

ISPIT IZ FIZIKE 1

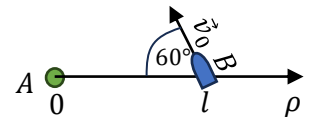
Ispitni rok „Jul 1“

(Ispit traje 3 sata)

ETF, Beograd, 29.8.2025.

1. (a) [50] (**Teorijsko pitanje**) Izvesti izraze za brzinu i ubrzanje u polarnim koordinatama.

(b) [50] (**Zadatak**) Brod B se približava ostrvu A brzinom konstantnog intenziteta v_0 tako da u svakom trenutku vektor njegove brzine zaklapa sa pravcem koji spaja brod i ostrvo ugao 60° . Odrediti vreme τ za koje brod stigne do ostrva, kao i pređeni put s . Nacrtati trajektoriju broda. Početno rastojanje broda i ostrva je l (videti sliku uz zadatak 1). Smatrati da je površina vode idealno mirna.



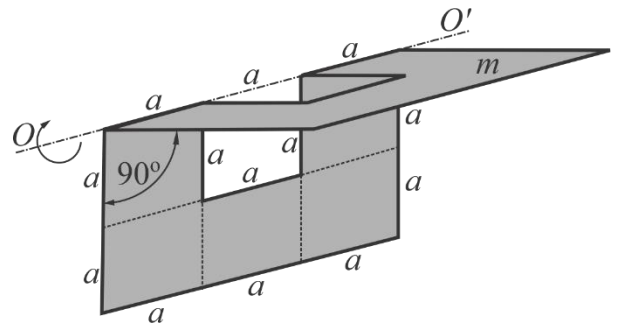
Slika uz zadatak 1.

2. [100] Kuglica, koja se može smatrati materijalnom tačkom, pada bez početne brzine sa visine h (čija je vrednost mnogo manja od poluprečnika Zemlje) iznad ravne horizontalne površi na Zemlji. Pored gravitacione sile Zemlje, na kuglicu pri kretanju deluje otporna sila okolnog vazduha, suprotno usmerena od vektora brzine kuglice, intenziteta $|\vec{F}_{ot}| = mkv^2$, gde je m masa kuglice, $k = \text{const}$, a v intenzitet vektora brzine. Za poznate k i h i ubrzanje Zemljine teže g , odrediti brzinu kuglice pri udaru o Zemlju.

3. (a) [60] (**Teorijsko pitanje**) Izvesti izraz za brzinu projektila mase m nakon idealno elastičnog sudara sa rastrkavanjem sa metom mase M koja pre sudara miruje. Početna brzina projektila je v_0 . Razmotriti sve moguće odnose masa mete i projektila $A = M/m$.

(b) [40] (**Zadatak**) Neutron (projektil), koji se kreće brzinom intenziteta $v_0 = 500$ m/s, sudara se sa drugim neutronom (metom) koji miruje. Ukoliko se neutron projektil raseje pod uglom od 60° , odrediti brzine oba neutrona nakon sudara.

4. (a) [50] U krutoj tankoj homogenoj ploči stranica $2a$ i $3a$, formiran je kvadratna šupljina stranice a , tako da telo ima oblik simetričnog ćiriličnog slova Π (dimenzija označenih za vertikalni položaj tela na slici uz zadatak) i masu m . Pravac jedne duže stranice šupljeg prauugaonika se poklapa sa pravcima ose OO' i jedne stranice kvadratne šupljine. Odrediti moment inercije ovog tela u odnosu na osu OO' .



(b) [50] Odrediti intenzitet maksimalne ugaone brzine ovog tela kada se pusti da rotira bez trenja oko ose OO' iz stanja mirovanja u horizontalnom položaju. Poznato je gravitaciono ubrzanje Zemlje g .

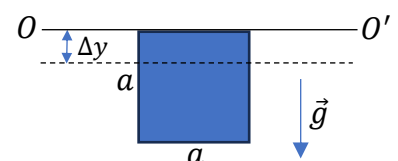
Slika uz zadatak 4.

5. (a) [50] (**Teorijsko pitanje**) Izvesti izraz za period malih oscilacija fizičkog klatna mase m koje osciluje u odnosu na osu OO' koja je na normalnom rastojanju s u odnosu na centar mase klatna. Smatrati da je poznat moment inercije $I_{OO'}$ u odnosu na ovu osu i gravitaciono ubrzanje Zemlje g .

(b) (**Zadatak**) Idealno tanka homogena ploča mase m oblika kvadrata stranice a fiksirana je tako da može da osciluje u gravitacionom polju oko horizontalne ose koja prolazi kroz jednu stranicu kvadrata, kao fizičko klatno. Poznato je gravitaciono ubrzanje Zemlje g .

(b1) [25] Odrediti period malih oscilacija ove ploče.

(b2) [25] Za koliko rastojanje Δy treba paralelno pomeriti osu (u ravni ploče) tako da period oscilacija ploče bude minimalan?



Slika uz zadatak 5.

6. (a) [60] (**Teorijsko pitanje**) Izvesti izraz za faznu brzinu transverzalnih talasa po homogenoj žici podužne gustine μ zategnutoj silom intenziteta F .

(b) [40] (**Zadatak**) U homogenoj žici na gitari podužne gustine μ , kada se zategne silom inteziteta F formira se osnovni mod stojećeg talasa frekvencije f_1 . Kojom silom treba zategnuti žicu tako da na njoj bude formiran osnovni mod stojećeg talasa frekvencije $4f_1$? Zanimariti promenu podužne gustine i dužine žice sa silom zatezanja.

Opšte napomene:

1) Na vrhu korica vežbanke na sredini 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) Ispit se polaže na dva načina: **(1) integralno ili (2) izradom II kolokvijuma.**

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. Poželjno je DA U POLJA NA KORICAMA VEŽBANKE ispod brojeva 1 i 2 upišu K1, čime su se opredelili da im se priznaju bodovi sa I kolokvijuma.**

4) **Studenti koji polažu ispit integralno 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 jedan 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 2023. 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.

7) **Dozvoljena je upotreba neprogramibilnih kalkulatora i grafitne olovke minimalne tvrdoće B2.**

8) **List sa tekstom zadataka poneti sa sobom. Ne ostavljati ga u vežbanci.**

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

10) **Kompletan odgovor na teorijsko pitanje podrazumeva prikaz relevantne/ih skice/a, izvođenja i ispisivanje pratećeg teksta. Vektori moraju biti jasno obeleženi tako da se razlikuju od skalara.**

11) **Ako student nastavlja izradu zadatka, neophodno je da na mestu prekida izrade zadatka jasno naznači da nastavak postoji. Ukoliko se više zadataka (ili delova) radi na istoj strani, neophodno je rastaviti ih horizontalnom linijom preko cele širine stranice. Ne preskakati listove u vežbanci. Ukoliko se ostave prazne stranice između zadataka, a ne popune se do predaje vežbanke, precrtati ih.**

Fizika 1, ETF, Beograd
Jul 1 ispitni rok 2025. godine
Rešenja zadataka

1. (a) Videti skripta i predavanja školske 2024/25.

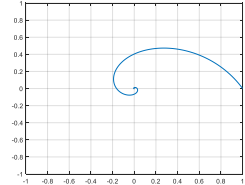
(b) Brzina koju brod ima prema ostrvu (radijalna projekcija) je konstantna i iznosi

$$v_\rho = -v_0 \cos 60^\circ = -\frac{v_0}{2} = \frac{d\rho}{dt} \Rightarrow d\rho = -\frac{v_0}{2} dt \Rightarrow \int_l^0 d\rho = -\int_0^\tau \frac{v_0}{2} dt \Rightarrow l = \frac{v_0 \tau}{2} \Rightarrow \tau = \frac{2l}{v_0}.$$

Brod se kreće brzinom konstantnog intenziteta, pa je pređeni put $S = v_0 \tau = 2l$.

Kako je $v_\varphi = v_0 \sin 60^\circ$:

$$\frac{v_\rho}{v_\varphi} = \frac{d\rho}{\rho d\varphi} = -\frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \int_l^\rho \frac{d\rho}{\rho} = -\frac{1}{\sqrt{3}} \int_0^\varphi d\varphi \Rightarrow \ln \frac{\rho}{l} = -\frac{\varphi}{\sqrt{3}} \Rightarrow \rho(\varphi) = l e^{-\frac{\varphi}{\sqrt{3}}}.$$



2. Videti rešenje zadatka 66. iz Zbirke ispitnih zadataka.

Jednačina kretanja duž y ose (za koordinatni početak postavljen na visini h) je

$$ma = m \frac{dv}{dt} = mg - mkv^2.$$

Uz zamenu $\frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dy} \frac{dy}{dt} = v \frac{dv}{dy}$, dobija se jednačina

$$v \frac{dv}{dy} = g - kv^2.$$

Razdvajanjem promenljivih:

$$\int_0^{v_1} \frac{v dv}{g - kv^2} = \int_0^h dy.$$

Rešenje je

$$v_1 = \sqrt{\frac{g}{k} (1 - e^{-2kh})}.$$

3. (a) Videti skripta i predavanja školske 2024/25.

(b) Kako su projektil i meta identične čestice (iste mase), zbir uglova rasejanja projektila ($\theta = 60^\circ$) i uzmarka mete ψ je 90° , te je $\psi = 30^\circ$. Stoga je brzina projektila nakon sudara $v_1 = v_0 \cos \theta = 250 \text{ m/s}$, dok je brzina mete $v_2 = v_0 \cos \psi = 250\sqrt{3} \text{ m/s}$.

4. (a) Videti predavanja i skripta.

(b) Zadatak se može rešiti primenom principa superpozicije. Jedan od načina je da se telo posmatra kao pet kvadratnih ploča mase $m/5$. Moment inercije kvadratne ploče u odnosu na osu koja leži u ravni ploče i prolazi kroz centar mase je ista kao za štap dužine a , $I_{CM, \blacksquare} = \frac{(m/5)a^2}{12}$. Na osnovu Štajnerove teoreme, moment inercije u odnosu na osu OO' koja je na normalnom rastojanju s_i od ose koja prolazi kroz centar ravne ploče, je $I_{OO', s_i} = I_{CM, \blacksquare} + (m/5)s_i^2$. Za dve ploče čija se jedna ivica poklapa sa osom ($s_1 = a/2$), moment inercije $I_{OO', s_1} = ma^2/15$, dok je za preostale tri kvadratne ploče $s_2 = 3a/2$, pa je $I_{OO', s_2} = 7ma^2/15$. Primenom principa superpozicije:

$$I_{OO'} = 2I_{OO', s_1} + 3I_{OO', s_2} = 2 \cdot \frac{1}{15} ma^2 + 3 \cdot \frac{7}{15} ma^2 = \frac{23}{15} ma^2.$$

(c) Rastojanje centra mase ploče u odnosu na osu je

$$s_{CM} = \frac{2(m/5)s_1 + 3(m/5)s_2}{m} = \frac{11}{10}a.$$

Polazeći od zakona održanja energije:

$$0 = \frac{I_{OO'}\omega_m^2}{2} + mg(-s_{CM}),$$

dobija se

$$\omega_m = \sqrt{\frac{33g}{23a}}.$$

5. (a) Videti skripta i predavanja školske 2024/25.

(b1) Moment inercije kvadratne ploče u odnosu na osu koja leži u ravni ploče i prolazi kroz centar mase je ista kao za štap dužine a , $I_{CM,\blacksquare} = \frac{ma^2}{12}$. Na osnovu Štajnerove teoreme, moment inercije u odnosu na osu OO' koja je na normalnom rastojanju $s = a/2$ od ose koja prolazi kroz centar ravne ploče, je $I_{OO'} = I_{CM,\blacksquare} + ms^2 = \frac{ma^2}{3}$, pa je period malih oscilacija:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_{OO'}}{mgs}} = 2\pi \sqrt{\frac{2a}{3g}}.$$

(b2) Iz uslova za minimalni period oscilacija dobija se da je period oscilacija minimalan u odnosu na osu koja je na normalnoj udaljenosti $s^* = \sqrt{\frac{I_{CM,\blacksquare}}{m}} = \frac{a}{2\sqrt{3}}$, pa osu treba pomeriti za:

$$\Delta y = |s^* - s| = s - s^* = \frac{a}{2} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right).$$

6. (a) Videti predavanja školske 2023/24.

(b) Videti rešenje zadatka 238. iz Zbirke:

$$F' = 16F.$$

Beograd, 29.8.2025.

Predmetni nastavnici

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