

DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Vodice, 12. – 15. svibnja 2026.

Srednje škole – 4. grupa

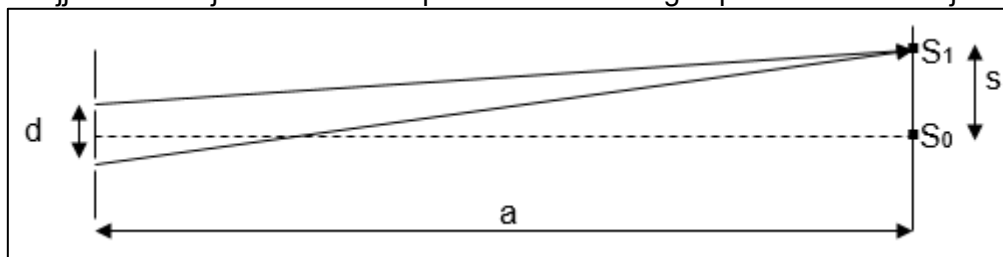
Eksperimentalni zadatak – rješenje

1. Odredite valnu duljinu crvene laserske svjetlosti koristeći se dvjema od četiriju danih niti tako da:

a) opišete teorijsku osnovu eksperimentalnog postupka uz skicu s označenim fizikalnim veličinama koje će biti osnova za mjerenja 3 boda

Teorijska osnova eksperimentalnog postupka odnosi se na opis ogiba svjetlosti na niti i nastajanje interferentne slike na zastoru, pri čemu je najvažnije spomenuti:

- ogib ili difrakcija svjetlosna je pojava skretanja svjetlosti u geometrijsku sjenu zapreke ili pukotine i jedan je od dokaza valne prirode svjetlosti
- na mjestima na zastoru do kojih svjetlosni valovi dolaze s razlikom hoda $n\lambda$ nastaju svijetle pruge konstruktivne interferencije; tamne pruge posljedica su destruktivne interferencije
- ako je upadna svjetlost monokromatska – svijetle pruge imaju boju upadne svjetlosti, u suprotnom slučaju na zastoru dobivamo pruge spektralnih boja
- ogib na niti tumači se Huygensovim principom analogno kao i interferencija valova iz koherentnih izvora, te se najjednostavnije skicom može prikazati kao Youngov pokus interferencije:



Slika 1. Skica Youngova pokusa

Na skici 1. oznake se odnose na:

d – udaljenost između dviju pukotina – u eksperimentalnom primjeru debljina niti

a – udaljenost od niti do zastora

s – udaljenost između središnje i prve svijetle pruge.

Valna duljina može se odrediti prema izrazu /izvod nije nužan/:

$$n\lambda = (s \cdot d) / a \quad (1)$$

teorijski opis – 1 bod, skica – 1 bod i izraz (1) – 1 bod.

b) precizno i jasno navedete kako ste pripremili eksperimentalni set i odabrali dvije "niti" za mjerenja 3 boda

Potrebno je jasno opisati postavljanje eksperimentalnog seta:

- na stol se postavi krojački metar radi preciznijeg očitavanja veličine ' a '
- na jednoj se strani okomito na krojački metar koji služi kao osnovni pravac za postavljanje elemenata postavi drveni kvadar na kojemu je na jednoj većoj plohi zalijepljen milimetarski papir ili bijeli papir
- na drugoj se strani postavi laserski pokazivač koji se prije početka mjerenja zalijepi za stol srebrnom trakom tako da bude uključen do završetka mjerenja
- između se na krojački metar stavi valjak plastelina u koji je zabodena nit
- ako je kao jedna od niti odabrana spajalica, ona se prvo jednim dijelom rastvori i zatim postoji više načina kako se pričvrsti za plastelin, uz jedini uvjet da dio koji je nit bude okomit na stol
- kvadar plastelina s niti pomiče se ispred laserskog snopa dok se na zaslonu ne dobije interferentna slika, ili se pomiče laser prije nego što se učvrsti srebrnom trakom

- prema potrebi, laserski pokazivač može se povisiti tako da se stavi na sloj plastelina iz drugog valjka.

Priznaju se alternativni načini pripreme eksperimentalnog seta (korištenje kvačice i gumice) koji dovode do fizikalno točnog postupka i traženog rezultata.

Odabir dviju niti: koliko će se valovi ogibati, ovisi o širini otvora pukotine u odnosu prema valnoj duljini valova; ako je širina otvora mnogo veća od valne duljine svjetlosti, ogib je malen; smanjivanjem širine otvora/niti ogib postaje izrazitiji – na to treba obratiti pažnju pri izboru pogodnih i tanjih modela niti, radi lakšeg mjerenja razmaka između pruga na ogibnoj slici.

Precizan opis izgleda eksperimentalnog seta sa svim elementima i načinima postavljanja – 2 boda; opis razloga odabira dviju niti od predloženih četiriju modela – 1 bod.

c) precizno i jasno navedete kako ste proveli mjerenja 3 boda

Krojački metar služi za mjerenje veličine 'a', udaljenost od niti do zastora.

Debljinu niti 'd' potrebno je, radi veće točnosti, odrediti pomičnom mjerkom tako da se za minimalno tri mjerenja odredi srednja vrijednost.

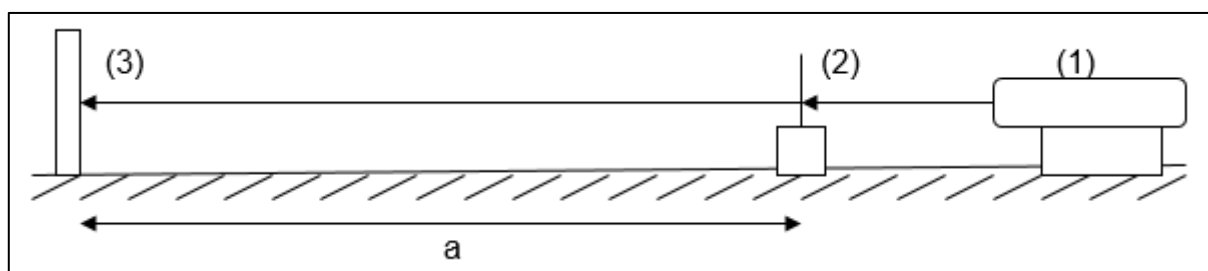
Udaljenost između središnje i prve svijetle točke na zaslonu može se mjeriti trokutom, pomičnom mjerkom, ili se prvo na milimetarskom papiru / bijelom papiru mogu staviti oznake za sredine tih dviju točaka i zatim mjeriti trokutom ili pomičnom mjerkom.

Pomična mjerka / pomično mjerilo omogućuje točnost mjerenja dužina na desetinku milimetra. Pomična mjerka sastoji se od štapa na kojemu su označeni centimetri i milimetri, duž kojega može kliziti otvor koji nosi skalu 'nonij' i tako omogućuje očitavanje 1/10 mm. Svaki djelić na noniju za 1/10 je manji od djelića na štapi. Podudaraju li se npr. treća crtica nonijeve skale sa trećom crticom štapa, razlika između je 0,3 mm.

Po 1 bod za jasan opis kako su mjerene veličine 'a', 'd' i 's'.

d) nacrtate skicu eksperimentalnog seta s označenim veličinama koje mjerite 3 boda

Skica treba sadržavati tri bitna dijela: laserski pokazivač (1), držač s niti (2) i zaslon (3). Primjer skice dan je na Slici 2. Priznaje se i tlocrt.



Slika 2. Raspored elemenata pri mjerenju

Zornost i preglednost skice – 1 bod, jasno označavanje elemenata – 1 bod, oznaka barem jedne veličine koja se mjeri (npr. 'a' kao na Slici 2) – 1 bod.

e) tablično prikazete rezultate za minimalno pet mjerenja s istom niti 6 bodova

Prvo je potrebno napraviti tablicu za određivanje debljine niti 'd' pomoću pomične mjerke, uz najmanje tri mjerenja za svaku nit.

Tablica 1:

Mjerenje d-niti pomičnom mjerkom

Red. br.	d_1/m	$d_{\text{sr.1}} - d_i$	d_2/m	$d_{\text{sr.2}} - d_i$
1.				
2.				
3.				

Zatim je potrebno napraviti tablicu s mjerenjima za svaku nit.

Tablica 2:

Određivanje λ laserske svjetlosti

Nit	Red. br.	d/m	a/m	s/m	λ /m	$\lambda' - \lambda_i$
	1.					
	2.					
	3.					
	4.					
	5.					

U Tablici 2, zbog veće zornosti prikaza analize mjerenja, dodan je i stupac za određivanje pojedinačnog odstupanja od srednje vrijednosti. Tablicu organiziranu poput Tablice 2 potrebno je napraviti za svaku nit posebno.

Od ukupno 6 bodova 2 se odnose na tablicu ili dvije zasebne tablice za određivanje veličine 'd' odabranih niti i zatim po 2 boda za dvije tablice za određivanje valne duljine laserske svjetlosti.

f) provedete račun pogreške i odredite srednju vrijednost za svaku nit, maksimalno pojedinačno odstupanje, maksimalnu relativnu pogrešku i navedete zapis točnog rezultata 6 bodova

Srednja vrijednost: $\overline{\lambda} = \sum \lambda_i / n$, n – broj mjerenja (2)

Apsolutna vrijednost maksimalnog pojedinačnog odstupanja:
 $|\Delta \lambda_{\max}| \sim \text{prema } \lambda_i \text{ (m)}$

Relativna maksimalna pogreška: $r_m = [(|\Delta \lambda_{\max}| / \overline{\lambda}) \cdot 100] \%$ (3)

Zapis točnog rezultata: $\lambda = (\overline{\lambda} \pm \Delta \lambda_{\max}) \text{ m}$ (4)

Pregledno i točno prikazane sve četiri tražene veličine – 3 boda za svaku nit, ukupno 6 bodova.

g) usporedite dobivene eksperimentalne rezultate za dvije različite niti 2 boda

Naveći dobivene srednje vrijednosti za prvu i drugu nit i odrediti razliku – 1 bod.

Usporediti maksimalna odstupanja ili relativnu maksimalnu pogrešku za obje niti – 1 bod.

Jedna od osnovnih karakteristika laserskog snopa jest koherentnost – rezultati dobiveni pomoću ogiba na dvije različite niti trebali bi biti približno jednaki, uz malu relativnu pogrešku.

h) usporedite dobivene eksperimentalne rezultate za dvije različite niti s poznatim intervalom valnih duljina za crvenu svjetlost 2 boda

Rezultati za valnu duljinu laserske svjetlosti priznaju se u granicama eksperimentalne pogreške (poželjno je: $r_m < 5\%$). Vrijednosti valnih duljina za klasične laserske pokazivače su:

- AlGaInP 'bolji' crveni laserski pokazivači: 635 nm
- najčešća valna duljina komercijalnih laserskih pokazivača: 650 nm
- AlGaInP 'jeftiniji/slabiji' crveni laseri: 670 nm

Potrebno je navesti interval valnih duljina za crvenu boju ili barem približnu vrijednost za najčešći crveni laser (od 630 do 680 nm) – 1 bod – i zatim usporediti tu vrijednost s rezultatima dobivenima za obje niti – 1 bod.

i) navedete što je utjecalo na preciznost mjerenja 2 boda

Naveći, na osnovi stečenog eksperimentalnog iskustva, minimalno dva utjecaja na preciznost mjerenja i što je učinjeno da se ti utjecaji smanje – *po 1 bod za svaki ispravno naveden i obrazložen utjecaj* (poput: precizno očitavanje pomoću pomične mjerke, problem pravilnog postavljanja elemenata, točno određivanje položaja niti zbog postolja...).

Ukupno: **30 bodova**