

## ISPIT IZ FIZIKE 1

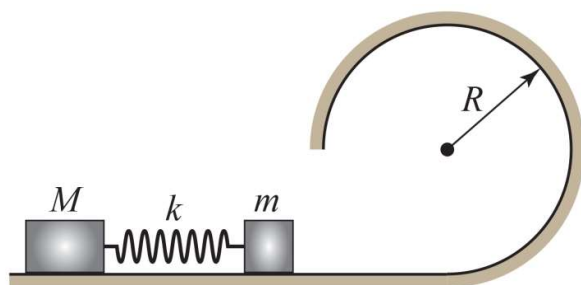
Julski ispitni rok

(Ispit traje 3 sata)

ETF, Beograd, 27. 06. 2019.

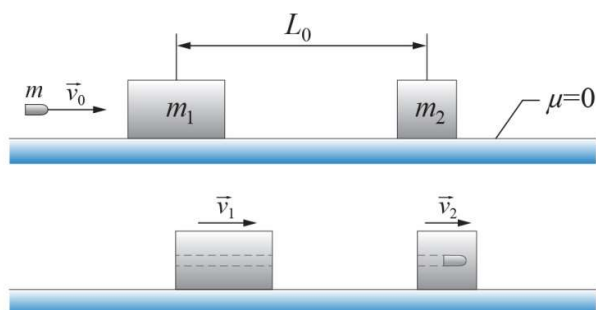
- (a) [70] Izvesti izraze za vektore brzine i ubrzanja u polarnom koordinatnom sistemu.  
(b) [30] Definisati sektorsku brzinu i izvesti izraz za vektor sektorske brzine u polarnom koordinatnom sistemu.
- [100] Maksimalna visina projektila ispaljenog sa površi Zemlje povećava se za 1% samo promenom elevacionog ugla, bez promene njegove početne brzine. Za koliko procenata se povećava vreme leta projektila?

3. [100] Između tela masa  $M=1,5$  kg i  $m=0,5$  kg koja leže na horizontalnoj glatkoj podlozi postavljena je sabijena laka opruga konstante krutosti  $k=500$  N/m (vidi sliku uz zadatak). Krajevi opruge nisu čvrsto vezani za tela, a opruga se održava u sabijenom stanju pomoću tankog konca koji ih povezuje. Kada se konac prekine telo  $m$  ulazi u kružnu glatku petlju poluprečnika  $R=15$  cm. Izračunati koliko treba da se sabije opruga da bi telo  $m$  obišlo kružnu petlju bez ispadanja. Smatrati da su dimenzije tela  $m$  zanemarljive u odnosu na poluprečnik petlje  $R$ .



Slika uz zadatak 3.

4. [100] Metak mase  $m_0=5$  g je ispaljen brzinom  $v_0=1000$  m/s duž pravca koji spaja centre homogenih blokova masa  $m_1=1$  kg i  $m_2=0,495$  kg koji miruju na horizontalnoj idealno glatkoj podlozi na rastojanju  $L_0=2$  m. Metak proleće kroz blok 1 nakon čega mu se brzina smanji 5 puta i zaustavlja se u bloku 2. Odrediti vreme nakon kojeg će se blokovi sudariti mereno od trenutka prolaska metka kroz prvi blok.



Slika uz zadatak 4.

Blokove posmatrati kao materijalne tačke.

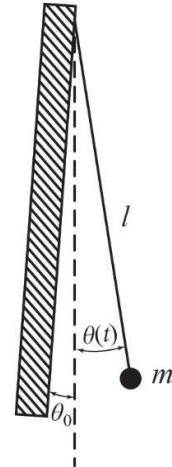
Smatrati da je prolazak metka kroz blok 1 i ulazak u blok 2 trenutni. Masa koju metak "ukloni" iz blokova je zanemarljiva.

5. Za zid koji je nagnut prema vertikali za veoma mali ugao  $-\theta_0$  (u smeru kazaljke na satu) zakačeno je matematičko klatno dužine  $l$ . Ukoliko se klatno otkloni za mali ugao  $2\theta_0$  u odnosu na vertikalu i pusti, odrediti:

- (a) [50] jednačinu promene ugla otklona klatna u funkciji vremena,  $\theta(t)$ , od početnog trenutka do trenutka udarca u zid;  
 (b) [50] period malih oscilacija klatna.

Smatra se da je sudar sa zidom trenutani i idealno elastičan.

**Sugestija:** Razmotriti kretanje od  $t=0$  do udarca u zid i od odbijanja od zida do ponovnog zaustavljanja. Razmisliti šta predstavlja period oscilacija.



Slika uz zadatak 5.

6. (a) [30] Izvesti talasnu jednačinu za prostiranje putujućih talasa u linearnoj, nedisipativnoj i nedisperzionoj sredini.  
 (b) [70] Izvesti izraze za koeficijente refleksije i transmisije amplitude i snage harmonijskih putujućih transverzalnih talasa na spoju dve dugačke zategnute žice. Poznata je sila zatezanja žica i podužne gustine obe žice.

*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 neprogramibilnih 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  
julski ispitni rok 2019.**

1. Videti skripta i predavanja.
2. Maksimalna visina projektila ispaljenog početnom brzinom  $v_0$  pod elevacionim uglom  $\theta$  je

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}. \quad (1)$$

Zbog malih promena možemo primeniti diferencijalni račun. Diferenciranjem (1) po uglu dobijamo

$$dh = \frac{v_0^2}{2g} 2 \sin \theta \cos \theta d\theta \rightarrow \frac{\Delta h}{h} \cong \frac{dh}{h} = \frac{2 \cos \theta d\theta}{\sin \theta} = 0.01. \quad (2)$$

Iz (2) sledi

$$\frac{\cos \theta d\theta}{\sin \theta} = 0.005. \quad (3)$$

Vreme leta projektila je

$$T = \frac{2v_0 \sin \theta}{g}. \quad (4)$$

Mala promena vremena leta se dobija diferenciranjem (4)

$$dT = \frac{2v_0 \cos \theta d\theta}{g}. \quad (5)$$

Sledi

$$\frac{dT}{T} = \frac{\cos \theta d\theta}{\sin \theta}. \quad (6)$$

Poredeći (6) i (1) dobija se

$$\frac{dT}{T} = 0.005 = 0.5\%. \quad (7)$$

3. Jednačina ravnoteže sila na vrhu kružne petlje je

$$\frac{mv_1^2}{R} = mg \rightarrow v_1^2 = gR. \quad (1)$$

gde je  $v_1$  brzina mase  $m$  na vrhu petlje. Zakon o održanju energije mase  $m$  daje

$$\frac{1}{2}mv^2 = mg2R + \frac{1}{2}mv_1^2, \rightarrow v^2 = v_1^2 + 4gR, \quad (2)$$

$v$  brzina mase  $m$  nadesno neposredno posle prekidanja konca. Iz (1) i (2) sledi

$$v^2 = 5gR. \quad (3)$$

Zakon o održanju impulsa pre i posle prekidanja konca daje

$$-Mv_0 + mv = 0, \quad (4)$$

gde je  $v_0$  brzina mase  $M$  nalevo. Zakon o održanju energije daje

$$\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}Mv_0^2 + \frac{1}{2}mv^2. \quad (5)$$

Iz (3), (4) i (5) sledi

$$x = \sqrt{\frac{5gR m(m+M)}{k M}} = 10 \text{ cm.}$$

4. Na osnovu zakona održanja količine kretanja pri interakciji metka sa blokom 1 i 2, sledi:

$$\begin{aligned} m_0 v_0 &= m_1 v_1 + m_0 v, \\ m_0 v &= (m_0 + m_2) v_2, \end{aligned}$$

gde je po uslovu zadatka  $v = v_0/5$ . Nakon interakcije sa metkom brzine blokova su  $v_1 = 4 \text{ m/s}$  i  $v_2 = 2 \text{ m/s}$ .

Od trenutka kada metak prođe kroz blok 1 do trenutka kada uleti u blok 2 prođe vreme:

$$\Delta t_1 = \frac{L_0}{v} = 0,01 \text{ s},$$

za koje se rastojanje blokova smanji na  $L = L_0 - v_1 \Delta t_1 = 1,96 \text{ m}$ .

Nakon zaustavljanja metka u bloku 2 vreme potrebno da se blokovi sudare je:

$$\Delta t_2 = \frac{L}{v_1 - v_2} = 0,98 \text{ s},$$

pa je ukupno vreme:

$$\tau = \Delta t_1 + \Delta t_2 = 0,99 \text{ s}.$$

5. Jednačina kretanja klatna je

$$I\ddot{\theta} = -mgl \sin \theta,$$

gde je  $I = ml^2$ , što se za male oscilacije ( $\sin \theta \approx \theta$ ) svodi na diferencijalnu jednačinu matematičkog klatna:

$$\ddot{\theta} + \frac{g}{l} \theta = 0.$$

(a) Pre udarca u zid vremenska zavisnost ugla odklona je:

$$\theta(t) = 2\theta_0 \cos \omega_0 t,$$

gde je  $\omega_0 = \sqrt{g/l}$ , a početni uslov  $\theta(0) = 2\theta_0$ .

(b) U trenutku kada je odklon klatna  $-\theta_0$  ono udara u zid. Kako je sudar trenutan i idealno elastičan (ugaona brzina klatna trenutno menja smer i klatno se vraća u početni položaj) ovaj trenutak predstavlja polovinu perioda oscilacija  $\theta(T/2) = -\theta_0$ . Iz ovog uslova sledi:

$$\theta(T/2) = 2\theta_0 \cos \frac{\omega_0 T}{2} = -\theta_0 \Rightarrow \cos \frac{\omega_0 T}{2} = -\frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\omega_0 T}{2} = \frac{2\pi}{3},$$

odakle se dobija:

$$T = \frac{4\pi}{3} \sqrt{\frac{l}{g}}.$$

6. Videti skripta i predavanja.

Predmetni nastavnici