

# ISPIT IZ FIZIKE 1

Januarski ispitni rok

(Ispit traje 3 sata)

ETF, Beograd, 25.01.2022.

1. (a) [40] (**Teorijsko pitanje.**) Izvesti izraze za vektore brzine i ubrzanja u polarnim koordinatama.
- (b) [60] Tri čamca A, B i C na mirnoj površini vode nalaze se u početnom trenutku na jednakim rastojanjima  $a$  jedan od drugog (u temenima jednakostraničnog trougla stranice  $a$ ). Čamci se kreću brzinama konstantnog intenziteta  $v_0$  (u odnosu na vodu) tako da je vektor brzine uvek usmeren ka susednom čamcu i to A ka B, B ka C i C ka A. Izračunati vreme za koje će se čamci sresti i put koji svaki čamac pređe od početnog trenutka do trenutka susreta.

2. (a) [45] (**Teorijsko pitanje.**) Komplano (planarno; složeno ravansko) kretanje krutog tela: definicija komplanog kretanja, definicija ugaone brzine i ugaonog ubrzanja u odnosu na bilo koju tačku tela izabranu za pol i veza vektora brzine bilo koje dve tačke na krutom telu.

(b) Točak oblika diska poluprečnika  $R$  se kotrlja bez proklizavanja po ravnoj horizontalnoj podlozi tako da mu je intenzitet brzine centra konstantan i iznosi  $v_0$ . Poznato je gravitaciono ubrzanje  $g$ .

(b1) [20] Odrediti na kojim rastojanjima u odnosu na tačku kontakta točka i podloge su tačke točka koje u posmatranom trenutku vremena imaju intenzitet brzine  $v_0$ .

(b2) [35] U toku kretanja točak sa podloge „pokupi“ kapljicu vode (pri čemu mu se ne promeni brzina centra). Kapljica se odvoji od točka na visini  $R$  u uzlaznoj putanji. Kolika je maksimalna visina u odnosu na podlogu koju kapljica dostigne nakon odvajanja od točka? Kapljicu posmatrati kao materijalnu tačku.

3. Na horizontalnoj hrapavoj podlozi miruje telo mase  $m = 10 \text{ kg}$ . Koeficijent trenja između tela i podloge je  $\mu = 0,5$ . Ako na telo u trenutku  $t = 0$  počne da deluje vremenski promenljiva horizontalna sila  $F(t) = kt$ , gde je  $k = 1 \text{ N/s}$ , odrediti ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ):

(a) [20] trenutak kada će telo početi da proklizava po podlozi;

(b) [40] brzinu tela u trenutku  $t = 80 \text{ s}$ ;

(c) [40] pređeni put tela do trenutka  $t = 80 \text{ s}$ .

4. Pretpostavimo da se jedna čestica sudara sa drugom česticom koja pre sudara miruje. Mase čestica su jednake, a pri sudaru ne dolazi do promene njihovih masa. Pokazati da je ugao raštrkavanja čestica  $\alpha$  posle sudara:

(a) [20]  $\alpha = 90^\circ$  ako je sudar elastičan;

(b) [40]  $0 \leq \alpha < 90^\circ$  ako postoji gubitak kinetičke energije čestica;

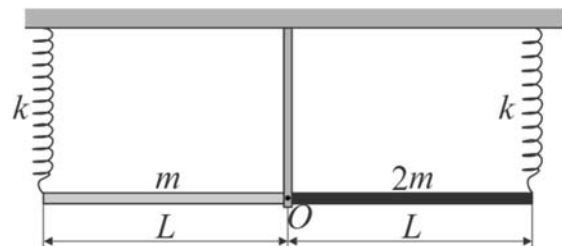
(c) [40]  $90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$  ako postoji dobitak kinetičke energije čestica.

5. Dve tanke krute homogene žice iste dužine  $L$  i masa  $m$  i  $2m$  čvrsto su spojene tako da formiraju nehomogeni kruti štap mase  $3m$  i dužine  $2L$ . U ravnotežnom položaju štap je postavljen horizontalno, a za njegove krajeve, normalno na štap, vezane su dve opruge iste krutosti  $k$  i zanemarljive mase (videti sliku). Opruga vezana za levi kraj štapa nije napregnuta, dok je desna opruga istegnuta. Štap može da rotira bez trenja oko nepokretne tanke osovine koja prolazi kroz tačku spoja dve žice (tačka  $O$ ) i normalna je na štap. Ubrzanje Zemljine teže je  $g$ . Odrediti:

(a) [20] istežanje desne opruge u ravnotežnom položaju štapa,  $x_0$ ;

(b) [20] intenzitet sile reakcije osovine na štap u ravnotežnom položaju,  $N$ ;

(c) [60] ako se štap malo pomeri iz ravnotežnog položaja, odrediti period malih oscilacija štapa  $T$ .



Slika uz 5. zadatak.

6. (a) [40] (**Teorijsko pitanje.**) Izvesti izraz za srednju snagu transverzalnog harmonijskog putujućeg talasa po žici, ako je poznata karakteristična impedansa žice  $Z$ , kružna učestanost talasa  $\omega$  i amplituda talasa  $Y_0$ .

(b) [60] (**Teorijsko pitanje.**) Izvesti izraze za koeficijente refleksije i transmisije snage transverzalnog harmonijskog putujućeg talasa na spoju dve žice karakterističnih impedansi  $Z_1$  i  $Z_2$ .

*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 šta rade. Ukoliko rade samo prvi kolokvijum u gornjem levom uglu na koricama vežbanke treba da napišu K1 i za njih ispit traje 2 sata. Dežurni nastavnik će obavestiti studente da predaju vežbanke nakon predviđenog vremena. Ukoliko student ne preda vežbanku, pri pregledanju će mu se računati kao da je radio integralni ispit.

3) Studenti koji polažu integralno 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 može mu se parcijalno priznati prvi deo!

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 2021. 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 pri formiranju ocene.

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.

**Fizika 1, ETF, Beograd**  
**Januarki ispitni rok 2022.**  
**Rešenja zadataka**

1. (a) Videti predavanja školske 2021/22.

(b) Za pol u težištu jednakostraničnog trougla dobijenog spajanjem položaja čamaca u početnom trenutku, radijalna projekcija brzine svakog čamca je  $v_\rho = \dot{\rho} = -v_0 \cos 30^\circ = \text{const}$ , odakle je:

$$\rho(t) = \rho_0 - v_0 \frac{\sqrt{3}}{2} t,$$

gde je početno rastojanje od centra  $\rho_0 = \frac{2}{3} a \frac{\sqrt{3}}{2}$ . Čamci će se sresti u težištu trougla u trenutku  $\tau$  (kad je  $\rho(\tau) = 0$ ):

$$\tau = \frac{2 \rho_0}{\sqrt{3} v_0} = \frac{2 a}{3 v_0}.$$

Za dato vreme svaki čamac će preći put:

$$S = v_0 \tau = \frac{2}{3} a.$$

2. (a) Videti predavanja školske 2021/22.

(b1) Brzinu  $v_0$  imaju sve tačke koje su na rastojanju  $R$  od tačke kontakta točka i podloge.

(b2) Projekcija početne brzine kapljice na  $y$  osu je  $v_{0y} = \omega R = v_0$ , pa je maksimalna visina:

$$H_{\max} = R + \frac{v_{0y}^2}{2g} = R + \frac{v_0^2}{2g}.$$

3. (a) Trenutak proklizavanja tela je

$$t_0 = \mu mg / k = 50 \text{ s}.$$

(b) Ubrzanje tela za  $t > t_0$  je  $a = kt / m - \mu g$ . Brzina tela se dobija integracijom po vremenu

$$v = k(t^2 - t_0^2) / (2m) - \mu g(t - t_0) = 45 \text{ m/s}.$$

(c) Pređeni put tela se dobija integracijom brzine za  $t > t_0$

$$s = k \left[ (t^3 - t_0^3) / 3 - t_0^2(t - t_0) \right] / (2m) - \mu g \left[ (t^2 - t_0^2) / 2 - t_0(t - t_0) \right] = 450 \text{ m}.$$

4. Pretpostavimo da je početni impuls prve čestice pre sudara  $\vec{p}_1$ , dok su impulsi prve i druge čestice posle sudara  $\vec{p}'_1$  i  $\vec{p}'_2$ , respektivno. Prema zakonu o očuvanju impulsa sistema (nema spoljašnjih sila koje deluju na sistem) sledi

$$\vec{p}_1 = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2. \quad (1)$$

Kvadriranjem leve i desne strane (1) sledi

$$p_1^2 = p_1'^2 + p_2'^2 + 2\vec{p}'_1 \vec{p}'_2. \quad (2)$$

Prema zakonu o očuvanju ukupne energije sistema

$$E_{k1} = E'_{k1} + E'_{k2} + \Delta E, \quad (3)$$

gde su  $E_{k1}$  kinetička energija prve čestice pre sudara,  $E'_{k1}$ ,  $E'_{k2}$ , kinetičke energije prve i druge čestice posle sudara, respektivno i  $\Delta E$  je energija koja se generiše pri sudaru. Razlikuju se sledeći slučajevi:  $\Delta E = 0$  (elastični sudar),  $\Delta E > 0$  (gubitak kinetičke energije čestica, prelazak kinetičke energije u unutrašnju energiju čestica) i  $\Delta E < 0$  (dobitak kinetičke energije čestica, prelazak unutrašnje energije u kinetičku energiju čestica). Kako je

$$E_{k1} = mv_1^2/2 = p_1^2/(2m), E'_{k1} = mv_1'^2/2 = p_1'^2/(2m), E'_{k2} = mv_2'^2/2 = p_2'^2/(2m), \quad (4)$$

Kombinovanjem (1), (2) i (3) dobija se

$$\vec{p}'_1 \vec{p}'_2 = p'_1 p'_2 \cos \varphi (\vec{p}'_1, \vec{p}'_2) = m\Delta E. \quad (5)$$

- (a) Ako je sudar elastičan sledi  $\Delta E = 0$ , prema (5) sledi  
 $\cos \varphi (\vec{p}'_1, \vec{p}'_2) = 0, \rightarrow \varphi (\vec{p}'_1, \vec{p}'_2) = 90^\circ$ .
- (b) Ako je sudar sa gubitkom kinetičke energije  $\Delta E > 0$ , prema (5) sledi  
 $\cos \varphi (\vec{p}'_1, \vec{p}'_2) > 0, \rightarrow 0 \leq \varphi (\vec{p}'_1, \vec{p}'_2) < 90^\circ$ .
- (c) Ako je sudar sa dobitkom kinetičke energije  $\Delta E < 0$ , prema (5) sledi  
 $\cos \varphi (\vec{p}'_1, \vec{p}'_2) < 0, \rightarrow 90^\circ < \varphi (\vec{p}'_1, \vec{p}'_2) \leq 180^\circ$ .

5. Videti rešenje zadatka 210. u “Fizika 1: Zbirka ispitnih zadataka sa rešenjima”.

- (a)  $x_0 = \frac{mg}{2k}$ .
- (b)  $N = \frac{5}{2}mg$ .
- (c)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{2k}}$ .

6. Videti predavanja školske 2021/22.

Beograd, 25.01.2022.

Predmetni nastavnici

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