

## 11. LABORATORIJSKA VAJA

### Merjenje goriščne razdalje leče

#### Opis metod merjenja goriščnih razdalj

##### a) Določanje goriščne razdalje s pomočjo zelo oddaljenega predmeta

Z zbiralno lečo naredi realno sliko zelo oddaljenega osvetljenega predmeta. Če leča nima prevelike goriščne razdalje ( $f < 25$  cm), smemo vzeti nekaj metrov oddaljen svetel predmet (napr. okno) in poišči njegovo realno sliko. Razdalja slike, to je oddaljenost zaslona od leče, je kar enaka goriščni razdalji leče  $f$ .

##### b) Enačba tanke leče

Tokrat za predmet vzemi žarečo nitko žarnice, in jo z zbiralno lečo preslikaj na zaslon. Pripravi si tabelo, v katero zapisuj razdaljo predmeta od leče  $a$  in razdaljo slike od leče  $b$ . Ob vsaki meritvi izračunaj izraz  $a \cdot b / (a + b)$ .

Da ne bi prevečkrat prestavljal zaslona in leče, lahko vsakokrat, ko na novo nastaviš ostro sliko in izmeriš predmetno in slikovno razdaljo, pustiš predmet in zaslon pri miru, prestavi le lečo, tako da se  $a$  in  $b$  izmenjata. Na ta način povečaš število meritev. Ko nekajkrat (4-krat) izračunaš izraz  $a \cdot b / (a + b)$ , se prepričaj, da je to konstanta za dano lečo. To konstanto imenujemo goriščna razdalja. Od tod dobiš enačbo tanke leče:

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

##### c) Določanje povečave

Vzemi za predmet puščico, katere velikost je  $p$ . Naredi nekaj preslikav in vsakokrat poleg predmetne razdalje  $a$  in slikovne razdalje  $b$  izmeri velikost slike  $s$  na zaslonu. Ugotoviš lahko, da za vsako preslikavo z dano lečo velja razmerje  $s : p = b : a$ . Razmerju med velikostjo slike  $s$  in velikostjo predmeta  $p$  pravimo povečava  $M$ :

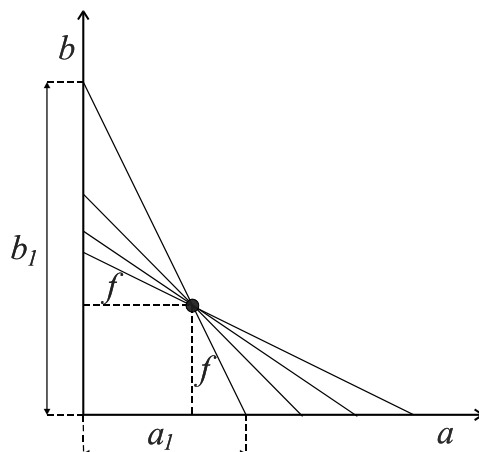
$$M = \frac{s}{p} = \frac{b}{a}.$$

##### d) Grafično določanje goriščne razdalje leče

Uporabi meritve iz b) ali iz c) za dano lečo. Lahko narediš tudi serijo novih preslikav in izmeriš predmetne ter označi slikovne razdalje.

Na abscisno os koordinatnega sistema označi predmetne razdalje  $a$ , na ordinatno os pa slikovne razdalje  $b$  in poveži tako dobljene točke za posamezne dvojice  $a_1 \cdot b_1, a_2 \cdot b_2, \dots$

Vse tako dobljene daljice se sekajo v eni točki, ki je enako oddaljena od abscisne in ordinatne osi. Prepričaj se, da je ta razdalja enaka goriščni razdalji leče. Glej sliko 1.



Slika 1: Grafično določanje goriščne razdalje

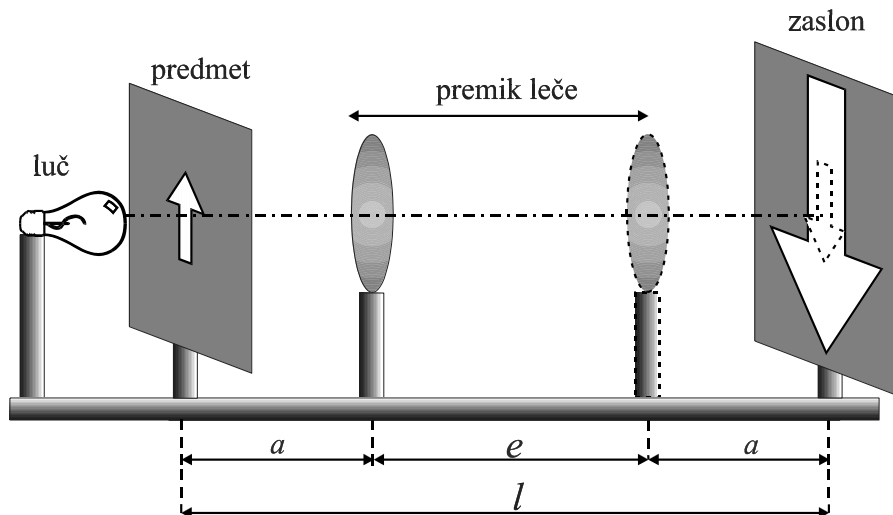
**e) Besselova metoda določanja goriščne razdalje**

Po približni oceni goriščne razdalje naredimo tako preslikavo, da bo razdalja med predmetom in sliko večja od  $4 \cdot f$ . Pri dani razdalji  $l$  med predmetom in zaslonom premikajmo vmes lečo. Ostro sliko dobimo pri dveh legah leče. Enkrat je leča za  $a$  oddaljena od predmeta, drugič pa za  $a$  oddaljena od slike. Glej sliko 2. Z enačbo leče

$1/a + 1/(a + e) = 1/f$  in upoštevanjem  $2 \cdot a + e = l$ , dobimo

$$f = \frac{l^2 - e^2}{4 \cdot l} .$$

S to metodo je mogoče zelo natančno izmeriti  $l$  in  $e$  ne glede na obliko in debelino leče.



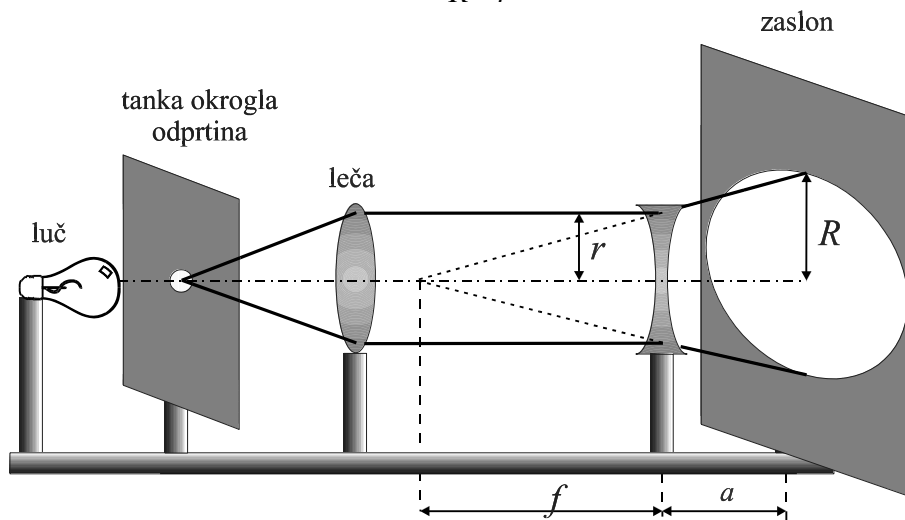
Slika 2: Besselova metoda določanja goriščne razdalje konveksne leče

**f) Merjenje goriščne razdalje razpršilne leče**

Vzemi točkasto svetilo, ki ga napraviš tako, da tik za svetilko obesi tanko okroglo odprtino, in zbiralno lečo majhne goriščne razdalje. Svetilo postavi v gorišče zbiralne leče, da dobiš vzporedni snop svetlobe na drugi strani leče. Izmeri premer snopa! V ta snop postavi razpršilno lečo. V primerni razdalji za razpršilno lečo postavi zaslon in izmeri premer razpršenega snopa na zaslonu!

Iz slike 3 razberi, da velja razmerje  $r : f = R : (a+f)$ . Od tu dobiš goriščno razdaljo razpršilne leče

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

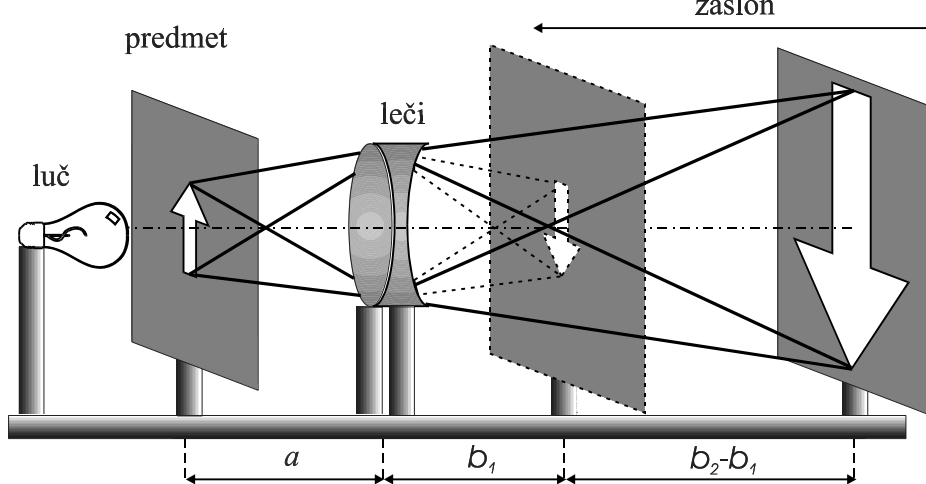


Slika 3: Merjenje goriščne razdalje razpršilne leče

Goriščno razdaljo razpršilne leče dobiš tudi, če jo daš skupaj z zbiralno lečo. Najprej postavi skupaj zbiralno in razpršilno lečo in obe hkrati premikaj, dokler ne dobiš ostre slike na zaslonu. Izmeri  $a$  in  $b_2$  ter izračunaj goriščno razdaljo sestavljenih leč  $f$ . Nato odmakni razpršilno lečo in premikaj zaslon k leči, dokler ne dobiš ostre slike. Izmeri  $b_1$  in izračunaj goriščno razdaljo razpršilne leče  $f_1$ . Pri taki kombinaciji leč se lomljivosti seštevata:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2},$$

pri čemer moraš goriščno razdaljo razpršilne leče  $f_2$  šteti negativno. Zdaj lahko iz znane goriščne razdalje  $f_1$  in znane goriščne razdalje  $f$  izračunaš goriščno razdaljo razpršilne leče  $f_2$ .



Slika 4: Določanje goriščne razdalje razpršilne leče s pomočjo dodane zbiralne leče

### Naloge:

- Seznanitev z metodami merjenja za konkavne in konveksne leče
- Izračun enačbe leče

### Pripomočki:

- Svetilka
- Dve vezni žici
- Dve zbiralni leči
- Dve razpršilni leči
- Merilo
- Optična klop + jahači + zaslon

### REZULTATI

#### a) Določanje goriščne razdalje s pomočjo zelo oddaljenega predmeta

#### b) Enačba tanke leče

Za predmet sva vzela žarečo nitko žarnice, ki sva jo z zbiralno lečo preslikala na zaslon. Izmerila sva razdalji med žarnico in lečo (a) in med lečo in zaslonom (b).

Meritev	a [mm]	b [mm]	$f=ab/(a+b)$ [mm]	$\Delta f$ [mm]
1				
2				
3				
4				

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

#### c) Določanje povečave

Za predmet sva vzela žarnico velikosti p. Naredila sva preslikavo. Izmerila sva predmetno razdaljo a in slikovno razdaljo b. Velikost slike na zaslonu je označena s črko s. M je povečava leče.

#### d) Grafično določanje goriščne razdalje leče

Uporabila sva podatke prejšnjih meritev.

Meritev	a [mm]	b [mm]	f [mm]
1			
2			

e) Besselova metoda določanja goriščne razdalje

f) Merjenje goriščne razdalje razpršilne leče

### Vprašanja

1. Zakaj optiki namesto o goriščni razdalji govorijo o dioptriji?

2. Ker je povečava pri preslikavi z lečo enaka razmerju  $b/a$ , lahko že z eno samo lečo dosežemo neskončno veliko povečavo. Zakaj potem govorimo o mikroskopu in celo elektronskem mikroskopu?

3. Goriščna razdalja tanke leče ni odvisna od njenega premera, vendar pa ni vseeno, če je leča velika ali majhna. Kako je s tem pri fotografskem aparatu?

### LITERATURA

- M. Hribar s sodelavci: Mehanika in toplota, str. 1-16