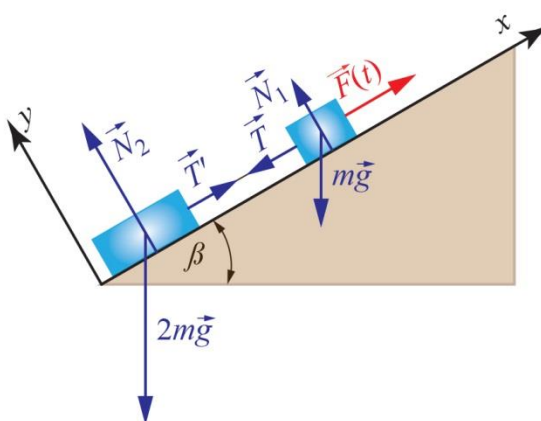
(b) Usled progresivnog kretanja iz (3) sledi  $s = x$ ,  $\rightarrow t_1 = 2\sqrt{s}/\alpha$ , srednja brzina je

$$\langle v \rangle = \int_0^{t_1} v dt / t_1 = \alpha\sqrt{s} / 2.$$

2. (a) Jednačine kretanja duž  $x$  ose za blok 1 i 2 su redom (videti sliku):

$$ma = F(t) - mg \sin \beta - T, \quad (2.1)$$

$$2ma = T - 2mg \sin \beta. \quad (2.2)$$



Sabiranjem jednačina (2.1) i (2.2), dobija se izraz za ubrzanje:

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{\alpha t}{3m}. \quad (2.3)$$

Koristeći se dobijenim izrazom za ubrzanje i bilo jednačinom (2.1), bilo (2.2), dobija se izraz za silu zatezanja u kanapu:

$$T(t) = \frac{2\alpha t}{3} + mg. \quad (2.4)$$

Do pucanja kanapa dolazi kada je  $T(\tau) = T_{\max} = 3mg$ , odakle se dobija traženi trenutak vremena:

$$\tau = \frac{3mg}{\alpha}. \quad (2.5)$$

(b) Integracijom jednačine (2.3), uz početni uslov  $v(0) = 0$ , dobija se:

$$v(t) = \frac{ds}{dt} = \frac{\alpha t^2}{6m}, \quad (2.6)$$

odakle se dobija brzina u trenutku  $\tau$ :

$$v(\tau) = \frac{3mg^2}{2\alpha}. \quad (2.7)$$

(c) Integracija jednačine (2.6), uz početni uslov  $s(0) = 0$ , daje:

$$s(t) = \frac{\alpha t^3}{18m}, \quad (2.8)$$

odakle se dobija pređeni put do trenutka pucanja kanapa:

$$s(\tau) = \frac{3m^2g^3}{2\alpha^2}. \quad (2.9)$$

3. (a) Videti predavanja i skripta "Fizika" P.Marinković.

(b) Neka se čestice kreću u pozitivnom smeru x-ose brzinama  $v_1$  i  $v_2$ . Neka je  $v$  zajednička brzina čestica posle neelastičnog sudara. Iz zakona o održanju energije sledi

$$\Delta E_k = m_1v_1^2/2 + m_2v_2^2/2 - (m_1 + m_2)v^2/2 = m_1(v_1^2 - v^2)/2 + m_2(v_2^2 - v^2)/2. \quad (1)$$

Relativna brzina čestica je

$$v_r = v_1 - v_2 \rightarrow 2v_1v_2 = v_1^2 + v_2^2 - v_r^2, \quad (2)$$

(ili  $v_r = v_2 - v_1$ , konačan rezultat ne zavisi koja čestica je uzeta kao referentna). Iz zakona o održanju impulsa sledi

$$m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v \rightarrow 2m_1m_2v_1v_2 = (m_1 + m_2)^2v^2 - m_1^2v_1^2/2 - m_2^2v_2^2/2 \quad (3)$$

Zamenom (2) u (3) dobija se

$$\mu v_r^2 = m_1(v_1^2 - v^2) + m_2(v_2^2 - v^2), \quad \mu = m_1m_2 / (m_1 + m_2). \quad (4)$$

Iz (1) i (4) sledi

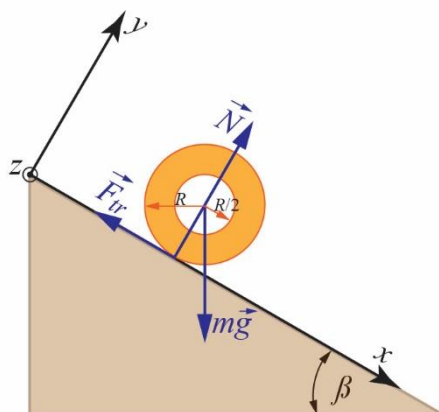
$$\Delta E_k = \frac{\mu v_r^2}{2} = 37,5 \text{ mJ}.$$

4. (a) Za referentne smerove osa kao na slici jednačine kretanja centra mase cevi su

$$\sum_i F_{x,i} = ma_c = mg \sin \beta - F_{tr}, \quad (4.1)$$

$$\sum_i F_{y,i} = 0 = N - mg \cos \beta, \quad (4.2)$$

gde su, za usvojene smerove sila kao na slici,  $F_{tr}$  i  $N$  algebarske vrednosti sile trenja pri kotrljanju i normalne reakcije podloge (strme ravni), respektivno.



Za referentni smer za računanje momenta usvojen suprotno od smeru  $z$ -ose, momentna jednačina kretanja oko centra mase je:

$$-\sum_i M_{z(C),i} = I_C \alpha = F_{tr} R, \quad (4.3)$$

gde je za kotrljanje bez proklizavanja i usvojeni referentni smer  $\alpha = a_c/R$ . Eliminacijom  $F_{tr}$  iz (4.1-4.3) dobija se ubrzanje centra mase tela koje se kotrlja bez proklizavanja niz strmu ravan:

$$a_c = \frac{g \sin \beta}{1 + \frac{I_C}{mR^2}}. \quad (4.4)$$

Moment inercije cevi oko ose kroz centar mase je  $I_C = \frac{m}{2} \left( R^2 + \left( \frac{R}{2} \right)^2 \right) = \frac{5}{8} mR^2$ , odakle se dobija:

$$a_{c1} = \frac{4}{13} g = 3 \frac{m}{s^2}. \quad (4.5)$$

(b) Minimalna vrednost koeficijenta trenja pri kotrljanju bez proklizavanja se dobija iz (4.1) i (4.4) uz uslov da je sila trenja dostigla vrednost  $F_{tr} = \mu_{\min} N$ , odakle je:

$$\mu_{\min} = \frac{\text{tg } \beta}{1 + \frac{mR^2}{I_C}} = \frac{5}{13\sqrt{3}} = 0,222. \quad (4.6)$$

5. (a) Videti predavanja i skripta "Fizika" P.Marinković.

(b) Ako se levi teg pomeri nadole za  $x$ , jednačine kretanja kotura, desnog i levog tega su:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} MR^2 \alpha &= T_1 R - T_2 R, \\ ma &= k(x_0 - x) + mg - T_1, \\ ma &= T_2 - k(x_0 + x) - mg, \end{aligned} \quad (1)$$

respektivno, gde je  $x_0$  istežanje opruge u statičkoj ravnoteži,  $x$  dodatno istežanje/sabijanje opruga kada se sistem izvede iz ravnotežnog položaja,  $a$  je ubrzanje diskova,  $\alpha$  ugaono ubrzanje kotura,  $T_1$  sila zatezanja kanapa između desnog tega i i oboda kotura i  $T_2$  sila zatezanja kanapa između levog tega i i oboda kotura, a  $R$  je poluprečnik kotura. Sabiranjem tri jednačine iz (1) uz smenu  $a = \ddot{x} = R\alpha$  dobija se:

$$\ddot{x} + \frac{2k}{2m + M/2} x = 0.$$

Period malih oscilacija je:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m + M/4}{k}}.$$

6. (a) Videti predavanja 2018/19 i skripta "Talasi" J.Cvetić.

(b) Kako je izvor tačkast radi se o sfernim talasima. Intenzitet zvuka je je dat sa  $I = I_{izv} / r^2$  gde je  $I_{izv}$  intenzitet zvuka izvora a  $r$  rastojanje od izvora do tačke posmatranja. Prema definiciji intenziteta zvuka u decibelima  $\beta = (10\text{dB}) \log(I / I_0)$  gde je  $I_0$  minimalni intenzitet zvuka koje uvo može čuti, sledi

$$I_1 = I_{izv} / r_1^2, \quad \beta_1 = (10\text{dB}) \log(I_1 / I_0) \rightarrow I_{izv} = r_1^2 I_0 10^{\beta_1/10}. \quad (1)$$

(b1) Koristeći (1), na rastojanju  $r_2 = 10\text{m}$  je intenzitet zvuka

$$I_2 = I_{izv} / r_2^2 = r_1^2 I_0 10^{\beta_1/10} / r_2^2, \quad \beta_2 = (10\text{dB}) \log(10^{\beta_1/10} r_1^2 / r_2^2) = (10\text{dB}) \log(4000) = 36\text{dB}. \quad (2)$$

(b2) Zvuk se neće čuti na rastojanju  $r_3$  ako je  $\beta_3 = 0\text{dB} = (10\text{dB}) \log(10^{\beta_1/10} r_1^2 / r_3^2)$ , sledi

$$10^{\beta_1/10} r_1^2 / r_3^2 = 1, \quad r_3 = r_1 \sqrt{10^{\beta_1/10}} = 632\text{m}.$$

Predmetni nastavnici

P1-J. Cvetić, P2-V.Arsoski, P3-M. Tadić.