



**KTH Teknikvetenskap**

*Laboration*

*Mätning av fokallängd på lins*

# Mätning av fokallängd på lins

## Syfte med denna laboration

Att lära sig utföra mekaniska mätningar så systematiskt och noggrant som möjligt.

Att stöta på systematiska fel.

Att praktiskt möta avbildning i positiv och negativ lins..

## Om labinstruktionen

Teorin förutsätts inhämtad innan labben börjar och pappret "Om mätningar i allmänhet" ska vara genomläst. Teorin till laborationen finns i Young & Freedman kap 34, och på hemsidan under [Geometrisk optik.pdf](#).

De uppgifter som ges är allmänt hållna, men ska utföras så att man får en vettig noggrannhet, och på ett systematiskt sätt. Detta innebär nästan alltid att en mätning i själva verket består av flera mätningar som görs för att bestämma medelvärde och felgränser.

Labredogörelsen ska innehålla en självständigt läsbar redogörelse för utförda mätningar, ritade diagram och tabeller, dragna slutsatser och lösta teoriuppgifter. Se också

[SK1111 Laborationerna i fysik riktlinjer 2011.pdf](#) på hemsidan som delades ut vid första föreläsningen.

## Mätningar

Hela mätningen utförs med en backlight som ljuskälla, en linjal som objekt och med optiska komponenter som kan placeras på en s.k. optisk bänk.

Den innehåller följande tre steg

1-2) Bestämning av fokallängd på en positiv lins med två metoder.

3) Bestämning av fokallängd på en negativ lins.

Tänk på att när man läser teoretiskt om linser beskrivs de genom att rita strålar igenom dem. I praktiken kan man sällan åstadkomma exempelvis helt parallella strålar (det kräver oändligt objektsavstånd) osv, men man kan ändå använda konstruktionsstrålarna.

### 1a

Mät fokallängden på den positiva linsen med ett maximalt relativt fel på 0,01.

Börja med att göra det genom att för minst tio avstånd (som alla är större än 450 mm) mellan objekt och bild placera linsen så att en skarp, förstora bild erhålles. Därefter mäts objektsavstånd,  $p$ , och bildavstånd,  $q$  så noggrant som möjligt. Detta bör göras av varje laborant oberoende av varandra.

Det innebär att

$$f = \left( \frac{1}{p} + \frac{1}{q} \right)^{-1} = \frac{pq}{p+q}$$

Ur detta kan man få (härledd med differentiering, men detta krävs ej)) att

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{q}{p+q} \frac{\Delta p}{p} + \frac{p}{p+q} \frac{\Delta q}{q}$$

(Använd "Om mätningar i allmänhet", se hemsidan)

För att få reda på hur stora  $\Delta p$  och  $\Delta q$  är gör man så här:

En person ställer in ett avstånd mellan objekt och bild och placerar sedan linsen så att bilden blir skarp, mäter  $p$  och  $q$ .

Labkompisen flyttar linsen och placerar den återigen så bilden blir skarp och mäter. Upprepa detta så att ni har minst 20 st mätningar. Hur stort är felet? Obs att ni inte tjänar på att underskatta felet nu eftersom det leder till att mätresultat på slutet kan hamna utanför de felgränser ni fått fram, vilket leder till att man måste börja om.

Gör nu om mätningen för olika objektsavstånd så många ggr att relativa RMS blir mindre än 0,01.

Kontrollera sedan resultaten genom att på lämpligt sätt beräkna standardavvikelsen i de 20 st  $f$ -värdena.

### 1b

Mät nu fokallängd genom att mäta förstoring för fall där bildavstånd  $\gg$  objektsavstånd. Placera objekt + backlight och lins längst till vänster på skenan. Placera linsen så att dess plana yta är vänd mot objektet och dess krökta mot bilden. Ställ in så att skarp bild erhålles på ca 1 m avstånd. Mät förstoring och  $q$  (men inte  $p$ ). Gör om detta för ett tillräckligt antal bildavstånd mellan 1 och 2 m.

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow p = \frac{qf}{q-f} \Rightarrow M = \frac{q}{p} = \frac{q-f}{f} \Rightarrow f = \frac{q}{M+1} \Rightarrow \frac{\Delta f}{f} = ??$$

Även detta ska göras så att RMS blir mindre än 0,02.

Nu har du kanske fått en skillnad mellan 1a och 1b. Denna beror på att linsen inte är tunn utan man ska egentligen dra bort drygt halva linstjockleken från objekts- och/eller bildavståndet när man gör som i 1a.

Att detta fel inte avspeglar sig i felmarginalerna beror på att det är ett systematiskt fel. I metod 1b är aberrationen distorsion orsak till ett annat systematiskt fel.

## 2

När man nu ska mäta fokallängden på en negativ lins kan ingen av metoderna ovan användas direkt eftersom ett reellt objekt ger en virtuell bild.

Frågan är alltså nu om man kan använda bilden från den positiva linsen som virtuellt objekt till den negativa linsen och på det sättet bestämma fokallängden.

Gör det! I detta moment finns inget maxfel utan ni ska demonstrera för assistenten att ni har en fungerande metod.

### Några vanliga misstag

När man jobbar med linser finns det några standardmisstag som i och för sig är lärorika, men som du som läst igenom allt detta belönas med att varnas för, t ex följande.

1) Se till att alla komponenter ligger rätt i höjd. Det är symmetriaxeln som ska vara densamma för alla komponenter.

2) Alla objektsavstånd ger inte någon reell bild alls. Om objektsavståndet är mindre än  $f$  blir bilden virtuell och kan inte fångas upp. Om det bara är något större än  $f$  blir bildavståndet mycket stort. Blir det mycket stort blir bilden stor och ljussvag (och hamnar kanske utanför det rum du befinner dig i. Alla positiva linser som förekommer i labben har  $60 \text{ mm} < f < 150 \text{ mm}$ .