



EKSPERIMENTALNI ZADACI

Četvrtak, 25. jul 2002.

Molimo vas pročitajte prvo sledeće:

1. Za izradu eksperimentalnih zadataka imate na raspolaganju 5 sati.
2. Koristite samo priloženu olovku.
3. Koristite samo prednju stranu listova za pisanje.
4. Počnite izradu svakog dela zadatka na posebnom listu papira.
5. Za svako pitanje, kao dodatak **listu za odgovore (answer sheet)**, gde možete pisati, imate i **formular za odgovore (answer form)**, u koji morate upisati vaša rešenja. Brojne vrednosti napišite sa **onoliko značajnih cifara** koliko odgovara datim podacima ili greškama merenja.
6. Napišite na praznim listovima za odgovore sve rezultate merenja i sve drugo što smatrate važnim za rešenje zadataka. Koristite **što je moguće manje teksta**; izražavajte se prvenstveno u jednačinama, brojevima, slikama i graficima.
7. Popunite zaglavlje svakog lista i formulara za odgovore tako što ćete upisati ime svoje zemlje (**Country**), vaš broj (**Student No.**), broj zadatka (**Question No.**), progresivan broj svakog lista (**Page No.**) i ukupan broj listova za dati zadatak (**Total Pages**). Napišite broj zadatka i broj pitanja u okviru zadatka u zaglavlju svakog lista. Ako ste koristili prazne papire za zabeleške koje ne želite da budu ocenjene, precrtajte ih velikim slovom X preko cele strane i nemojte ih uključiti u numerisanje.
8. Na kraju izrade zadataka poredajte sve listove za svaki zadatak posebno *po sledećem redosledu*:
 - Formulari za odgovore (*answer form*) u odgovarajućem redosledu
 - Listovi za odgovore i usputan rad
 - Listovi za koje ne želite da budu ocenjivani
 - Neiskorišćeni listovi i tekst zadatka

Stavite listove u kovertu i ostavite sve na vašem stolu. Nije dozvoljeno iznošenje *bilo kakvih* listova niti bilo kojeg dela opreme korišćenog u eksperimentu iz prostorije.

9. Vodite računa da su sve veličine podeoka na papiru za crtanje grafika i na uređajima koji se koriste u eksperimentu (npr. epruveta) iste (nepoznate) veličine i *nisu veličine* 1mm.

10. Vodite računa da elektrolitički eksperiment zahteva dugotrajno merenje. Preporučujemo da rešavate oba eksperimentalna zadatka (ili njihove delove) istovremeno.

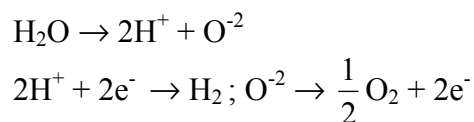
Koristite sledeće oznake u vašim rešenjima:

<i>ubrzanje Zemljine teže</i>	<i>g</i>	<i>apsolutna temperatura</i>	<i>T</i>
<i>pritisak gasa</i>	<i>P</i>	<i>frekvencija</i>	<i>f</i>
<i>ugaona frekvencija</i>	<i>ω</i>	<i>period oscilovanja</i>	<i>T_{osc}</i>
<i>visina</i>	<i>h</i>	<i>brzina svetlosti</i>	<i>c</i>
<i>talasna dužina</i>	<i>λ</i>	<i>indeks prelamanja</i>	<i>n</i>
<i>masa</i>	<i>m</i>	<i>univerzalna gasna konstanta</i>	<i>R</i>
<i>mehanički rad</i>	<i>W</i>	<i>dužina</i>	<i>l</i>
<i>prečnik</i>	<i>d</i>	<i>električna struja</i>	<i>I</i>
<i>naelektrisanje</i>	<i>q</i>	<i>elementarno naelektrisanje</i>	<i>e</i>
<i>Bolcmanova konstanta</i>	<i>k_B</i>	<i>poluprečnik</i>	<i>r</i>
<i>zapremina gasa</i>	<i>V_g</i>	<i>napon</i>	<i>V</i>

I. ELEKTROLITIČKO ODREĐIVANJE ODNOSA e/k_B

Teorijski uvod

Elektroliza vode opisana je reakcijom:



Ova reakcija odigrava se kada se električna struja propusti kroz par elektroda koje su uronjene u vodu. Pretpostavlja se da su oba gasa proizvedena u reakciji idealna.

Jedan od gasova koji se proizvodi u reakciji se zadržava u epruveti na kojoj je nacrtana skala sa arbitrarnom (nepoznatom) veličinom podeoka. Znajući ukupno naelektrisanje koje se prenese između elektroda, kao i zapreminu gasa u epruveti, moguće je odrediti veličinu e/k_B , gde je e elementarno naelektrisanje, a k_B je Bolcmanova konstanta.

Da bi se izveo, opisani eksperiment je podeljen u dva dela.

Deo A: Određivanje nepoznate veličine podeoka na skali na epruveti dinamičkim metodom. Ovaj rezultat se koristi u delu B.

Deo B: Određivanje odnosa e/k_B elektrolizom vode.

Niste obavezni da dva dela ovog eksperimenta (deo A i deo B) radite navedenim redosledom.

Sledeće fizičke veličine su poznate:

- Ubrzanje Zemljine teže: $g = (9.78 \pm 0.01) \text{ ms}^{-2}$
- Odnos unutrašnjeg i spoljašnjeg prečnika epruvete: $\alpha = 0.82 \pm 0.01$

Vrednosti temperature T i pritiska P u prostoriji saopštiće organizatori.

Spisak pribora i uređaja za izvođenje eksperimenta (delovi A i B):

- Izolovane bakarne žice sa tri različite vrednosti prečnika:
 1. Smeđa žica većeg prečnika
 2. Smeđa žica manjeg prečnika
 3. Plava žica
- Naponski izvor promenljivog napona (0-60 V, maksimalna struja 1A)
- Plastična kutija i boca vode.
- Mesingani blok sa plastičnim dodatkom za pridržavanje žice u vodi i štipaljka za pričvršćivanje elektrode za zid kutije.
- Digitalni hronometar.
- Multimetar (budite sigurni da ga ispravno koristite).

- Drvena štipaljka koja služi za postavljanje i održavanje epruvete u vertikalnom položaju.
- Pipeta.
- Vertikalni stalak.
- Bočica korektora za označavanje.
- Skalpel.
- Makaze.
- Selotejp.
- Čelična kuglica sa kukicom.
- Čelična pločica koja se koristi kao elektroda.
- Epruveta sa skalom nepoznate veličine podeoka.
- Papir za crtanje grafika.

Vodite računa da su sve veličine podeoka na papiru za crtanje grafika i na uređajima koji se koriste u eksperimentu (npr. epruveta) iste (nepoznate) veličine i nisu veličine 1mm.

EKSPERIMENT

Deo A: Određivanje nepoznate veličine podeoka na skali na epruveti

- Odaberite jednostavan dinamički metod za određivanje nepoznate veličine podeoka.
- Napišite jednačinu koja povezuje merljive veličine u metodi koji ste odabrali pomoću koje može da se odredi nepoznata veličina podeoka. Taj izraz treba da sadrži neku dužinu merenu u nepoznatim podeocima. Korišćene dužine mogu značajno da se razlikuju od onih koje ćete meriti u drugom delu eksperimenta. Nacrtajte shemu metode.
- Izvršite merenje, analizirajte dobijene podatke i izračunajte nepoznatu veličinu podeoka.

Deo B: Određivanje odnosa e/k_B elektrolizom vode

- Sastavite uređaj za elektrolitički eksperiment u kome je epruveta postavljena tako da sakuplja jedan od gasova proizvedenih u reakciji.
- Izvedite jednačinu datu na listu za odgovore koja povezuje sledeće veličine koje se mere u eksperimentu: vreme t , jačinu struje I i razliku nivoa vode u epruveti Δh .
- Izmerite potrebne veličine i analizirajte dobijene podatke. Zbog jednostavnosti, pretpostavite da je pritisak gasa unutar epruvete konstantan tokom eksperimenta.
- Odredite odnos e/k_B .

Country	Student No.	Experiment No.	Page No.	Total Pages

4. Prikažite kvalitet određivanja nepoznate veličine podeoka tako što ćete nacrtati grafik zavisnosti nezavisno merenih veličina. Navedite opsege vrednosti fizičkih veličina bitnih za eksperiment u kojima važe aproksimacije koje ste naveli u odgovoru na pitanje 2. **[0.5 poena]**

5. Odredite vrednost najmanjeg podeoka i izrazite je u milimetrima. Procenite grešku merenja vrednosti podeoka. **[1.5 poen]**

Country	Student No.	Experiment No.	Page No.	Total Pages

Deo B

1. Nacrtajte shemu eksperimentalnog uređaja. [1.0 poen]

2. Izvedite sledeći izraz:

$$I \Delta t = \frac{e}{k_B} \frac{2P(\pi^2)}{T} \Delta h$$

[1.5 poen]

Country	Student No.	Experiment No.	Page No.	Total Pages

3. Izvršite merenje i prikažite dobijene rezultate tabelarno, navodeći za svaku fizičku veličinu jedinice i izmerene brojne vrednosti. **[1.0 poen]**

4. Odredite vrednost odnosa e/k_B i procenite grešku merenja ove veličine. **[1.5 poen]**

II. OPTIČKA CRNA KUTIJA

Opis

U ovom zadatku od vas se očekuje da identifikujete nepoznate optičke komponente koje se nalaze unutar jedne kutije. Kutija je zapečaćena i ima samo dva uska proreza koji su zaštićeni tankom crvenom plastičnom trakom. Optičke komponente treba da identifikujete korišćenjem optičkih fenomena koje ćete posmatrati u eksperimentu. Zanemarite efekat male debljine plastične trake kojom su zaštićeni prorezi.

Prava koja prolazi kroz centre proreza definiše osu crne kutije. Pored crvenih plastičnih traka, čiji uticaj treba zanemariti, u unutrašnjosti crne kutije nalaze se tri optička elementa (od kojih neki mogu biti iste vrste) sa sledećeg spiska:

- Ogledalo, ravno ili sferno
- Sočivo, sabirno ili rasipno
- Providna plan-paralelna ploča
- Prizma
- Difrakciona rešetka.

Providne optičke komponente su napravljene od materijale sa indeksom prelamanja 1.47 na talasnoj dužini korišćenog lasera.

Spisak pribora i uređaja za izvođenje eksperimenta:

- Laser-pointer talasne dužine 670 nm. **UPOZORENJE: NE GLEDAJTE DIREKTNO U LASERSKI ZRAK.**
- Optička klupa.
- Držač crne kutije koji može da se pomera duž optičke klupe.
- Zaklon koji može da se pričvrsti na kraju optičke klupe, kao i da se odvoji za druga merenja.
- List za crtanje grafika koji može da se pričvrsti za zaklon selotejpom. Veličina podeoka je ista kao i nepoznata veličina podeoka iz prvog zadatka.
- Vertikalni stalak sa štupaljkom koji je korišćen i u prvom zadatku.

Vodite računa da su sve veličine podeoka na papiru za crtanje grafika i na uređajima koji se koriste u eksperimentu iste veličine kao i u prvom zadatku i nisu veličine 1mm.

Zadatak

Identifikujte svaku od tri optičke komponente koje se nalaze unutar crne kutije i odredite njihove karakteristike:

Moguća vrsta optičkog elementa	Karakteristike koje treba odrediti
ogledalo	poluprečnik krivine, ugao između ose ogledala i ose crne kutije
sočivo*	sabirno ili rasipno, žižna daljina, položaj unutar crne kutije
plan-paralelna ploča	debljina, ugao između ploče i ose crne kutije
prizma	ugao prizme, ugao između jedne od strana prizme i ose crne kutije
difrakciona rešetka*	konstanta rešetke, orijentacija zareza rešetke u odnosu na proreze na crnoj kutiji, položaj unutar crne kutije

*ova oznaka znači da je ravan odgovarajućeg optičkog elementa pod pravim uglom u odnosu na osu crne kutije

Izrazite konačne vrednosti traženih parametara svake optičke komponente (npr. žižnu daljinu, poluprečnik krivine itd.) u milimetrima, mikrometrima *ili u podeocima sa papira za crtanje* grafika (ukoliko niste odredili vrednost podeoka u prvom zadatku).

**NIJE POTREBNO PROCENJIVATI GREŠKE MERENJA U
OVOM ZADATKU!**

Country	Student No.	Experiment No.	Page No.	Total Pages

FORMULAR ZA ODGOVORE

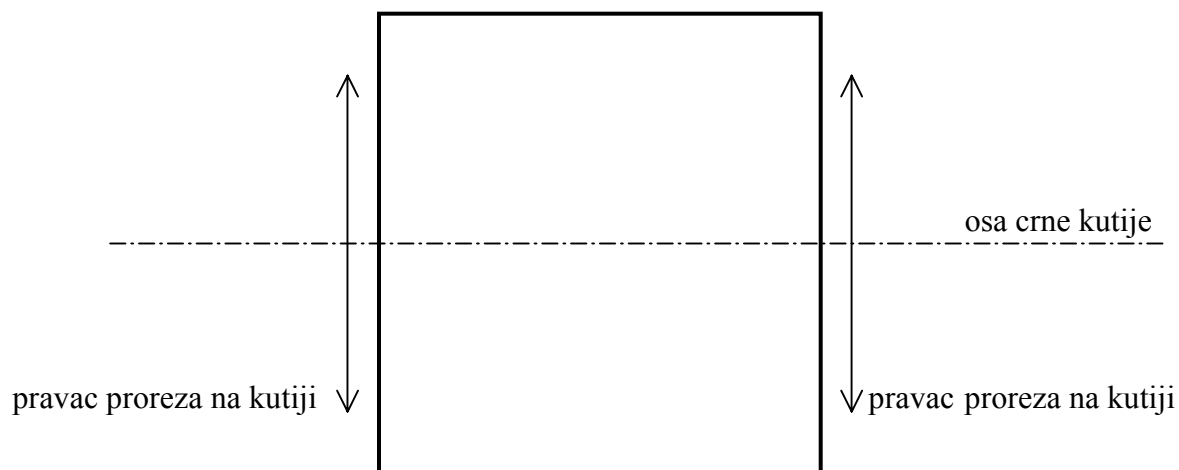
1. Navedite vrste optičkih komponenata unutar crne kutije :

no. 1. [0.5 poena]

no. 2. [0.5 poena]

no. 3. [0.5 poena]

2. Poprečni presek crne kutije nacrtan je na donjoj slici. Skicirajte položaje optičkih elemenata unutar kutije na toj slici. Svaki element označite brojem koji ste mu dodelili u prethodnom pitanju. [0.5 poena za svaki pravilan položaj]



Country	Student No.	Experiment No.	Page No.	Total Pages

3. Navedite dodatne informacije i dodatne sheme koje specificiraju uzajamne odnose optičkih elemenata i crne kutije (skiciranih u pitanju broj 2), kao što su uglovi, rastojanja od elemenata do proreza i orijentaciju elemenata. **[1.0 poen]**

Country	Student No.	Experiment No.	Page No.	Total Pages

4. Odredite parametre optičkog elementa no. 1. koji karakterišu tu vrstu optičkih elemenata prema tabeli. Prvo izvedite jednačine i nacrtajte potrebne sheme za određivanje parametara koje do sada niste odredili **[1.0 poen]**, zatim izvršite neophodna merenja i prikazite dobijene podatke tabelarno. **[0.5 poena]** Odredite te parametre bez računa greške i u donjoj tabeli navedite **sve** (ranije i sada određene) parametre koji karakterišu ovaj optički element. **[0.5 poena]**

Vrsta optičkog elementa no. 1	Parametri

Country	Student No.	Experiment No.	Page No.	Total Pages

5. Odredite parametre optičkog elementa no. 2. koji karakterišu tu vrstu optičkih elemenata prema tabeli. Prvo izvedite jednačine i nacrtajte potrebne sheme za određivanje parametara koje do sada niste odredili **[1.0 poen]**, zatim izvršite neophodna merenja i prikažite dobijene podatke tabelarno. **[0.5 poena]** Odredite te parametre bez računa greške i u donjoj tabeli navedite **sve** (ranije i sada određene) parametre koji karakterišu ovaj optički element. **[0.5 poena]**

Vrsta optičkog elementa no. 2	Parametri

Country	Student No.	Experiment No.	Page No.	Total Pages

6. Odredite parametre optičkog elementa no. 3. koji karakterišu tu vrstu optičkih elemenata prema tabeli. Prvo izvedite jednačine i nacrtajte potrebne sheme za određivanje parametara koje do sada niste odredili **[1.0 poen]**, zatim izvršite neophodna merenja i prikažite dobijene podatke tabelarno. **[0.5 poena]** Odredite te parametre bez računa greške i u donjoj tabeli navedite **sve** (ranije i sada određene) parametre koji karakterišu ovaj optički element. **[0.5 poena]**

Vrsta optičkog elementa no. 3	Parametri