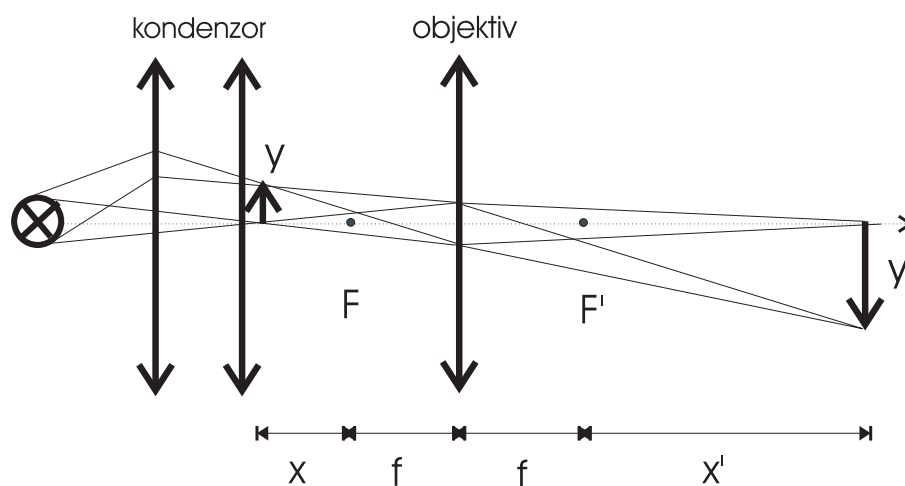


Vaja 62

MODELI OPTIČNIH NAPRAV

62.1 Projekcijski aparat



Slika 62.1: Potek žarkov v projekcijskem aparatu.

Slika kaže poenostavljeno shemo projekcijskega aparata. Sestavljen je iz svetila, kondenzorja in objektiva. Predmet, ki ga projiciramo, pa je film ali diapozitiv, ki stoji tik za kondenzorjem.

Naloga kondenzorja je, da preslika svetilo v sredino objektiva. Skoraj vsa svetloba, ki pada na kondenzor in gre za tem skozi predmet, pride tako na zaslon. Slika je zato enakomerno osvetljena in, ker preslikavamo le s sredino objektiva, tudi manj popačena. Objektiv naravnamo tako, da je slika na zaslonu ostra. Ker je zaslon običajno precej oddaljen, je pri tem predmet malo pred goriščno ravnino objektiva. Povečavo projekcijskega aparata definiramo s kvocientom velikosti slike in predmeta: $N = y'/y$.

62.1.1 Naloga

Sestavi projekcijski aparat, projiciraj na zaslon diapozitiv in določi povečavo!

62.1.2 Potrebščine

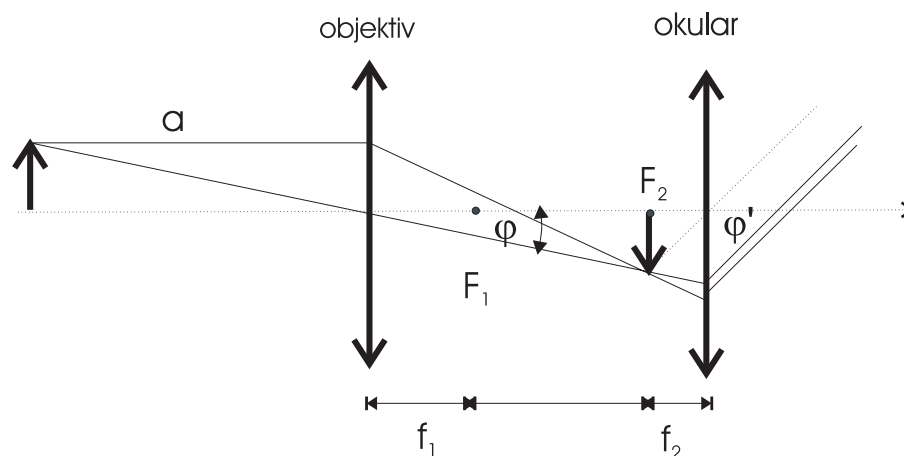
1. Svetilka 6 V, 50 W,
2. kondenzor z diapozitivom,
3. objektiv,
4. optična klop.

62.1.3 Navodilo

Najprej oceni goriščni razdalji objektiva in kondenzorja: z lečo ostro upodobi oddaljen predmet na zaslon in izmeri razdaljo med zaslonom in lečo. Nato postavi obe leči in luč na optično klop kot kaže slika. Razmik med objektivom in diapozitivom naj bo malo večji od goriščne razdalje objektiva, luč pa postavi tako, da jo kondenzor upodobi na sredo objektiva. Naravnaj objektiv tako, da je slika na zaslonu ostra, nato pa po potrebi popravi še lego svetila. Središča luči in leč morajo biti na skupni optični osi, torej enako visoko. Pazi tudi, da niso obrnjene postrani.

Izmeri višino projekcije in diapozitiva in izračunaj povečavo. Izmeri še razdalji slike in predmeta od objektiva. Tudi kvocient teh dveh razdalj je enak povečavi. Skiciraj sestavljeni aparat in nariši potek žarkov!

62.2 Daljnogled



Slika 62.2: Potek žarkov v daljnogledu.

Oddaljene predmete slabo ali sploh ne ločimo s prostimi očmi, ker jih gledamo s premajhnimi zornimi koti. Z daljnogledom te zorne kote povečamo. Naravno je torej, da definiramo povečavo daljnogleda kot razmerje zornega kota, pod katerim vidimo oddaljeni predmet skozi daljnogled, in kota, s katerim ga vidimo s prostimi očmi. Zaradi lažjega računanja pa mnogi definirajo povečavo daljnogleda kot razmerje tangensov omenjenih kotov. Dokler so zorni koti majhni ($\tan \varphi \approx \varphi$), sta obe definiciji enakovredni.

Preprost model daljnogleda je sestavljen iz dveh leč. Leča, ki je obrnjena proti predmetu, je vedno zbiralna in jo imenujemo objektiv. Ta preslika opazovani predmet malo za svojo goriščno ravnino. Dobljeno realno sliko gledamo skozi drugo lečo, ki jo imenujemo okular. Okular je lahko zbiralna ali pa razpršilna leča. Ponavadi uporabljamo kot okular zbiralno lečo, ker dobimo z razpršilno lečo majhno vidno polje. Okular postavimo najraje tako, da se njegova goriščna ravnina krije z ravnino slike, ki jo da objektiv. Tako vidimo skozi okular navidezno sliko v neskončnosti¹. Slika kaže, da je povečava daljnogleda v tem primeru enaka:

$$N = \frac{\tan \varphi'}{\tan \varphi} = \frac{f_1}{f_2} \cdot \frac{1}{1 - f_1/a}, \quad (62.1)$$

kjer je f_1 goriščna razdalja objektiva, f_2 goriščna razdalja okularja, a pa je oddaljenost predmeta od objektiva (izpelji sam). Vidimo, da mora biti $f_1 > f_2$. Običajno je $a \gg f_1$. Objektiv preslika tedaj predmet skoraj v goriščno ravnino; gorišči obeh leč se pri pravilno naravnanem daljnogledu približno krijeta. V izrazu za povečavo je drugi faktor približno 1. Da okular lahko pravilno naravnamo, postavimo v njegovo notranjo goriščno ravnino nitni križ. Če je okular pravilno naravnan, ležita slika predmeta, ki jo da objektiv, in nitni križ, v isti ravnini. Tedaj se s premikanjem očesa medsebojna lega slike in križa ne spreminja; pravimo, da ni paralakse.

62.2.1 Naloga

Sestavi daljnogled in mu določi povečavo!

62.2.2 Potrebščine

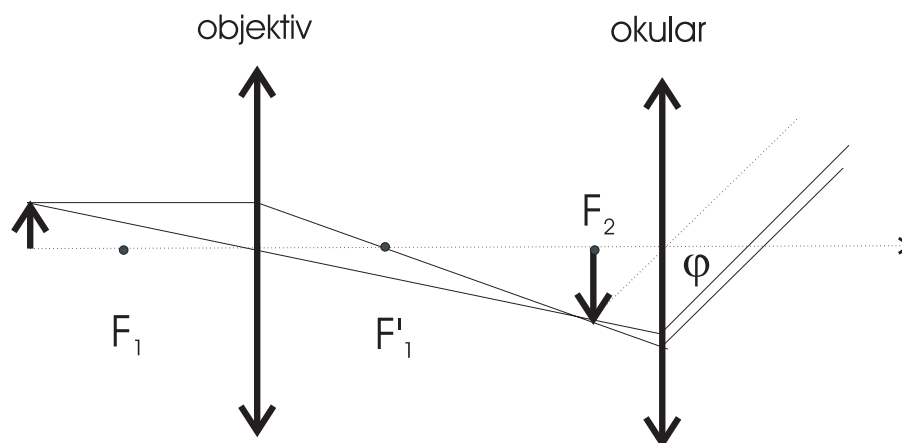
1. Objektiv,
2. okular z nitnim križem,
3. optična klop,
4. predmet - merilo na nasprotni strani,
5. centimetrsko ravnilo.

¹Okular bi lahko postavili tudi tako, da bi nastala navidezna slika bližje očesu, n.pr. v normalni zorni razdalji.

62.2.3 Navodilo

Približno določi goriščno razdaljo objektiva. Goriščna razdalja okularja je napisana na okviru. Objektiv postavi na optično klop s konveksno stranjo proti vpadajoči svetlobi, okular pa postavi tako, da se bo ravnina vdelanega nitnega križa ujemala z goriščno razdaljo objektiva. Če slika ni ostra, jo popravi s premikanjem okularja. Ko je daljnogled pravilno naravnán, tudi paralakse med nitnim križem in sliko ni več. Določi povečavo! Glej z enim očesom skozi daljnogled na merilo, pritrjeno na nasprotni steni, z drugim pa neposredno na isto merilo. Z nekoliko vaje lahko obe sliki toliko približaš, da ju primerjaš. Preceni, koliko delcev merila v naravni velikosti pride na delec slike v daljnogledu. To število pove povečavo. Izračunaj povečavo še iz izmerjenih f_1 , f_2 in a . Premeri sestavljen daljnogled in ga skiciraj v primernem merilu. Na skici nariši tudi potek žarkov. Nariši še potek žarkov v holandskem daljnogledu, naravnánem na neskončnost, in izračunaj povečavo. Pri tem daljnogledu je okular razpršilna leča.

62.3 Mikroskop



Slika 62.3: Potek žarkov v mikroskopu.

Mikroskop služi za opazovanje majhnih predmetov, ki bi jih sicer niti v normalni zorni razdalji ne mogli razločiti. Kakor daljnogled, tudi mikroskop poveča zorni kot opazovanega predmeta. Mikroskop sestavljata objektiv in okular. Oba sta konveksni leči z majhnima goriščnima razdaljama. Predmet je nekaj pred sprednjo goriščno ravnino objektiva, tako da nastane na notranji strani realna povečana slika predmeta (enačba leče). To sliko gledamo skozi okular, ki deluje kot lupa. Povečavo definiramo kot razmerje tangensa kota, s katerim vidimo predmet skozi mikroskop, in tangensa

kota, s katerim bi ga videli s prostimi očmi v normalni zorni razdalji ($r = 25$ cm). Iz slike dobimo za povečavo N :

$$N = \frac{\tan \varphi_1}{\tan \varphi_2} = \frac{d \cdot r}{f_1 \cdot f_2}, \quad (62.2)$$

kjer je d razdalja med notranjima goriščema leč, f_1 goriščna razdalja objektiva in f_2 goriščna razdalja okularja. Izraz je produkt povečave objektiva:

$$N_1 = \frac{d}{f_1} = \frac{Y}{y} \quad (62.3)$$

in kotne povečave okularja:

$$N_2 = \frac{r}{f_2}. \quad (62.4)$$

Povečavo mikroskopa običajno določimo tako, da izmerimo N_1 in N_2 vsakega zase. Iz enakih razlogov kot pri daljnogledu, postavimo v goriščno ravnino okularja nitni križ.

62.3.1 Naloga

Sestavi mikroskop in mu določi povečavo!

62.3.2 Potrebščine

1. Objektiv,
2. okular z nitnim križem,
3. svetilo z merilom (predmet),
4. optična klop,
5. centimetrsko merilo.

62.3.3 Navodilo

Najprej približno določi goriščni razdalji obeh leč. Predmet, to je osvetljeno merilo, postavi malo pred sprednje gorišče objektiva in z zaslonom poišči, kje nastane slika. Okular postavi tako, da bo nitni križ, ki je vdolan v prvi goriščni ravnini, ravno v ravnini slike. Obe leči naj bosta obrnjeni proti svetlobi s svojima konveksnima stranema. Poglej skozi mikroskop in naravnaj okular tako, da vidiš sliko in križ enako ostro in da izgine paralaksa. Mikroskop je s tem naravnal in ga ne spreminjaj več. Določi povečavo! Z nitnim križem izmeri povečavo objektiva, ki je enaka razmerju meril na predmetu in križu; povečavo okularja pa izračunaj iz znane goriščne razdalje. Izmeri povečavo še direktno! Z enim očesom glej skozi mikroskop,

z drugim pa na merilo, ki si ga postavil 25 cm stran od očesa. Oceni koliko mm merila ustreza 1 mm na sliki v mikroskopu; to ti da povečavo. Premeri sestavljen mikroskop in nariši potek žarkov!