

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE

28. – 29. travnja 2021.

Srednje škole – 4. grupa

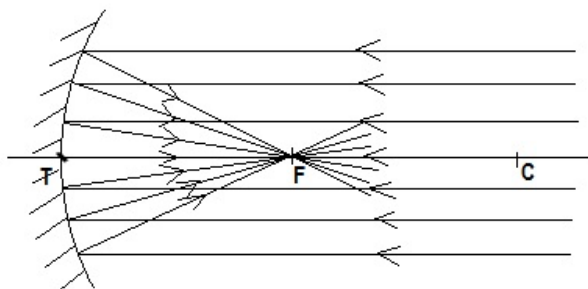
EKSPERIMENTALNI ZADATAK - RJEŠENJE

Zadatak:

1. Odredite žarišnu daljinu udubljenog dijela žlice na dva različita eksperimentalna načina tako da:

I. napravite neposredna mjerenja primjenom subjektivnog određivanja oštrote slike na papirnoj traci postavljenoj u žarište i pri tome:

a) nacrtate skicu refleksije zraka svjetlosti u žarištu za konkavno sferno zrcalo 2 boda



Slika 1. Konstrukcija slike za žarište konkavnog sfernog zrcala

/1 bod za označene točke T i F; 1 bod za prikazan put zraka svjetlosti/

b) ukratko opišete način rada

..... 2 boda

- Od bijelog papira izreže se traka (do 1 cm širine i 6 cm duljine, kako se ne bi savijala kod držanja).
- Na stol se prvo postavi milimetarski papir A4 veličine, zatim se u jednoj ruci drži žlica (preporuka je držati žlicu tako da joj je ručka paralelno s podlogom) prema izvoru svjetlosti (to može biti prirodna svjetlost od prozora ili svjetlost lučice) a u drugoj ruci papirna traka koja se približava i udaljava od žlice dok opažani uzorak svjetlosti ne bude izoštren.
- Tada se traka pažljivo spusti na milimetarski papir s točnim položajem ruba trake u odnosu na ravninu u kojoj je subjektivno opažena najoštrija slika; također se i žlica spusti s druge strane trake i pomoću oznaka na milimetarskom papiru dobije se udaljenost od trake do ruba žlice (a).
- Vrijednost udubljenog dijela žlice može se postići viziranjem iznad žlice prema milimetarskom papiru ili tako da se uz ispupčeni dio žlice spusti olovka te se određuje udaljenost od ruba žlice do olovke (b).
- Zbrajanjem ove dvije vrijednosti (a+b) dobije se ukupna udaljenost koja predstavlja žarišnu daljinu.

/1 bod za povezivanje žarišta konkavnog dijela žlice s oštrinom slike, 1 bod za opis mjerenja – priznaju se i druga alternativna rješenja koja nisu obuhvaćena gornjim opisom, a odnose se na primjenu i korištenje propisane opreme/

c) rezultate minimalno šest mjerenja prikažete tablično

..... 3 boda

- Tablica je jednostavna i sadrži: redni broj mjerenja i žarišnu daljinu, a zbog potreba računa slučajnih pogrešaka moguće je odmah pregledno dodati i stupac s odstupanjem pojedinačnog mjerenja od srednje vrijednosti.

/1 bod za organizaciju tablice, 1 bod za mjernu jedinicu, 1 bod za minimalan broj mjerenja/

d) za eksperimentalno dobivenu žarišnu daljinu provedete račun slučajnih pogrešaka koji uključuje pojedinačno odstupanje od srednje vrijednosti, zapis točnog rezultata i relativnu maksimalnu pogrešku

..... 4 boda

Računom slučajnih pogrešaka procjenjujemo točnost kojom smo izmjerili određenu veličinu, pri čemu određujemo:

- aritmetičku sredinu ili srednju vrijednost svih pojedinih mjerenja:

$$\bar{f} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_i \quad (\text{mjerna jedinica}) \quad (1)$$

- odstupanja pojedinačnog mjerenja od srednje vrijednosti:

$$\Delta f_i = (f_i - \bar{f}) \quad (\text{mjerna jedinica}) \quad (2)$$

- apsolutnu vrijednost maksimalnog pojedinačnog odstupanja:

$$|\Delta f_{i \max}| \quad (\text{mjerna jedinica}) \quad (3)$$

- zapis točnog rezultata:

$$f = (\bar{f} \pm |\Delta f_{i \max}|) \quad (\text{mjerna jedinica}) \quad (4)$$

- relativnu maksimalnu pogrešku koju najčešće izražavamo u postocima:

$$r_m = \left(\frac{|\Delta f_{i \max}|}{\bar{f}} \cdot 100 \right) \% \quad (5)$$

/po 1 bod za srednju vrijednost, maksimalno odstupanje, zapis točnog rezultata i maksimalnu relativnu pogrešku – ukupno 4 boda/

e) kratko komentirate preciznost mjerenja i oblik žlice u odnosu na dobiveni rezultat 1 bod

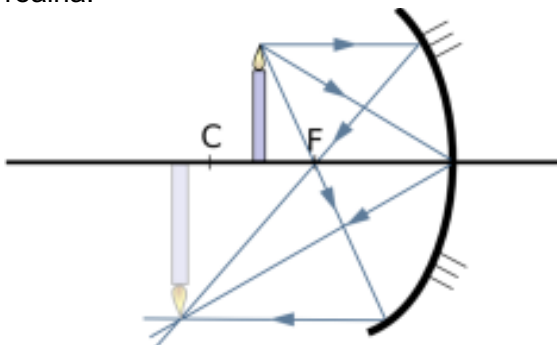
- Obzirom da žlica ima dvije reflektirajuće površine, razlikujemo udubljenu ili konkavnu i ispupčenu ili konveksnu stranu žlice, pri čemu u našim mjerenjima uzimamo žarišnu daljinu najvećeg udubljenja.
- U komentaru treba povezati način preciznog određivanja položaja žarišta pomoću izoštrene slike na zaslonu (papirnoj traci) s načinom mjerenja same žarišne daljine pomoću milimetarskog papira za udubljeni (konkavni) dio žlice.

/1 bod za komentar preciznosti mjerenja prema kojem je vidljivo da se radi o stečenom eksperimentalnom iskustvu; 1 bod za komentar koji povezuje oblik žlice i metodu određivanja žarišta i žarišne daljine/

II. napravite mjerenja na klasičan način s predmetom i slikom, uz uvjet da za predmet koristite plamen svijeće a sliku prikazujete na zaslonu od bijelog papira, ali radi kvalitetnijeg prikaza u eksperimentalnom setu pripremite mali zaslon, također od bijelog papira, s vrhom obrnutog oblika slova 'V', takvog oblika da ga, usmjerenog prema zastoru, pridrži tijelo lučice i pri tome:

f) nacrtate konstrukciju slike za eksperimentalni primjer prema kojem ćete odrediti žarišnu duljinu i odredite narav slike 3 boda

- Zbog veličine žlice jasno je da će na zastoru biti moguće dobiti izoštrenu sliku plamena svijeće samo ako se izvor svjetlosti, lučica, nalazi između središta zakrivljenosti i žarišne daljine konkavne strane žlice, a zastor iza (Slika 2). Narav slike je za taj primjer: obrnuta, uvećana i realna.



Slika 2. Dobivanje slike kod konkavnog sfernog zrcala kada se predmet nalazi između C i F

/1 bod za točno prikazane optičku os, sferno zrcalo, točke C i F i točno prikazane položaje predmeta i slike; 1 bod za točno nacrtan put dviju od tri karakteristične zrake; 1 bod za točno napisanu narav slike/

g) skicirate tlocrt eksperimentalnog seta s optičkom osi 2 boda

- Tlocrt treba jasno sadržavati redom: zaslon, mali zaslon i lučicu te žlicu kao konkavno sferno zrcalo (1 bod). Obzirom na algebarski izraz jednadžbe konjugacije za sferno zrcalo, na tlocrtu bi trebale biti prikazane i odgovarajuće oznake za udaljenosti predmeta i slike od tjemena konkavnog sfernog zrcala (1 bod) – ove se vrijednosti mogu označiti i na Slici 2, ili napisati riječima na što se odnosi pojedina veličina u jednadžbi konjugacije, pri čemu je prikaz na skici zorniji.

h) ukratko opišete način rada 2 boda

- Kod planiranja eksperimentalnog seta treba uzeti u obzir napomenu navedenu na kraju zadatka – da pribor za crtanje nije dio propisanog pribora - te se mjerenja isključivo rade pomoću milimetarskog papira.
- Zatim treba odrediti položaj lučice u odnosu na zaslon; zaslon pripremiti tako da se izreže pravokutan ili kvadratičan manji oblik iz A4 bijelog papira.
- Radi veće preciznosti mjerenja i lakšeg određivanja okomitog položaja zaslona u odnosu na žlicu, na milimetarskom papiru dobro je unaprijed označiti pravac koji će predstavljati optičku os.
- Na optičkoj osi dobro je označiti okomiti pravac koji će predstavljati središte lučice, koju se zatim viziranjem postavlja na tako dobivenu oznaku 'x' točno na sredinu i kasnije se ne pomiče za vrijeme mjerenja.
- Nakon što se upali lučica, s jedne se njezine strane okomito na optičku os i okomito na ravninu milimetarskog papira u ruci drži zaslon, a s druge strane žlica, pri čemu se vodi računa o već dobivenoj žarišnoj daljini, tako da se plamen lučice doista nađe između središta zakrivljenosti i žarišta konkavne strane žlice.
- Pomicanjem zaslona odredi se položaj najoštrije slike i zatim se, kao i kod prvih mjerenja, pažljivo zaslon odloži na milimetarski papir tako da je donji rub sada na istoj udaljenosti na kojoj je bio cijeli zaslon, kao i rub žlice s druge strane lučice. Nakon toga se pristupi mjerenju, pri čemu se koristi raspodjela na milimetarskom papiru, a rezultat se može izraziti s točnošću do 1 mm. Pri tom se može koristiti već u prvom dijelu određena udaljenost od ruba do tjemena žlice.
- Obzirom na dnevne uvjete rasvjete, obrnuti plamen svijeće na zaslonu lakše će biti vidljiv ako se od preostalog bijelog papira izreže još jedna traka širine od 1,5 do 2,0 cm i dovoljne duljine da jedan njezin kraj bude u visini plamena, a drugi ispod lučice koja će pridržavati oblik slova L tijekom mjerenja. Na tako dobivenoj traci bijelog papira na jednoj se strani škarama napravi vrh šiljatog trokuta, tj. obrnuti oblik slova 'V' – to će biti oblik koji će zakloniti izravno plamen svijeće prema zaslonu i omogućiti kvalitetnije opažanje slike. Druga strana se savije pod pravim kutom i postavlja ispod lučice.
- Priznaju se i alternativne inačice eksperimentalnog seta i načina vršenja mjerenja, uz korištenje samo propisanog pribora.
- Pri postavljanju zaslona i žlice treba voditi računa o blizini plamena lučice; potrebno je strpljivo tražiti najpovoljniji međusobni položaj zaslona i žlice prema oštrini obrnute slike plamena i zatim pažljivo nastojati odložiti i zaslon i žlicu radi što veće preciznosti kod određivanja udaljenosti, što će biti vidljivo u maksimalnom odstupanju i relativnoj maksimalnoj pogrešci.

/1 bod se odnosi na kratak opis pripreme zaslona i malog zaslona prema navodu u zadatku pod II.; 1 bod se odnosi na način određivanja udaljenosti predmeta i slike/.

i) rezultate minimalno 8 mjerenja prikazete tablično 3 boda

Primjer tabličnog prikaza:

Tablica 2. Tablični prikaz rezultata određivanja žarišne duljine konkavnog dijela žlice

Redni broj mjerenja:	x (cm)	x' (cm)	f _i (cm)	$\Delta f_i = (f_i - \bar{f})$ /(cm)
1.				
...				
8.				

/Bodovanje je isto kao i pod c):

1 bod za organizaciju tablice, 1 bod za mjerne jedinice, 1 bod za minimalan broj mjerenja/

j) za računski dobivenu žarišnu daljinu provedete račun slučajnih pogrešaka 4 boda

- Žarišnu daljinu računa se primjenom jednadžbe konjugacije:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \quad (6)$$

gdje je (a) udaljenost predmeta od tjemena i (b) udaljenost slike od tjemena konkavnog sfernog zrcala.

- Kao što je navedeno pod d) relacijama od (1) do (5), potrebno je odrediti, pazeći u zapisu rezultata na odgovarajuće mjerne jedinice, srednju vrijednost žarišne daljine (1 bod), pojedinačna odstupanja i zatim apsolutnu vrijednost maksimalnog odstupanja od srednje vrijednosti (1 bod), relativnu maksimalnu pogrešku (1 bod) i zapisati točan rezultat (1 bod).

III. napravite sumarnu analizu dobivenih rezultata i pri tome:

k) usporedite žarišne duljine dobivene I. i II. eksperimentalnim setom 2 boda

- Svaki eksperimentalni rad treba imati sumarnu analizu. Ovdje se očekuje jasno navođenje oba rezultata (1 bod) i zatim njihova usporedba s kratkim komentarom o tome koliko su slične ili različite rezultate dale dvije neovisne eksperimentalne metode (1 bod)

l) usporedite relativne maksimalne pogreške i ukratko ih komentirate s naglaskom na utjecaj preciznosti mjerenja u eksperimentalnim setovima 2 boda

- Preciznost mjerenja objektivno možemo povezati s relativnim maksimalnim pogreškama, ali i sa apsolutnom vrijednošću najvećeg odstupanja. Potrebno je usporediti obje dobivene relativne maksimalne pogreške, što je moguće napraviti tako da se navedu oba iznosa i zatim algebarski izračuna njihova razlika ili samo komentira (1 bod) uz kratak i jasan osvrt na preciznost obje eksperimentalne metode u odnosu na dobivene vrijednosti pogrešaka (1 bod).

Napomena: pribor za crtanje nije dio propisanog pribora i s njim se mogu crtati konstrukcije slika, ali za mjerenja udaljenosti koristiti isključivo milimetarski papir!

Ukupno: **30 bodova**