

UNIVERZITET U BEOGRADU

Jelena Ilić, Zoran Trifković, Jasmina Jovanović
Aleksandra Vasić, Vera Pavlović

ZBIRKA
REŠENIH ISPITNIH ZADATAKA
IZ
FIZIKE

MAŠINSKI FAKULTET
Beograd

UNIVERZITET U BEOGRADU

**Jelena Ilić, Zoran Trifković, Jasmina Jovanović,
Aleksandra Vasić, Vera Pavlović**

**ZBIRKA
REŠENIH ISPITNIH ZADATAKA
IZ
FIZIKE**

**MAŠINSKI FAKULTET
Beograd 2022.**

Univerzitet u Beogradu
Mašinski fakultet

dr Jelena Ilić, red. prof.
dr Zoran Trifković, red. prof.
dr Jasmina Jovanović, red. prof.
dr Aleksandra Vasić-Milovanović, red. prof.
dr Vera Pavlović, red. prof.

ZBIRKA REŠENIH ISPITNIH ZADATAKA IZ FIZIKE
- IX izdanje -

Recenzenti:

dr Predrag Osmokrović, red. prof. u penziji, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet
dr Rajko Šašić[†], red. prof., Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

Izdavač:

Univerzitet u Beogradu – Mašinski fakultet
Kraljice Marije br.16, Beograd
tel. (+381 11) 3302-200
fax. (+381 11) 3370-364
www.mas.bg.ac.rs

Za izdavača:

Dekan, dr Vladimir Popović, red. prof.

Urednik:

dr Milan Lečić, red. prof.
predsednik Komisije za izdavačku delatnost
Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu

Tiraž: 500 primeraka

Štampanje IX izdanja odobrila:
Komisija za izdavačku delatnost
Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu
i Dekan Mašinskog fakulteta
Odlukom br. 10/2022 od 02.06.2022. godine

Štampa: Planeta Print, 11000 Beograd
www.planeta-print.rs

Beograd, 2022. godine

ISBN 978-86-6060-121-8

© Sva prava zadržavaju autori. Nije dozvoljeno da, bez prethodne pismene dozvole autora, bilo koji deo ovog praktikuma bude snimljen, emitovan ili reprodukovan, uključujući ali ne i ograničavajući se na fotokopiranje, fotografiju, magnetni ili bilo koji drugi vid zapisa.

Predgovor

Zbirka rešenih ispitnih zadataka iz fizike prvenstveno je namenjena studentima Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Ona treba da omogući pripremu studentima za uspešno polaganje računskog dela ispita iz fizike. Zbirku čine dve celine, koje se međusobno prožimaju. U prvom delu dati su zadaci sa kompletnim rešenjima koji su se pojavljivali u ispitnim rokovima od 1998. do 2006. godine. U drugom delu nalaze se odabrani zadaci, takođe sa kompletnim rešenjima, koji su namenjeni studentima koji studiraju po novom planu i programu Mašinskog fakulteta iz 2005. godine, odnosno koji slušaju predmet Fizika i merenja. Studentima se toplo preporučuje da prorade obe grupe zadataka. Svesni da je nemoguće izbeći pojavu grešaka, ma koje prirode bile, unapred se zahvaljujemo svima onima koji nam na njih budu ukazali.

Autori

Beograd, decembar 2006. godine

SADRŽAJ

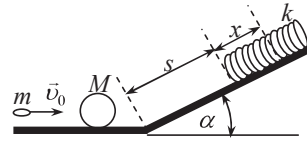
1. ISPITNI ZADACI.....	1
1998. godina.....	3
1999. godina.....	10
2000. godina.....	22
2001. godina.....	31
2002. godina.....	39
2003. godina.....	47
2004. godina.....	55
2005. godina.....	62
2006. godina.....	69
2. REŠENJA ISPITNIH ZADATAKA.....	73
1998. godina.....	75
1999. godina.....	88
2000. godina.....	104
2001. godina.....	119
2002. godina.....	128
2003. godina.....	141
2004. godina.....	153
2005. godina.....	162
2006. godina.....	174
3. REŠENI ZADACI IZ PREDMETA FIZIKA I MERENJA.....	181
Brzina. Ubrzanje. Sila. Primena II Njutnovog zakona.....	183
Zakon održanja mehaničke energije. Harmonijske oscilacije.....	190
Rad u mehanici i promena energije. Održanje količine kretanja.....	198
Fizika tečnosti i gasova.....	206
Mehanički talasi.....	223
Interferencija. Difrakcija.....	226
Literatura.....	234

Oktoibar 2004

I grupa

1. Metak mase $m=20\text{g}$, uleće brzinom $v_0=45\text{m/s}$ u telo mase $M=160\text{g}$, koje stoji na glatkoj horizontalnoj podlozi i zadržava se u njemu. Telo sa metkom se zatim penje uz glatku strmu ravan, nagibnog ugla $\alpha=30^\circ$, na čijm je vrhu položena opruga. Rastojanje od podnožja do početka opruge je $s=57\text{cm}$. Pri udaru tela o oprugu njeno maksimalno sabijanje iznosi $x=3\text{cm}$. Odrediti

- brzinu tela nakon zarivanja metka u njega, u podnožju strme ravni;
- energiju deformacije opruge E_{def} u trenutku njene maksimalne sabijenosti;
- koeficijent krutosti opruge k .



2. U blizini cevi, dužine $L=1\text{m}$ zatvorenoj na jednom kraju, nalazi se žica zategnuta silom $F=200\text{N}$, koja osciluje sa frekvencijom svog šestog harmonika. Masa žice je $m=20\text{g}$, a površina poprečnog preseka je $S=1\text{mm}^2$. Brzina zvuka u vazduhu je 343m/s .

- Kolika je dužina žice ℓ ako do rezonancije dolazi na frekvenciji drugog harmonika vazdušnog stuba u cevi?
- Ako energija deformacije žice iznosi $E_{\text{def}}=4,9\cdot 10^{-2}\text{J}$, odrediti Jungov moduo elastičnosti materijala od koga je žica napravljena.

3. Laser emituje svetlost talasne dužine $\lambda=600\text{nm}$. Laserski zrak se širi u vidu konusa čiji je ugao $\alpha=10^{-2}\text{rad}$ i na rastojanju $L=100\text{m}$ od lasera pada normalno na kružni fotodetektor prečnika $d=0,5\text{cm}$. Ako broj fotona koji padne na detektor u toku 1s iznosi $n_d=3\cdot 10^{17}$ fotona/s, odrediti:

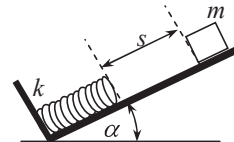
- snagu lasera P_L ;
- koeficijent apsorpcije neke površine postavljene normalno na rastojanju $L=100\text{m}$ od lasera, ako je poznato da pritisak svetlosti na nju iznosi $p_s=0,025\text{mPa}$.

(Podaci: $c=3\cdot 10^8\text{m/s}$, $h=6.62\cdot 10^{-34}\text{Js}$).

II grupa

1. Na dnu strme ravni nagibnog ugla $\alpha=30^\circ$ nalazi se opruga krutosti $k=1,96\cdot 10^3\text{N/m}$. Sa rastojanja $s=9\text{cm}$ od gornjeg kraja opruge pušta se iz stanja mirovanja telo mase $m=4\text{kg}$ da klizi bez trenja. Posle udara o oprugu telo se zakači za nju (bez odskakanja) i počinje harmonijsko oscilovanje sistema telo-opruga. Odrediti:

- za koliku dužinu x_R će se sabiti opruga do ravnotežnog položaja sistema nakon udara,
- maksimalnu brzinu tela v_{max} ,
- amplitudu oscilovanja A .



2. Dve žice A i B jednakih dužina i podužnih masa, pobuđuju se na oscilovanje pomoću generatora zvučnih frekvencija. Žica A je zategnuta konstantnom silom $F_A=30\text{N}$, a žica B konstantnom silom F_B . Prilikom merenja nepoznate sile F_B , rezonancija je uspostavljena kada je u žici A formiran stojeći talas na frekvenciji $n_A=12$ -og harmonika, a u žici B na frekvenciji $n_B=3$ -ćeg harmonika. Odrediti:

- a) nepoznatu silu F_B ;
b) brzinu prostiranja zvuka u materijalu žice A , ako se zna da je njena dužina $\ell=1\text{m}$, a pri prostiranju transverzalnih talasa brzine $c_T=62\text{m/s}$ u njoj, ona je istegnuta za $\Delta\ell=0,2\text{mm}$.

3. Normalno na pločicu od natrijuma, površine $S=5\text{cm}^2$ i koeficijenta refleksije $R=0,8$, pada monohromatski snop svetlosti talasne dužine $\lambda=600\text{nm}$. Pritisak koji ova svetlost vrši na površinu pločice iznosi $p=3\cdot 10^{-6}\text{Pa}$. Odrediti:

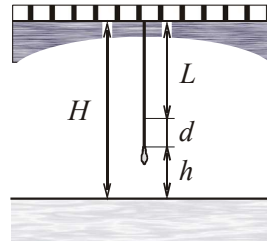
- a) broj fotona koje pločica apsorbuje u jedinici vremena n_A ;
b) brzinu ν i de Brojjevu talasnu dužinu fotoelektrona λ_{dB} .

Izlazni rad za natrijum je $A_{iz}=2,3\text{eV}$; Plankova konst. $h=6,626\cdot 10^{-34}\text{Js}$; brzina svetlosti $c=3\cdot 10^8\text{m/s}$, naelektrisanje elektrona $e=1,602\cdot 10^{-19}\text{C}$, a masa $m_e=9,1\cdot 10^{-31}\text{kg}$.

Januar 2005

I grupa

1. Skakač sa mosta (bungee-jumper) mase $m = 61\text{kg}$ skače sa mosta visine $H = 45\text{m}$ iznad vode (vidi sliku). Oko članka na nogama skakača vezano je specijalno napravljeno elastično uže dužine $L = 25\text{m}$ konstante elastičnosti $k = 160\text{N/m}$. U najnižoj tački skoka uže se isteže za dužinu d . Odrediti:



- visinu stopala skakača h iznad vode u njegovoj najnižoj tački u trenutku kada se padanje zaustavi;
- intenzitet sile koja deluje na skakača u trenutku kada skakač dosegne najnižu tačku.

Otpor pri kretanju kroz vazduh zanemariti.

2. Zvučni izvor snage $P = 25 \cdot 10^3\text{W}$, koji se nalazi u vazduhu, emituje zvuk frekvencije $\nu = 1\text{kHz}$ ravnomerno u svim pravcima. Pritisak vazduha je $p = 10^5\text{Pa}$, a temperatura $T = 313\text{K}$.

- Odrediti intenzitet I i nivo L zvuka na rastojanju $r = 100\text{m}$ od izvora. Prag čujnosti za datu frekvenciju je $I_0 = 10^{-12}\text{W/m}^2$.
- U zadatim uslovima, odrediti akustičku impedansu Z vazduha, maksimalnu brzinu v_m i amplitudu oscilovanja delića sredine na rastojanju $r = 100\text{m}$ od izvora.
- Za koliko će se povećati nivo zvuka, ako temperatura vazduha opadne na $T_1 = 253\text{K}$.

Podaci za vazduh: $\kappa = 1,41$, $\mu = 29\text{g/mol}$, $R = 8,314\text{J/molK}$.

3. a) Dokazati da za svaku Borovu orbitu važi relacija $nh\nu = 2E_k$, gde je ν frekvencija obrtanja a E_k kinetička energija na n -toj orbiti.

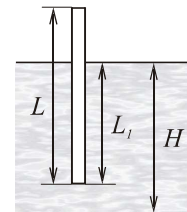
- Koliki će biti poluprečnik orbite elektrona u atomu vodonika koji se nalazio u osnovnom stanju, ako se on pobudi kvantom energije $h\nu = 12,1\text{eV}$?

Napomena: $r_1 = 0,52 \cdot 10^{-10}\text{m}$, $h = 6,62 \cdot 10^{-34}\text{Js}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$, $R_H = 1,1 \cdot 10^7\text{m}^{-1}$, $c = 3 \cdot 10^8\text{m/s}$.

II grupa

1. Homogenim drvenim štapom dužine $L = 5\text{m}$ i mase $m = 4\text{kg}$ izmeri se dubina jezera $H = 4,75\text{m}$. Odrediti:

- dužinu dela štapa L_1 , koji je pod vodom kada štap u vertikalnom položaju pliva;
- rad koji se izvrši kada se štap potopi vertikalno do dna;
- period oscilovanja štapa oko ravnotežnog položaja ako se on (vertikalno) malo zagnjuri u vodu i prepusti sam sebi.



Gustina drveta je $\rho = 750\text{kg/m}^3$, a vode $\rho_0 = 1000\text{kg/m}^3$.

2. Vertikalni stub fabričkog postrojenja učvršćen je sa nekoliko istih čeličnih užadi podužne mase $\mu = 0,039\text{kg/m}$. Užad su zategnuta istom silom pri kojoj je njihovo relativno istežanje $\delta = \Delta l/l = 2 \cdot 10^{-4}$. U ovako zategnutom užetu udarom se obrazuje transversalni talas sa frekvencijom osnovnog harmonika $\nu_{T1} = 3,75\text{Hz}$. Ako je Jungov moduo elastičnosti čelika $E_y = 2,2 \cdot 10^{11}\text{N/m}^2$, a gustina $\rho = 7,8 \cdot 10^3\text{kg/m}^3$, odrediti:

- a) silu F kojom je zategnuto uže i dužinu užeta l ;
b) frekvenciju $\nu_{L,1}$ osnovnog harmonika longitudinalnog talasa koji bi mogao da se prostire duž užeta.

3. Atom vodonika je u pobuđenom stanju i miruje. Ugaona brzina obrtanja elektrona na pobuđenom nivou je $\omega_n = 1,53 \cdot 10^{15} \text{s}^{-1}$. Ako sa ovog nivoa elektron pređe na drugi nivo ($m = 2$), odrediti:

- a) energetski nivo sa koga je elektron prešao; kolika je talasna dužina, energija, masa i količina kretanja fotona emitovanog pri ovom kvantnom prelazu,
b) brzinu uzmarka atoma vodonika posle emitovanja fotona.

Podaci: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{kg}$, $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{Js}$, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{F/m}$, $m_H = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{kg}$, $R_H = 1,1 \cdot 10^7 \text{m}^{-1}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$.