

7. vaja

MERJENJE GORIŠČNE RAZDALJE LEČE

A. ENAČBA ZBIRALNE LEČE

OPIS MERITVE

Najprej sva sestavili konstrukcijo, kakršna je narisana na skici na listu z navodili, ki je priložen poročilu. Premikali sva zaslon in zbiralno lečo in merili razdaljo od predmeta do leče (a) in od leče do slike na zaslonu (b). To razdaljo sva izmerili takrat, ko je bila slika najbolj ostra. Opravili sva pet meritev.

MERITVE

Tabela 1: Meritve razdalje predmeta (a) in razdalje slike(b).

N	a (cm)	b (cm)
1	9	15
2	16	8,8
3	16,5	8,5
4	22,5	7,5
5	40,5	6,5

Napako sva ocenili na $\Delta a = \pm 0,1 \text{ cm}$ za razdaljo od predmeta do leče in na $\Delta b = \pm 0,1 \text{ cm}$ za razdaljo od leče do slike.

RAČUNI in REZULTATI

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \Rightarrow \frac{a \cdot b}{f} = a + b \Rightarrow \frac{a \cdot b}{a + b} = f$$

$$f_1 = \frac{9 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}}{9 \text{ cm} + 15 \text{ cm}} = \underline{\underline{5,625 \text{ cm}}}$$

$$f_2 = \underline{\underline{5,677 \text{ cm}}}$$

$$f_3 = \underline{\underline{5,610 \text{ cm}}}$$

$$f_4 = \underline{\underline{5,625 \text{ cm}}}$$

$$f_5 = \underline{\underline{5,601 \text{ cm}}}$$

$$\bar{f} = \underline{\underline{5,628 \text{ cm}}}$$

Za vsako meritev a in b sva izračunali goriščno razdaljo in iz teh povprečno goriščno razdaljo. Rečeva lahko, da je goriščna razdalja za to zbiralno lečo (+50) $5,628 \text{ cm} \pm 0,05 \text{ cm}$.

KOMENTAR

Največ napak je nastalih pri določanju ostre slike, kar je posledično vplivalo na ostale izmerjene podatke. Vendar pa je končni rezultat povprečje vseh rezultatov in je najverjetneje zelo blizu resnični goriščni razdalji. Zato menim, da smo dokazali enačbo in jo tudi uspešno uporabili v poskusu. V vseh primerih smo dobili realno in obrnjeno sliko. Če bi si izbrali

razdaljo predmeta od leče, ki bi bila manjša od goriščne razdalje, pa bi dobili navidezno, pokončno in povečano sliko, in je ne bi mogli ujeti na zaslon.

B. POVEČAVA ZBIRALNE LEČE

OPIS MERITVE

Pri tej nalogi sva si izbrali razdalji, ki sta vpisani v tabeli 1 in sta označeni kot meritev št. 4 ($a=22,5\text{cm}$, $b=7,5\text{cm}$). Izmerili sva velikost slike (S), ki je nastala na zaslonki, ter velikost predmeta (P).

MERITEV

velikost predmeta (P) = 1,5cm

velikost slike predmeta (S) = 0,5cm

RAČUN in REZULTATI

$$S : P = b : a$$

$$N = \frac{S}{P} = \frac{b}{a}$$

$$N = \frac{0,5\text{cm}}{1,5\text{cm}} = \underline{\underline{0,33}} \rightarrow N = \frac{7,5\text{cm}}{22,5\text{cm}} = \underline{\underline{0,33}}$$

Tabela 3: Rezultata povečave zbiralne leče izračunani na dva načina (S:P in b:a).

	Izračunano kot S:P	Izračunano kot b:a
povečava	0,33	0,33

KOMENTAR

Izračunana rezultata sta, kljub temu da sva za računanje uporabili dva načina, enaka. Povečava zbiralne leče je torej 0,33.

C. GORIŠČNA RAZDALJA ZBIRALNE LEČE GRAFIČNO

Izračunana goriščna razdalja je približno $5,63 \text{ cm} \pm 0,1 \text{ cm}$. Kot je razvidno na sliki, sem grafično določila gorišče leče dokaj natančno, saj je na sliki meri goriščna razdalja približno 5,6 cm.

Opomba: na sliki predstavlja 5 milimetrov 1 centimeter, ker ni bil dovolj velik list, da bi enote nanašala v centimetrih. Izpustila pa sem meritev št. 5, saj bi jo bilo nemogoče narisati na list formata A4.

D. GORIŠČNA RAZDALJA RAZPRŠILNE LEČE

OPIS MERITEV

Goriščno razdaljo zbralne leče sva določili tako, kot je opisano na listu z navodili. Snopu, ki se je pokazal na zaslonu, sva izmerili premer (d_1). Na neko razdaljo od zbiralne leče (vajo sva opravljali pri dveh različnih razdaljah), sva postavili razpršilno lečo (l_1), za njo pa zaslon (l_2) in nato sva izmerili premer razpršenega snopa (d_2).

MERITVE

$$f_1 = 29\text{cm} \pm 0,1\text{cm}$$

Tabela 4: Meritve razdalj med lečama (l_1), med razpršilno lečo in zaslonom (l_2) ter premera snopa pri zbiralni (d_1) in razpršilni leči (d_2).

N	1	2
d_1 (cm)	4,5	4,5
l_1 (cm)	15	10
l_2 (cm)	6	4
d_2 (cm)	6	5,5

Pri vseh meritvah razdalj in premerov snopa sva ocenili napako na $\Delta = \pm 0,1\text{cm}$.

RAČUNI in REZULTATI

$$r : f = R : (a + f) \Rightarrow f = \frac{a \cdot r}{R - r}$$

$$r = \frac{d_1}{2} \Rightarrow r = \underline{2,25\text{cm}}$$

$$R = \frac{d_2}{2} \Rightarrow R_1 = \underline{3\text{cm}}; R_2 = \underline{2,75\text{cm}}$$

$$a = f_1 + l_1 \Rightarrow a_1 = \underline{44\text{cm}}; a_2 = \underline{39\text{cm}}$$

$$f = \frac{a \cdot r}{R - r}$$

$$f_{N_1} = \underline{\underline{132\text{cm}}}$$

$$f_{N_2} = \underline{\underline{175,5\text{cm}}}$$

KOMENTAR

Ker sva opravili dve različni meritvi, sva dobili dva različna rezultata za goriščno razdaljo leče, ki se kar za precej razlikujeta, zato to ne moremo pripisati merskim napakam. Verjetno je to posledica tega, da nisva dobro opazovali, kje je bil razpršeni snop na zaslonu res vzporeden (torej kdaj je bila slika enako velika kot predmet).

E. POVEČAVA LUPE

OPIS MERITEV

Merili sva približno razdaljo od lupe do milimetrskega papirja (f), ki sva jo določili tam, kjer je bila slika najbolj ostra.

Meritve sva opravili tako, kot je opisano na listu z navodili za izvedbo vaje (pod točko E).

MERITVE

$f=12\text{cm} \pm 0,5\text{ cm}$

RAČUN

$$N = \frac{\text{tg} \beta}{\text{tg} \alpha} = \frac{\frac{A}{f}}{\frac{A}{25\text{cm}}} = \frac{25\text{cm}}{f}$$
$$N = \frac{25\text{cm}}{12\text{cm} \pm 0,5\text{cm}} = \underline{\underline{2,08 \pm 0,17}}$$

REZULTAT

Absolutna napaka: $N=2,08 \pm 0,17$.

Relativna napaka: $N=2 (1 \pm 0,08)$.

ODGOVOR

Povečava leče je 2. Iz poskusa z milimetrskim papirjem (opazovanje z ogledalcem) sva tudi ugotovili, da je povečava 2. Če sva oko oddaljevali od lupe in nisva lupe premikali, se povečava ni spreminjala.

4. KOMENTAR

Odgovori na vprašanja:

1. Optiki uporabljajo dioptrijo namesto goriščne razdalje zato, ker je kratkovidnost ali daljnovidnost lažje povedati s številko dioptrije kot pa z goriščno razdaljo. Dioptrija je namreč obratna vrednost goriščne razdalje leče in je večinoma večja od 1 (običajno izpuščajo mersko enoto m^{-1}). Negativna dioptrija pomeni kratkovidnost, pozitivna pa daljnovidnost. Dioptrija pa nam s svojim predznakom pove tudi kakšna je leča – ali je konkavna (-) ali konveksna (+).

2. O mikroskopu in elektronskem mikroskopu govorimo zato, ker nam ena leča, kljub temu da poveča predmet v neskončnost, ne da ostre slike. Če pa bi želeli izostreno sliko mikroskopsko majhnih predmetov, bi morali lečo toliko približati predmetu (v goriščno razdaljo), da to ne bi bilo možno, saj bi bila že leča toliko večja od goriščne razdalje. Mikroskop pa nam s svojim sistemom leč omogoča videti izostreno sliko zelo majhnih predmetov.

Tiste predmete, ki pa so tudi za mikroskop premajhni, kot npr. molekule in atomi, pa opazujejo z elektronskimi mikroskopi, ki pa ne delujejo na leče (saj so opazovani objekti premajhni), ampak na njih usmerijo curek elektronov in tako vidijo, kakšne oblike so opazovani predmeti. Pri vidni svetlobi prihaja do uklona in interference, zato je pri zelo majhnih predmetih slaba ločljivost. Elektroni pa imajo manjšo valovno dolžino in zato lahko opazujemo zelo majhne predmete.