

# ISPIT IZ FIZIKE 1

(Ispit traje 3 sata)

ETF, Beograd, 29.9.2021.

1. Čestica se kreće u  $xOy$  ravni tako da je vektor sektorske brzine usmeren duž  $z$  ose intenziteta  $v_s(t) = kt^2/2$ , gde je  $k = \text{const} > 0$ . Radijalna projekcija brzine čestice u polarnom koordinatnom sistemu je  $v_\rho(t) = u$ , gde je  $u = \text{const} > 0$ . Ako su polarne koordinate čestice u početnom trenutku  $\rho(t=0) = 0$ ,  $\varphi(t=0) = 0$ , odrediti:
- [50] parametarske jednačine kretanja čestice,  $\rho(t)$  i  $\varphi(t)$ ;
  - [50] zavisnost radijalne i cirkularne projekcije ubrzanja čestice od vremena,  $a_\rho(t)$  i  $a_\varphi(t)$ .

2. a) (**Teorijsko pitanje**) [40] Formulirati i dokazati teoremu o promeni kinetičke energije materijalne tačke.

(**Zadatak**) Blok se kreće po strmoj ravni nagibnog ugla  $\theta = 30^\circ$ .

- [30] Najpre se blok spušta niz strmu ravan. Ako je brzina bloka pri ovom kretanju konstantna, izračunati koeficijent dinamičkog trenja između bloka i strme ravni.
- [30] Zatim se blok penje uz strmu ravan. Odrediti gubitak mehaničke energije bloka od početka kretanja do trenutka zaustavljanja, ako je početna kinetička energija bloka  $E_{k0} = 10$  J.

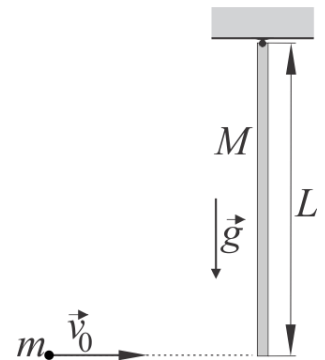
- 
3. a) (**Teorijsko pitanje**) [50] Izvesti translatornu jednačinu kretanja centra mase  $N$  materijalnih tačaka. Na tačke pored unutrašnjih (međusobnih) sila deluju i spoljašnje sile.

b) (**Zadatak**) [50] Niz od  $N$  materijalnih tačaka čije su mase  $m, 2m, 3m, \dots, Nm$  postavljene su duž  $x$ -ose na mestima  $x_1=d, x_2=2d, x_3=3d \dots, x_N = Nd$ , respektivno. Naći koordinatu centra mase ovog sistema i izračunati je za  $N=1000$ .

Napomena: 
$$\sum_{i=1}^n i^2 = n(n+1)(2n+1)/6.$$

4. Kruti homogeni štap mase  $M$  i dužine  $L$  jednim svojim krajem zakačen je za zglob o plafon i vertikalno visi. Štap može da se obrće oko zgloba bez trenja u gravitacionom polju Zemlje (ubrzanje Zemljine teže je  $g$ ). Tačkasto telo mase  $m$  kreće se horizontalnom brzinom intenziteta  $v_0$ , pogađa donji kraj štapa i posle sudara nastavlja da se kreće horizontalno brzinom intenziteta  $v_0/2$  u istom smeru. Štap se posle sudara okreće oko zgloba tako da dotakne plafon ugaonom brzinom jednakom nuli. Odrediti:

- [50] odnos masa  $M/m$  za koji je sudar elastičan;
- [50] horizontalnu brzinu  $v_0$  za odnos masa određen pod a).



Slika uz zadatak 4.

5. a) (**Teorijsko pitanje**) [70] Izvesti opšti izraz za rezonantnu kružnu učestanost oscilatora na koga deluje prostoperiodična prinudna sila konstantnog pravca.
- b) (**Zadatak**) [30] Prostoperiodična sila deluje vertikalno na telo mase 5 kg koje visi na opruzi koeficijenta krutosti 80 N/m koja je okačena za ravan plafon. Intenzitet sile otpora sredine u kojoj se telo kreće je proporcionalan intenzitetu brzine, sa koficijentom proporcionalnosti koji iznosi 20 Ns/m. Odrediti rezonantnu kružnu učestanost oscilatora.
6. [100] Dve zvučne viljuške i nepokretni slušalac postavljeni su duž jednog pravca. Osnovne frekvencije oscilovanja viljuški su  $f_0 = 440$  Hz. Jedna viljuška se kreće ka, a druga od slušaoca brzinama istog intenziteta. Slušalac registruje izbijanje frekvencije  $f_{izb} = 3$  Hz. Ako je brzina zvuka u vazduhu  $c = 340$  m/s, odrediti intenzitet brzine kojom se viljuške kreću.

*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 trebaju da u gornjem levom uglu vežbanke zabeleže da li rade drugi deo (K2) ili integralni ispit (INT).**

3) **Studenti koji rade samo drugi kolokvijum u gornjem levom uglu na koricama vežbanke treba da napišu K2 i rade ZADATKE 3-6 za vreme 3 h. U kućice ispod brojeva zadataka 1 i 2 da upiše K1 (kako bi im se računali poeni sa prvog kolokvijuma).**

4) **Studenti koji polažu integralni ispit rade SVE ZADATKE (1-6) za vreme 3 h. Studentima koji nisu ništa napisali u gornjem levom uglu na koricama vežbanke ispit se pregleda kao integralni. Ukoliko je student radio integralni ispit, ne priznaje mu se parcijalno prvi ili drugi deo!**

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

6) Na koricama vežbanke (u gornjem desnom uglu) treba napisati broj poena sa prijemnog ispita iz fizike (ako je rađen 2020. 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 = ? Ukoliko student ne stavi nikakvu oznaku za prijemni ispit, poeni sa prijemnog ispita mu se neće uzeti u obzir.

7) *Dozvoljena je upotreba neprogramibilnih kalkulatora i grafitne olovke.*

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

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

**Rešenja zadataka, Fizika 1, ETF, Beograd  
oktobarski ispitni rok 2021.**

1. a)  $v_\rho = \dot{\rho} \rightarrow \rho(t) = ut$ ;  $v_s = \rho^2 \dot{\phi} / 2 \rightarrow \phi(t) = kt/u^2$ .

b)  $a_\phi = \frac{2k}{u}$ ;  $a_\rho = -\frac{k^2}{u^3}t$ .

2. a) Videti predavanja i skripta iz Fizike 1.

b)  $\mu = \operatorname{tg}\theta = \sqrt{3}/3 = 0,577$ .

c)  $a = -g(\sin\theta + \mu\cos\theta) = -g$ ;  $s = v_0^2/2g$ ;  $\Delta E = |A_{tr}| = E_{k0} - E_{p1} = E_{k0}/2 = 5\text{ J}$ .

3. a) Videti predavanja i skripta iz Fizike 1.

b) Prema izrazu za koordinatu centra mase po  $x$ -osi sledi

$$x_{CM} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i m_i}{\sum_{i=1}^N m_i} = \frac{d(1^2 + 2^2 + \dots + N^2)}{1 + 2 + \dots + N} = d \frac{N(N+1)(2N+1)}{6} \frac{2}{N(N+1)} = d \frac{2N+1}{3}.$$

Za  $N = 1000$  sledi  $x_{CM} = 667d$ .

4. Videti rešenje 147. zadatka iz P. Marinković, J. Cvetić, M. Tadić, "Fizika 1: Zbirka ispitnih zadataka sa rešenjima".

5. a) Videti predavanja i skripta iz Fizike 1.

b) Sopstvena kružna učestanost oscilatora je

$$\omega_0 = \sqrt{k/m} = 4 \text{ rad/s}.$$

Koeficijent prigušenja je

$$\alpha = \frac{b}{2m} = 2 \frac{1}{\text{s}}.$$

Sledi da je rezonantna učestanost:

$$\omega_{rez} = \sqrt{\omega_0^2 - 2\alpha^2} = 2\sqrt{2} \text{ rad/s} = 2,82 \text{ rad/s}.$$

6. Za formule videti predavanja i skripta iz Fizike 1. Frekvencije koje se čuju kada se viljuška udaljava i približava slušaocu brzinom  $v$  su  $f_1 = f_0/(1+v/c)$  i  $f_2 = f_0/(1-v/c)$ , respektivno. Frekvencija izbijanja je

$$f_{izb} = f_2 - f_1 = \frac{2xf_0}{1-x^2}, \quad x = v/c.$$

Rešavanjem poslednje jednačine po brzini, odnosno po  $x$ , sledi kvadratna jednačina  $x^2 + 2xf_0/f_{izb} - 1 = 0$ . Usvajajući samo pozitivno (fizički realno) rešenje za brzinu dobijamo

$$x = \frac{v}{c} = \frac{-f_0 + \sqrt{f_0^2 + f_{izb}^2}}{f_{izb}} = 3,41 \cdot 10^{-3} \Rightarrow v = 1,16 \text{ m/s}.$$

Predmetni nastavnici

J. Cvetić, V. Arsoski, M. Tadić