

## **Pitanja za pripremu i zadaci za izradu vježbi iz Praktikumuma iz fizike 1 ili Praktikumuma iz osnova fizike 1, I, A za profesorske smjerove**

### ***Opće napomene:***

- (i) Sva direktna (neovisna) mjerenja vrijednosti nepoznatih veličina potrebno je ponoviti više puta i zapisati barem **tri** izmjerene vrijednosti.
- (ii) Grafički prikaz ovisnosti nepoznate veličine  $y_i$  o poznatoj veličini  $x_i$  mora sadržavati bar **pet** parova vrijednosti  $(x,y)_i$ .
- (iii) **Voditelj** Praktikumuma dodjeljuje svakom polazniku odgovarajuće podzadatke pripadne vježbe.
- (iv) Polaznik treba **usmeno (ili pismeno)** odgovoriti na postavljena pitanja od strane voditelja i to prije nego što započne s mjerenjem na zadanoj vježbi.
- (v) Tijekom svog sljedećeg dolaska polaznik predaje završno **Izješće** (referat) s podacima mjerenja (koje je potpisano od strane voditelja), kao i s rezultatima dobivenim statističkom analizom (matematičkom obradom) izmjerenih podataka.

### **Pitanja za pripremu i zadaci za izradu vježbi**

#### **Vježba M1. Mjerenje izmjera i mase predmeta (priručnik: M. Požek i A. Dulčić, Fizički praktikum I i II)**

##### ***Pitanja za pripremu vježbe:***

1. Što je nonius na pomičnoj mjerki i čemu služi?
2. Definirajte hod mikrometarskog vijka i čemu služi bubanj na vijku?
3. Čemu služi vaga i kada je ona u ravnoteži? Može li vaga biti nejednakih krakova?
4. Definirajte osjetljivost vage i kako se ona određuje?
5. Kako je definirana apsolutna, a kako relativna pogreška direktno mjerene veličine?
6. Kako je definirana pogreška indirektno mjerene veličine?
7. Što znate o slaganju (propagaciji) relativne pogreške nepoznate veličine ako ona ovisi o više poznatih veličina (napr.:  $z_1 = xy$ ,  $z_2 = x/y$  i dr.?)

##### ***Zadaci:***

1. Voditelj praktikuma će Vam dodijeliti bar jedan predmet s određenom oznakom i na njemu je potrebno izvršiti sva planirana mjerenja. Mjerenje nepoznatih izmjera predmeta potrebno je učiniti pomoću: (i) obične mjerke, (ii) digitalne mjerke (iii) pomoću mikrometarskog vijka.
2. Izračunajte srednje vrijednosti i pogreške izmjera zadanog predmeta u pozadatku 1. (i), (ii) i (iii).
3. Izračunajte srednju vrijednost i pogrešku volumena zadanog predmeta uzimajući u obzir opću aritmetičku sredinu i pogrešku opće aritmetičke sredine.
4. Izračunajte srednju vrijednost i pogrešku gustoće zadanog predmeta.

#### **Vježba M2 Mjerenje $\eta$ pomoću viskozimetra s padajućom kuglicom (priručnik: M. Požek i A. Dulčić, Fizički praktikum I i II)**

##### ***Pitanja za pripremu vježbe:***

1. Napišite jednadžbu i objasnite koje sve sile djeluju na tijelo uronjeno u tekućinu.
2. Definirajte koeficijent unutarnjeg trenja  $\eta$ , te izvedite SI jedinicu kojom se vrijednosti od  $\eta$  izražavaju.
3. Napišite i objasnite jednadžbu temperature ovisnosti koeficijenta viskoznosti  $\eta$  tekućina.
4. Objasnite Stokes-ovu jednadžbu za silu unutarnjeg trenja u tekućini.
5. Napišite i objasnite empirijsku jednadžbu po kojoj se izračunava koeficijent  $\eta$ .

### **Zadaci za izradu vježbe:**

1. Odredite temperaturnu ovisnost koeficijenta viskoznosti  $\eta$ : **(a)** vode ili **(b)** metanola u temperaturnom intervalu: **(i)** (15-45) °C, **(ii)** (25-55) °C, **(iii)** (35-65) °C.
2. Podatke Vaših mjerenja iz podzadatka 1. prikažite grafički u koordinatnom sustavu ( $\ln \eta$ ,  $1/T$ ). Na grafu je potrebno prikazati barem pet izmjerenih vrijednosti od  $\eta$  za pet različitih temperatura odabranih u zadanom intervalu.
3. U vašem slučaju iz podzadatka 2. izračunajte linearnom metodom najmanjih kvadrata nagib pravca i objasnite njegovo fizičko značenje.

### **Vježba M3 Određivanje temperaturne ovisnosti gustoće vode**

(priručnik: **M. Požek i A. Dulčić, Fizički praktikum I i II**)

#### ***Pitanja za pripremu vježbe:***

1. Definirajte koeficijent rastezanja tekućine.
2. Što znate o anomaliji vode s obzirom na temperaturnu ovisnost gustoće vode i zbog čega se ona javlja?
3. Objasnite Arhimedov zakon za tijelo uronjeno u tekućinu?
4. Objasnite čemu služi Mohr-Westphal-ova vaga? Dali je to vaga jednakih krakova? Koji uvjet mora biti ispunjen da bi M-W vaga bila u ravnotežnom položaju?

#### ***Zadaci za izradu vježbe:***

1. Pomoću Mohr-Westphalove vage izmjerite gustoću vode za pet različitih temperatura odabranih u intervalu: **(a)** (15-45) °C, **(b)** (25-55) °C, **(c)** (35-65) °C.
2. Prikažite Vaša mjerenja gustoće vode u ( $\rho$ , T) koordinatnom sustavu i primjenom linearne metode najmanjih kvadrata odredite koeficijent temperaturnog širenja vode  $\alpha$  pri temperaturi: **(a)** 30 °C, **(b)** 40 °C, **(c)** 50 °C.

### **Vježba M4 Mjerenje napetosti površine tekućine metodom otkidanja prstena (po Du Nouy-u) i metodom kapilarng efekta**

(priručnik: **M. Požek i A. Dulčić, Fizički praktikum I i II**)

#### ***Pitanja za pripremu vježbe:***

1. Definirajte specifičnu površinsku energiju tekućine i SI jedinicu kojom se izražava njezina vrijednost.
2. Definirajte silu napetosti površine tekućine i SI jedinicu kojom se izražava njezina vrijednost.
3. Objasnite pojavu kapilarne elevacije vode i napišite jednadžbu za izračunavanje napetosti površine kapilarnim efektom.
4. Napišite i objasnite jednadžbu temperaturne ovisnosti napetosti površine tekućine.

#### ***Zadaci za izradu vježbe:***

1. Metodom otkidanja prstena odredite temperaturnu ovisnost napetosti površine destilirane vode  $\gamma$  za pet različitih temperatura odabranih u području: **(i)** (15-55) °C, **(ii)** (25-65) °C, **(iii)** (35-75) °C.
2. Podatke svojih mjerenja iz podzadatka 1. prikažite u ( $\gamma$ , T) koordinatnom sustavu.
3. Pri sobnoj temperaturi odredite napetost površine destilirane vode koristeći bar jednu od mogućih kapilara s polumjerom r: **(a)** (1,78± 0,05) mm, **(b)** (1,11± 0,05) mm, **(c)** (0,76± 0,03) mm, **(d)** (0,46± 0,02) mm, **(e)** (0,22± 0,01) mm.

### **Vježba M5 Slobodno, gušeno i prisilno titranje kružnog njihala**

(priručnik: **M. Požek i A. Dulčić, Fizički praktikum I i II**)

(Napomena: Mjerenja na Vježbi M5 se smiju izvoditi tijekom dvaju dolazaka na rad u Praktikum!)

### ***Pitanja za pripremu vježbe:***

1. Opišite kružno njihalo i objasnite različite načine titranja kružnog njihala.
2. Napišite i objasnite rješenje diferencijalne jednačbe za slobodno titranje kružnog njihala.
3. Napišite i objasnite rješenje diferencijalne jednačbe za gušeno titranje kružnog njihala.
4. Definirajte koeficijent gušenja i kojom se SI jedinicom izražava njegova vrijednost.
5. Objasnite pojavu amplitudne rezonancije prisilnog titranja kružnog njihala.
6. Definirajte moment inercije i jedinicu kojom se izražava vrijednost momenta inercije.
7. Napišite diferencijalnu jednačbu i njezino rješenje za prisilno titranje kružnog njihala.

### ***Zadaci za izradu vježbe:***

1. Odredite period titranja i frekvenciju slobodnog titranja kružnog njihala za dvije različite početne amplitude (napr. kutove odklona:  $10^\circ$  i  $90^\circ$ ).
2. Odredite logaritamski dekrement za struju prigušenja: **(a)** 1,0 A ili **(b)** 2,0 A.
3. Promatrajte prisilno titranje kružnog njihala i to za pobudnu frekvenciju koja je jednaka frekvenciji slobodnog titranja kružnog njihala, te još bar za dvije pobudne frekvencije ispod i bar za dvije pobudne frekvencije iznad frekvencije koja je određena tijekom slobodnog titranja kružnog njihala u podzadatku 1.
4. Izmjerite i prikažite grafički rezonantnu krivulju titranja kružnog njihala koja je dobivena uz struju prigušenja: **(a)** 1,0 A ili **(b)** 2,0 A.

## **Vježba M6 Zakon očuvanja mehaničke energije**

(priručnik: **M. Požek i A. Dulčić, Fizički praktikum I i II**)

### ***Pitanja za pripremu vježbe:***

1. Napišite jednačbe po kojima se računaju: potencijalna energija, te translacijska i rotacijska kinetička energija nekog krutog tijela.
2. Napišite jednačbu za moment inercije valjka, polumjera R i duljine L, koji rotira oko osi koja se podudara s osi valjka.
3. Napišite i objasnite jednačbu za ukupnu mehaničku energiju Maxwell-ovog diska.
4. Napišite i objasnite jednačbu za ubrzanje težišta Maxwell-ovog diska.
5. Napišite i objasnite jednačbu ovisnosti prijednog puta o vremenu gibanja diska.
6. Napišite i objasnite jednačbu ovisnosti brzine o vremenu gibanja Maxwell-ovog diska.

### ***Zadaci za izradu vježbe:***

1. Izmjerite vremena potrebna da Maxwell-ov disk, polazeći iz stanja mirovanja, prijeđe bar pet različitih putova  $s_i$  odabranih u intervalu: **(a)**  $s_{ai} = (25-45)$  cm, **(b)**  $s_{bi} = (30-50)$  cm, **(c)**  $s_{ci} = (35-50)$  cm, **(d)**  $s_{di} = (45-60)$  cm i **(e)**  $s_{ei} = (20-60)$  cm.
2. Provjerite ovisnost puta o vremenu prikazujući grafički svoja mjerenja iz podzadatka 1. u koordinatnom sustavu  $(s, t^2)$ .
3. Primjenom linearne metode najmanjih kvadrata odredite moment inercije Maxwell-ovog diska koristeći mjerenja iz podzadatka 1.
4. Na istom grafu prikažite ovisnosti promjena: **(a)** potencijalne, **(b)** kinetičke translacijske i **(c)** kinetičke rotacijske energije o vremenu gibanja Maxwell-ovog diska.

## **Vježba M7 Matematičko njihalo (priručnik: M. Požek i A. Dulčić, Fizički praktikum I i II)**

### ***Pitanja za pripremu vježbe:***

1. Objasnite iz kojih dijelova je sastavljeno matematičko njihalo, te dali period titranja njihala ovisi o masi  $m$  materijalne točke koja visi na niti duljine  $L$  i nit ima zanemarivu masu.
2. Napišite jednadžbu za period titranja matematičkog njihala ako njihalo titra uz male kutove odklona od ravnotežnog položaja.
3. Napišite jednadžbu za period titranja matematičkog njihala ako njihalo titra uz velike kutove odklona od ravnotežnog položaja.

### ***Zadaci za izradu vježbe:***

1. Uz istu duljinu niti i amplitudu kuta odklona od ravnotežnog položaja izmjerite period titranja njihala za dvije kuglice različitog polumjera i provjerite dali masa kuglice utječe na period titranja njihala.
2. Izmjerite period titranja matematičkog njihala za male amplitude (kutove) odklona i to za pet različitih duljina niti koje su odabrane u intervalu: **(a)**  $20\text{cm} \leq L \leq 50\text{ cm}$ , **(b)**  $25\text{cm} \leq L \leq 50\text{ cm}$ , **(c)**  $25\text{cm} \leq L \leq 45\text{ cm}$ , **(d)**  $25\text{cm} \leq L \leq 60\text{ cm}$  i **(e)**  $30\text{cm} \leq L \leq 65\text{ cm}$ .
3. Prikažite podatke Vaših mjerenja u  $(T^2, L)$  kordinatnom sustavu.
4. Primjenom linearne metode najmanjih kvadrata na Vase podatke mjerenja odredite ubrzanje sile teže.
5. Izmjerite period titranja njihala za pet različitih i velikih amplituda odklona od ravnotežnog položaja i prikažite grafički ovisnost perioda titranja o vrijednosti veličine  $\sin^2(\alpha/2)$ .

## **Vježba M8 Modul elastičnosti i/ili Vježba M9.**

(priručnik: M. Požek i A. Dulčić, Fizički praktikum I i II)

**Napomena: Potrebno je izraditi bar jednu od dvije navedene vježbe!**

**(Obje vježbe mogu se raditi tijekom dvaju dolazaka na rad u Praktikum!)**

### ***Pitanja za pripremu vježbe:***

1. Nacrtajte i objasnite koje vrste deformacije čvrstog tijela Vi poznajete.
2. Kako nastaje deformacija na vlak (tj. istezanje ili razvlačenje)?
3. Koje veličine povezuje Hook-ov zakon?
4. U kojim SI jedinicama se izražavaju vrijednosti Young-ovog modula, a u kojim jedinicama Poisson-ovi omjeri?
5. Napišite i objasnite jednadžbu koja izražava ovisnost savijenosti (tj. progiba) plosnate šipke (debljine  $b$  i širine  $a$ ), koja je oslonjena na dva upora međusobno razmaknuta za  $L$ , ako je šipka opterećena silom  $F_y$  na sredini svoje duljine.

### ***Zadaci za izradu vježbe:***

1. Odredite i prikažite grafički ovisnost savijenosti  $\lambda$  šipke bar za pet različitih opterećenja šipke, ako je šipka izrađena iz: **a)** aluminiija, **b)** bakra, **c)** mesinga, **d)** čelika.
2. Primjenom linearne metode najmanjih kvadrata na podatke mjerenja dobivene u podzadatku 1. izračunajte Young-ov modul zadane šipke.
3. **(a)** Izmjerite ovisnost savijenosti šipke za tri šipke različitih debljina i jednakih širina, ako se šipke opterećuju jednakom silom pri jednakom rasponu potpornji.
3. **(b).** Podatke mjerenja iz podzadatka 3 **(a)** prikažite grafički i provjerite ovisnost savijenosti o debljini šipke.

4. (a) Pri konstantnom opterećenju, debljini šipki i vrijednosti raspona potpornji izmjerite i prikažite grafički ovisnost savijenosti šipke za tri različite vrijednosti širine šipki.
5. (a) Pri konstantnom opterećenju, debljini i širini šipke izmjerite i prikažite grafički ovisnost savijenosti jedne šipke za pet različitih vrijednosti raspona potpornji.
5. (b). Podatke mjerenja iz podzadatka 5 (a) prikažite grafički i provjerite ovisnost savijenosti o rasponu potpornji.
- (Napomena: **Potrebno je izraditi bar jedan podzadatak naveden pod: 3, 4 ili 5!**).

### **Vježba M9 Modul torzije i torzijske oscilacije i/ili Vježba M8**

(priručnik: **M. Požek i A. Dulčić, Fizički praktikum I i II**)

#### ***Pitanja za pripremu vježbe:***

1. Na koji način nastaje deformacija smicanjem i kako glasi Hook-ova zakon za deformaciju smicanjem?
2. Na koji način ovisi kut torzijske deformacije  $\varphi$  o zakretnom momentu  $M$  koji je uzrokovan djelovanjem sprega sila?
3. Napišite jednadžbu i objasnite na koji način ovisi modul torzije šipke, koja je kružnog presjeka radijusa  $R$  i duljine  $L$ , ako je šipka izrađena iz materijala modula smicanja  $G$ .
4. Napišite jednadžbu i objasnite o kojim veličinama ovisi period torzijskih oscilacija šipke, koja je kružnog presjeka i ima radijus  $R$  i duljinu  $L$ , a izrađena je iz materijala modula smicanja  $G$ .

#### ***Zadaci za izradu vježbe:***

1. Statičkom metodom odredite ovisnost zakretnog momenta za pet različitih kutova torzije šipke koja je izrađena iz: **a)** čelika, **b)** aluminijske, **c)** mjedi, **d)** bakra.
  2. Vlastite podatke mjerenja dobivene u podzadatku 1. prikažite u koordinatnom sustavu ( $M, \varphi$ ) i primjenom linearne metode najmanjih kvadrata izračunajte modul torzije zadane šipke.
  3. Izmjerite period torzijskih oscilacija sustava sastavljenog iz šipke i letvice s utezima, te iz podataka mjerenja odredite moment tromosti sustava.
  4. Izmjerite period torzijskih oscilacija za tri aluminijske šipke, koje imaju različiti polumjer  $R$ , te prikažite grafički ovisnost perioda oscilacija  $T$  o  $R^2$ .
  5. Izmjerite period torzijskih oscilacija za tri aluminijske šipke, koje imaju različite duljine  $L$ , i prikažite njihovu ovisnost u koordinatnom sustavu ( $T, L^{1/2}$ ).
- (Potrebno je izraditi bar jedan podzadatak naveden pod: 4 i 5!).
4. Odredite modul smicanja šipki izrađenih iz: **a)** čelika, **b)** aluminijske, **c)** mjedi, **d)** bakra.

Zagreb, 25. 10. 2004.

Nositelj kolegija ***Praktikuma iz fizike 1 i  
Praktikuma iz osnova fizike 1, I i A*** za prof.  
smjerove (osim prof. kemije)

Prof. dr Mirko Stubičar