

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE

Brodarica, 25.-28. travnja 2016.

Srednje škole – 4. skupina

EKSPERIMENTALNI ZADATAK – rješenje i smjernice za bodovanje

1. Istražite ovisnost osvijetljenosti o udaljenosti od izvora svjetlosti i kutu upadanja zraka svjetlosti tako da:

I.

- a) primijenite odgovarajuću eksperimentalnu metodu i nacrtate odgovarajući grafički prikaz s minimalno 5 eksperimentalnih točaka kojim ćete dokazati kakva je ovisnost osvijetljenosti o udaljenosti od izvora 3 boda

Na milimetarskom papiru nacrtati dijagram kojemu je na x-osi (apscisi) veličina r^2 - kvadrat udaljenosti drugog zastora na kojem promatramo osvijetljenu površinu od prvog zastora s pravokutnim otvorom - s odgovarajućom mjernom jedinicom prema SI sustavu, a na y-osi (ordinati) veličina A - osvijetljena površina – s odgovarajućom mjernom jedinicom prema SI sustavu.

Tri boda odnose se po jedan za svaku pravilno označenu koordinatnu os i jedan za pravilno označene pomoćne linije koje vode do eksperimentalnih točaka.

- b) opišete teorijsku osnovu eksperimentalnog postupka 2 boda

Osvijetljenost ili iluminacija određene površine predstavlja omjer svjetlosnog toka ϕ na površinu ploštine A koja je okomita na svjetlosne zrake:

$$E = \frac{\phi}{A} \quad (1)$$

Mjerna jedinica za osvijetljenost E je luks (oznaka 'lx'), a za svjetlosni tok je lumen (oznaka 'lm'). Osvijetljenost neke površine je jedan luks ako na svaki kvadratni metar te površine upada svjetlosni tok od jednog lumena. Ako okomica na površinu ploštine A zatvara kut α sa zrakama iz izvora, tada je

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

Osvijetljenost neke površine ovisi o jakosti svjetlosnog izvora I , kutu upada svjetlosti na površinu α i udaljenosti svjetlosnog izvora od površine:

$$E = \frac{I \cos \alpha}{r^2} \quad (3)$$

Izraz (3) dobili smo tako što smo uzeli u obzir svjetlosni tok ϕ kojeg izvor jakosti I emitira u prostorni kut Ω :

$$\Phi = \Omega I \quad (4)$$

pri čemu smo za prostorni kut koristili izraz:

$$\Omega = \frac{A}{r^2} \quad (5)$$

Izraz (5) definira prostorni kut pod kojim je vidljiva površina A na kugli polumjera r u čijem se središtu nalazi izvor svjetlosti.

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE

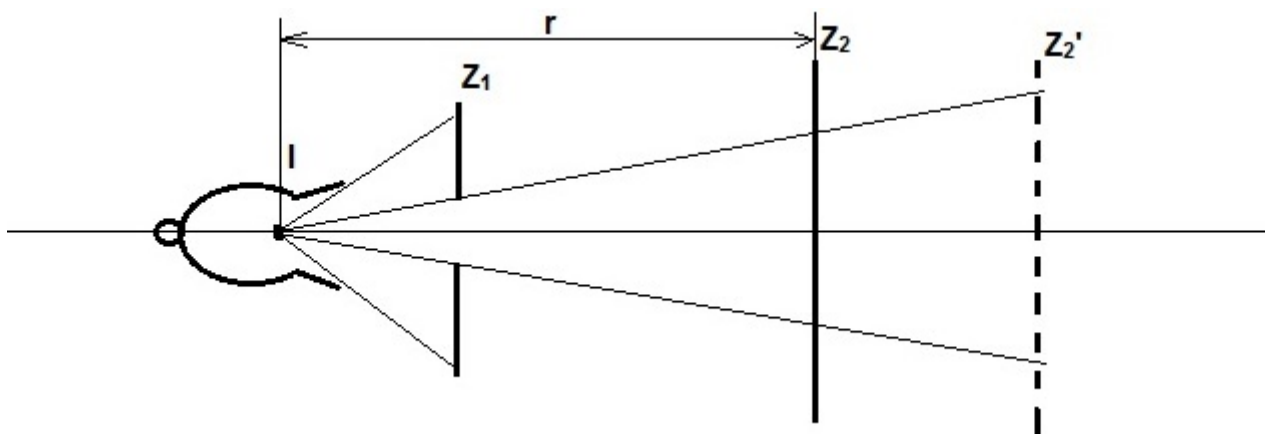
Brodarica, 25.-28. travnja 2016.

Za dva boda u ovom dijelu zadatka dovoljno je riječima povezati osvijetljenost s kvadratom udaljenosti (1 bod) i/ili raspisati odgovarajući algebarski izraz iz kojeg je to vidljivo (1 bod):

$$E \sim \frac{1}{r^2} \quad (7)$$

c) napravite odgovarajuću skicu s naznačenim fizikalnim veličinama 1 bod

Skica treba sadržavati jednostavni prostorni plan izvođenja pokusa, tj. postavljanja eksperimentalnog seta:

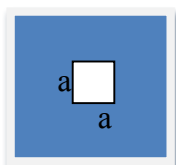


Slika 1. Izvor svjetlosti – prvi zaslon – drugi zaslon u prvom i u novom položaju
– oznaka udaljenosti r od I do Z_2 –

d) ukratko opišete način vršenja mjerenja 1 bod

Obzirom da se u zadatku traži eksperimentalni dokaz za ovisnost osvijetljenosti o udaljenosti, ovdje je potrebno kratko opisati kako su pripremljeni prvi i drugi zaslon:

- na prvom zaslonu preporuča se napraviti mali pravokutni otvor (bit će priznat i neki drugi oblik čija je površina zadovoljavajuće precizno mjerljiva) kroz koji svjetlost prolazi do drugog zaslona:



Slika 2. Pravokutni otvor u prvom zaslonu

- drugi zaslon može ostati komad kartona umetnut u valjak od plastelina koji služi kao držač, ili može biti pripremljen kao bijeli papir zalijepljen na kartonski okvir.

e) tablično prikazete rezultate mjerenja 2 boda

Tablica sadrži redni broj mjerenja, udaljenost zaslora i odgovarajuću veličinu iz koje se može izračunati osvijetljena površina na drugom zaslonu:

- duljina stranice za oblik kvadrata,
- promjer za oblik kruga.

Radi bolje preglednosti moguće je u istoj tablici prikazati i rezultate mjerenja za drugu udaljenost drugog zaslona, što se traži pod f) dijelom zadatka.

f) ponovite postupak, mjerenja i grafičku analizu za drugu udaljenost prvog zaslora od izvora svjetlosti 4 boda

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE

Brodarica, 25.-28. travnja 2016.

Eksperimentalni set ostaje postavljen na isti način (Slika 1):

Izvor svjetlosti – prvi zaslon – drugi zaslon, koji je sada pomaknut za određeni iznos u odnosu na položaj pri prvoj seriji mjerenja.

Prema izmjerenoj veličini računa se osvijetljena površina i zatim crta dijagram ovisnosti osvijetljene površine o kvadratu udaljenosti drugog zaslona od izvora svjetlosti.

Grafički prikaz veze tih veličina trebao bi biti pravac, što pokazuje kako je osvijetljena površina A upravno proporcionalna s r^2 . Obzirom da je A obrnuto proporcionalna s osvijetljenošću, to znači i da je osvijetljenost (stari naziv rasvjeta) obrnuto proporcionalna s r^2 , što je i potrebno eksperimentalno dokazati.

U grafičkom prikazu dobivenom na temelju eksperimentalnih mjerenja nikada sve točke neće činiti točno pravac zbog mogućih pogrešaka u procesu mjerenja, ali mogu biti zadovoljavajuće blizu. Za veći broj mjerenja primjenom metode najmanjih kvadrata kroz eksperimentalne točke moguće je provući pravac i odrediti jednadžbu tog pravca.

II. g) primijenite odgovarajuću eksperimentalnu metodu i nacrtate odgovarajući grafički prikaz s minimalno 5 eksperimentalnih točaka kojim ćete dokazati kakva je ovisnost udaljenosti o kutu upadanja zrake svjetlosti 3 boda

Na milimetarskom papiru nacrtati dijagram kojemu je na jednoj osi vrijednost $1/A$, gdje je A osvijetljena površina – i $\cos \alpha$, gdje je α kut za koji je zakrenut drugi zaslon.

Na taj način izmjereni parovi površine A i kuta α su točke kroz koje se može provući pravac i dokazati linearna ovisnost veličina na koordinatnim osima.

Tri boda odnose se po jedan za svaku pravilno označenu koordinatnu os i jedan za pravilno označene pomoćne linije koje vode do eksperimentalnih točaka.

h) opišete teorijsku osnovu eksperimentalnog postupka 2 boda

U ovom dijelu praktičnog zadatka ispituje se ovisnost kuta α i osvijetljenosti E . Ako smo nacrtali grafički prikaz s osima $1/A$ i $\cos \alpha$ i dobili eksperimentalne točke koje približno leže na pravcu (približno zbog mogućih nepreciznosti u procesu mjerenja), to znači da je osvijetljena površina A obrnuto proporcionalna s $\cos \alpha$:

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

Prema I. dijelu praktičnog zadatka i dobivenim eksperimentalnim rezultatima možemo tada iz relacije (8) zaključiti:

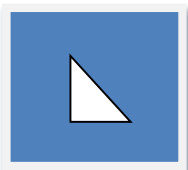
$$E \sim \cos \alpha \quad (9)$$

Izraz (8) eksperimentalni je dokaz definicije osvijetljenosti (1), a izraz (9) odnosi se na relacije (2) i (3).

Za dva boda dovoljno naznačiti relacije (8) i (9).

i) napravite odgovarajuću skicu s naznačenim fizikalnim veličinama 1 bod

Eksperimentalni set ostaje postavljen na isti način kao i u I. dijelu, samo što je sada sugestija za izmjenom oblika otvora prvog zaslona – to bi sada trebao biti pravokutni trokut – i kod drugog zaslona, obzirom da je potrebno nekoliko puta promijeniti kut, potrebno je mjeriti taj kut kutomjerom.



Slika 3. Prijedlog otvora u obliku pravokutnog trokuta na prvom zaslonu

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE

Brodarica, 25.-28. travnja 2016.

Za 1 bod treba uz skicu u I. dijelu praktičnog rada (Slika 1) prikazati i koje su promjene vršene na prvom i drugom zaslonu, tj. koji zaslon treba rotirati pri svakom mjerenju.

j) ukratko opišete način vršenja mjerenja 1 bod

Uz određenu jakost izvora svjetlosti I i određene iste udaljenosti oba zaslona od izvora svjetlosti mjerenja započinjemo tako da je drugi zaslon okomit na optičku os. Izmjerimo veličine pomoću kojih možemo odrediti osvijetljenu površinu. Ako je u pitanju trokut, tada površinu trokuta možemo izračunati na poznati način pomoću baze i visine trokuta.

Tijekom I. i II. dijela praktičnog rada pomoću krojačkog metra kojeg smo selotejpom pričvrstili na stolu možemo dobiti pravac na kojeg zatim postavljamo dijelove eksperimentalnog seta: izvor svjetlosti, prvi i drugi zaslon.

Zatim drugi zaslon zakrenemo za određeni manji kut i ponovimo mjerenje veličina pomoću kojih ćemo odrediti osvijetljenu površinu.

Oba zaslona, kao i u I. dijelu praktičnog rada, treba jednostavno učvrstiti u valjak plastelina koji služi kao stalak i koji se po potrebi može pažljivo zakretati za određeni kut. Kutomjerom mjerimo kut zakretanja drugog zaslona Z_2 u odnosu na optičku os.

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

k) tablično prikazete rezultate mjerenja 2 boda

Za dva boda treba biti jasno organizirana struktura tablice iz koje je vidljiv redni broj mjerenja, kut zakretanja drugog zaslona i mjerene veličine pomoću kojih se određuje osvijetljena površina.

l) ponovite postupak, mjerenja i grafičku analizu za drugu udaljenost drugog zaslora od izvora svjetlosti 4 boda

Drugi zaslon pomaknemo na drugu udaljenost i ponovimo postupak kojemu je krajnji cilj crtanje grafičkog prikaza ovisnosti $1/A$ o $\cos \alpha$.

III. m) analizirate dobivene eksperimentalne rezultate tako da navedete što sve utječe na preciznost dobivenih eksperimentalnih rezultata 1 bod

Prema stečenom eksperimentalnom iskustvu, potrebno je navesti barem dvije komponente koje su utjecale na preciznost mjerenja i crtanja grafičkog prikaza.

Ovdje je moguće istaknuti kako za mjerenja nije bila potrebna pomična mjerka, osim u slučaju kad je pomoću nje moguće preciznije odrediti udaljenost od zaslona izvora svjetlosti do same točke od koje počinje put svjetlosti, no to se manje precizno može odrediti i pomoću ravnala.

n) zaključno povežite dobivene grafičke prikaze sa odgovarajućim algebarskim izrazom vezanim za osvijetljenost i definirajte odgovarajuću mjernu jedinicu 3 boda

Na kraju svakog eksperimentalnog rada potrebno je izvesti zaključke, tj. povezati eksperimentalne rezultate sa teorijskom podlogom.

Po jedan bod odnosi se na dobivene eksperimentalne relacije ovisnosti mjerenih i određenih veličina u I. i II. dijelu praktičnog rada: (7) i (8), te zatim za treći bod povezati sve sa nekim od oblika definicije osvijetljenosti (1), (2) ili (3) i na taj način dokazati zadovoljavajuću preciznost primijenjene eksperimentalne metode i izvršenih mjerenja.

Ukupno:30 bodova