

DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA

19. – 20. rujna 2020.

Srednje škole – 4. grupa

EKSPERIMENTALNI ZADATAK – rješenje

1. Istražite odnos upadnog kuta zraka svjetlosti, osvijetljenosti površine i udaljenosti od izvora tako da:

1.1. Opišete teorijsku osnovu eksperimentalnog postupka 4 boda

Prostorni kut Ω koji emitira izvor svjetlosti jakosti I na udaljenosti r na površinu ploštine A definiramo izrazom:

$$\Omega = \frac{A}{r^2} \quad (1)$$

Svjetlosni tok Φ kojeg izvor jakosti I emitira u prostorni kut Ω definiramo izrazom:

$$\Phi = \Omega I \quad (2)$$

Osvijetljenost neke površine je jedan luks ('lx') ako na svaki kvadratni metar te površine upada svjetlosni tok od jednog lumena ('lm'):

$$E = \frac{\Phi}{A} \quad (3)$$

Osvijetljenost ili iluminacija omjer je svjetlosnog toka Φ i površine ploštine A koja sa zrakama iz izvora svjetlosti zatvara kut α :

$$E = \frac{\Phi \cos \alpha}{r^2} \quad (4)$$

Prema izrazima (1) i (2) definiramo osvijetljenost površine ploštine A kao omjer jakosti svjetlosnog izvora I i kvadrata udaljenosti r^2 svjetlosnog izvora, pri čemu treba uzeti u obzir i kut α između zraka svjetlosti i površine:

$$E = \frac{I \cos \alpha}{r^2} \quad (5)$$

U zadatku je potrebno eksperimentalno dokazati odnos upadnog kuta zraka svjetlosti i udaljenosti, te je stoga potrebno navesti relaciju (4) ili (5) i odnos (2 boda):

$$E \sim \frac{1}{r^2} \quad (6)$$

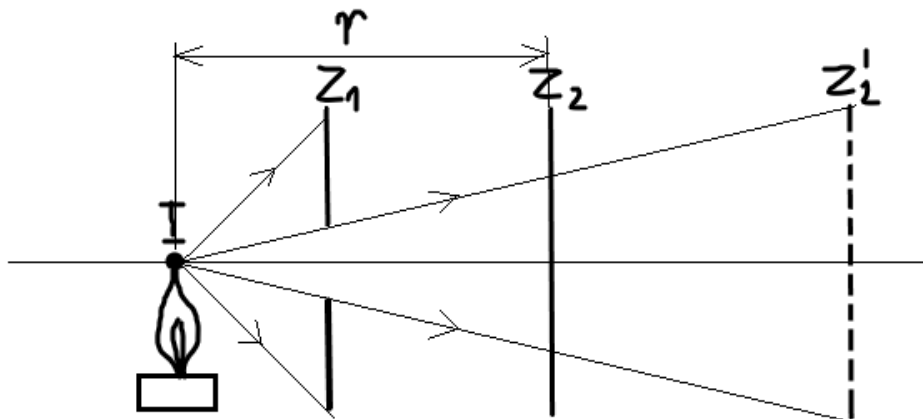
Potrebno je napisati i relaciju (3) i zatim istaknuti tražene međuodnose (2 boda):

$$E \sim \cos \alpha \quad (7)$$

$$1/A \sim \cos \alpha \quad (8)$$

1.2. Nacrtate skicu postupka s naznačenim dijelovima i veličinama 4 boda

Skica na zoran način treba prikazati razmještaj elemenata u eksperimentalnom setu:



Potrebno je nacrtati i označiti: izvor svjetlosti (1 bod); zastori Z_1 i Z_2 (1 bod); udaljenost r (1 bod); put zraka svjetlosti (1 bod).

1.3. Sažeto opišete proces mjerenja 3 boda

Priprema eksperimentalnog seta:

- krojački metar zalijepi se selotejpom za površinu stola tako da čini optičku os najmanje duljine 60 cm;
- lučica kao izvor svjetlosti postavi se na jednom kraju optičke osi;
- od plastelina se oblikovanjem pripreme držači za kartone koji čine zaslon;
- na prvom zaslonu nacrtati se i izreže otvor kojem je potrebno točno odrediti površinu (1.6.);
- drugi zaslon je pravokutni karton na koji se selotejpom pričvrsti bijeli papir jednake veličine;
- zasloni se postavljaju pomoću držača od plastelina na krojački metar tako da je prvi zaslon s otvorom okomit na optičku os tijekom svih mjerenja, dok se drugi zaslon prvo postavlja okomito na tri različite udaljenosti, a zatim pod kutom kojeg je potrebno još četiri puta promijeniti na svakoj udaljenosti (minimalan broj eksperimentalnih točaka u grafičkom prikazu 1.7. je 15);
- za prvu seriju mjerenja (1.4.) oba zastora postavljena su okomito na izvor svjetlosti; za drugu seriju mjerenja (1.5.) na istoj udaljenosti potrebno je odrediti površinu osvijetljenosti za još četiri različita kuta drugog zastora;
- udaljenosti između izvora i zaslona potrebno je pažljivo namjestiti tako da rubovi sjene na drugom zaslonu budu dovoljno oštri kako bi omogućili precizna mjerenja.

Mjerenja:

- udaljenost izvora do sredine zastora mjeri se ravnalom ili prema položaju na optičkoj osi – krojačkom metru, pri čemu se sa strane po stolu mogu olovkom povući pomoćne linije koje predstavljaju sredinu lučice i drugog zastora na različitim udaljenostima;
- rubovi geometrijskog oblika osvijetljene površine /sjene/ izravno se mjere ravnalom i zatim slijedi račun za površinu (1.6.);
- kut postavljanja drugog zaslona prema optičkoj osi može se mjeriti izravno postavljanjem kutomjera na gornji rub zaslona ili također iscrtavanjem na stolu pomoćnih linija za okomiti položaj i za novi položaj drugog zastora pod kutom.

Priznaje se i svaki drugi način rada koji dovodi do točnog fizikalnog zaključivanja.

1.4. Rezultate mjerenja za isti kut i tri različite udaljenosti prikazete tablično 2 boda

Prva tablica na organizirani način koji omogućuje preglednost i zornost (1 bod) sadrži:

- redni broj mjerenja, udaljenost zaslona i duljine rubova osvijetljenog lika na drugom zaslonu prema geometrijskom obliku izrezanom na prvom zaslonu /duljine stranica za oblik kvadrata, pravokutnika ili trokuta/ (1 bod);
- preporuka je, radi veće zornosti, da u tablicu također budu upisani i izračunati podaci za površinu sjene.

1.5. Ponovite postupak i tablično prikazete rezultate mjerenja za različite kutove i iste udaljenosti kao pod 1.4. 4 boda

Podaci izmjereni pod 1.5. mogu biti pregledno svrstani u novu tablicu ili zajedničku s rezultatima mjerenja pod 1.4. – jasno trebaju biti vidljive različite udaljenosti (1 bod) i različiti kutovi (1 bod), što znači da je ključna dobra organizacija tablice (1 bod) u kojoj bi trebale biti vidljive i vrijednosti koje će biti na koordinatnim osima za grafički prikaz (1 bod);

1.6. Sažeto opišete proces računanja prije unosa eksperimentalnih vrijednosti u grafički prikaz 2 boda

Radi veće zornosti, preporuka je skicirati otvor na prvom zaslonu koji će odrediti i oblik osvijetljenog lika na drugom, s oznakama bridova geometrijskog lika (rubova osvijetljene površine) kako su navedene u tabličnom prikazu – umjesto skice moguće je oblik lika i oznake mjerenih veličina opisati i riječima (1 bod) i zatim napisati i odgovarajući izraz pomoću kojeg se računa površina sjene (1 bod).

1.7. Na milimetarskom papiru nacrtate dijagram s minimalno 15 eksperimentalnih točaka 6 bodova

Prema tekstu zadatka traži se jedan, sumarni dijagram za sva mjerenja, nacrtan uredno na milimetarskom papiru (1 bod); s točno navedenim veličinama i mjernim jedinicama **na y-osi** - $1/A$ (1 bod) i **x-osi** – $\cos \alpha$ (1 bod).

Ovim načinom za parove površine A i kuta α za istu udaljenost u grafičkom prikazu bit će dobivene točke kroz koje se može provući pravac i dokazati linearna ovisnost veličina na koordinatnim osima; za tri različite udaljenosti potrebno je imati grupirane točke oko tri pravca (3 boda), za svaki po pet točaka; pravce nije potrebno izravno ucrtavati (zbog nepreciznosti mjerenja eksperimentalne točke imat će izražena manja ili veća odstupanja od pravca) iz razloga što bi se za to trebala koristiti metoda najmanjih kvadrata (čije algebarske izraze za određivanje jednadžbe pravca nije potrebno poznavati napamet) – moguće je, radi veće zornosti, točke koje predstavljaju isti set podataka istaknuti oznakom ili međusobno pravocrtno povezati.

1.8. Analizirate eksperimentalne rezultate tako da navedete što je utjecalo na preciznost mjerenja i rezultata 2 boda

Jasno i opisno potrebno je navesti minimalno dvije različite uočene poteškoće koje su utjecale na preciznost mjerenja i time i na izgled grafičkog prikaza (svaka po 1 bod) – primjerice, što je poduzeto u postavljanju eksperimentalnog seta da se točno može mjeriti udaljenost izvora od zaslona (lučica ima promjer i držač od plastelina zauzima površinu, tako da je trebalo odrediti ishodišta za krajnje točke kod mjerenja udaljenosti); ili, npr., kako je pomoću pribora koji je na raspolaganju mjeren kut zakretanja zaslona.

Preporuka je navesti, prema stečenom eksperimentalnom iskustvu, i načine kako bi se uspješnije mogao sastaviti novi eksperimentalni set i izvoditi potrebna mjerenja – u smisli što bi se moglo promijeniti i poboljšati, tj. napraviti drugačije.

1.9. Izvedete zaključak u kojem ćete eksperimentalne rezultate i grafički prikaz povezati s odgovarajućim algebarskim izrazom 3 boda

Zaključak eksperimentalnog rada treba sadržavati odnos bitnih veličina za određivanje traženog međuodnosa – relacija (8) (1 bod), jasno navedenu poveznicu tog međuodnosa s veličinama na koordinatnim osima grafičkog prikaza – zbog čega su točke ucrtane za jednu udaljenost približno na istom pravcu, čime se dokazuje linearna ovisnost (1 bod) i kratak osvrt o eksperimentalnim odstupanjima u odnosu na očekivanu linearnu ovisnost – točke će biti grupirane na i oko pravca, a odstupanja će biti veća ukoliko je preciznost mjerenja manja (1 bod).

Ukupno:30 bodova