

# FYS2130 regneoppgaver uke 12

## Geometrisk optikk

Oblig med frist 05.05.2021

Sunday 9<sup>th</sup> May, 2021, 16:50

### OPPGAVE 1: Lysstrålediagram

Tegn lysstrålediagram for en konveks linse for følgende objektavstander:  $3f$ ,  $1,5f$ ,  $1,0f$  og  $0,5f$ .

For en av disse avstandene kan bare to av de vanlige tre standardlysstrålene benyttes i konstruksjon av bildet. Hvilken?

Presiser, for hvert tilfelle, hvorvidt vi har forstørrelse eller forminskning av bildet, om bildet er opp-ned eller ikke, og om bildet er reelt eller virtuelt.

### OPPGAVE 2: Bilde på bildebrikken

Anta at du har et kamera og skal ta bilde av en  $1,75$  m høy venn som står oppreist  $3,5$  m unna. Kameraet har en  $85$  mm linse (brennvidde).

Hvor stor avstand er det mellom linsen og bildeplanet når bildet tas?

Får du plass til hele personen innenfor bildet dersom bildet registreres på en gammeldags film eller en "fullformat" CMOS bildebrikke med størrelse  $24 \times 36$  mm?

Hvor mye av personen får du plass til på bildet dersom det registreres med en CMOS bildebrikke med størrelse  $15,8 \times 23,6$  mm?

### OPPGAVE 3: Syn

- a) Hvor er nærpunktet til et øye der en optiker foreskriver en brille med linsestyrke  $2,75$  dioptrier? (korreksjon for "langsynthet")
- b) Hvor er fjernpunktet til et øye der en optiker foreskriver en brille med linsestyrke  $-1,30$  dioptrier? (korreksjon for "nærsynthet")

### OPPGAVE 4: Mikroskop

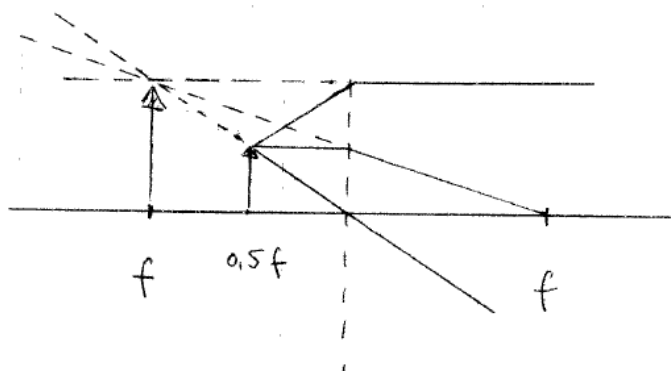
I et mikroskop på laben brukes et objektiv med brennvidde  $8,0$  mm og et okular med brennvidde  $18$  mm. Avstanden mellom objektiv og okular er  $19,7$  cm. Vi bruker mikroskopet slik at øynene fokuserer som om objektet var plassert uendelig langt borte. Vi behandler linsene som om de var "tynne".

- a) Hvor stor avstand må det være mellom objektet og objektivet når vi bruker mikroskopet?
- b) Hvor stor lineær forstørrelse gir objektivet (alene)?
- c) Hvor stor forstørrelse gir okulalet alene?
- d) Hvordan er forstørrelse definert for et mikroskop?
- e) Hvor stor er dette mikroskopets forstørrelse?

## FASIT FOR OPPGAVE 1

Lysstrålediagram for konveks linse med objektavstand  $0,5f$ :

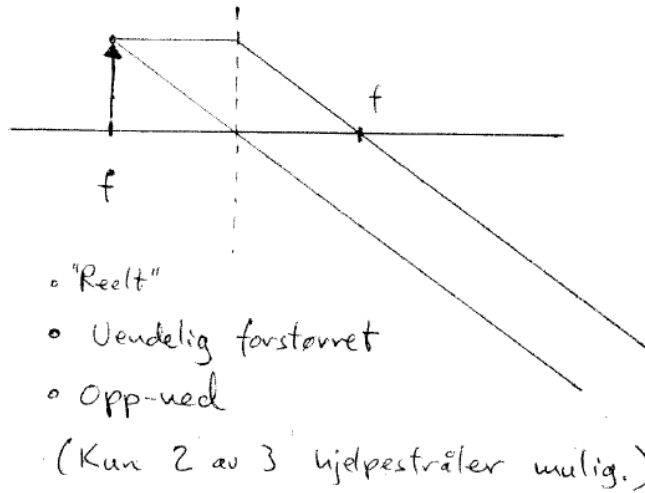
$$\underline{s = 0,5 f}$$



- Virtuelt
- Opprett
- Forstørret

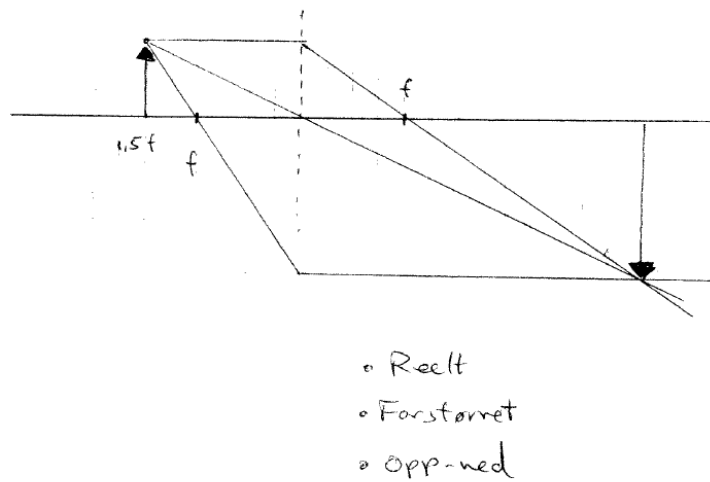
Lysstrålediagram for konveks linse med objektavstand  $1,0f$ :

$$\underline{s = 1,0 f}$$



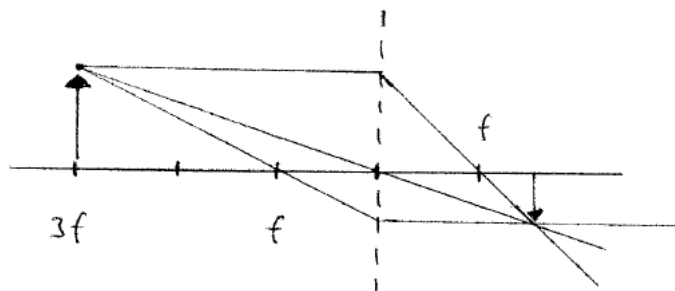
Lysstrålediagram for konveks linse med objektavstand  $1,5f$ :

$$\underline{s = 1,5 f}$$



Lysstrålediagram for konveks linse med objektavstand  $3,0f$ :

$$\underline{s = 3f}$$



- Reelt
- Forminsket
- Opp-ned

## FASIT FOR OPPGAVE 2

Med  $f$  som brennvidden,  $s$  som objektavstanden, og  $s'$  som bildeavstanden, har vi at

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \Rightarrow s' = \frac{sf}{s - f} = \frac{3,5 \text{ m} \cdot 0,085 \text{ m}}{3,5 \text{ m} - 0,085 \text{ m}} \approx 0,087 \text{ m} = 8,7 \text{ cm}$$

Forstørrelsen er gitt som

$$M = -\frac{s'}{s} = \frac{0,087 \text{ m}}{3,5 \text{ m}} \approx 0,0249$$

Objektet er av størrelse 1,75 m, så bildet blir av størrelse

$$h_{\text{bilde}} = M \cdot h_{\text{objekt}} = 0,0435 \text{ m} = 43,5 \text{ mm}$$

Nei, vi får ikke plass til hele bildet på en "fullformat" CMOS brikke.

På en  $15,8 \times 23,6 \text{ mm}$  brikke får vi plass til  $\frac{15,8 \text{ mm}}{43,5 \text{ mm}} = 36,3\%$  av personen.

## FASIT FOR OPPGAVE 3

- a) Et normalt øye har nærpunkt ved  $s = 0,25$  m, som tilsvarer en linsestyrke på 54 diopetre. Dersom en optiker forskriver en brille med styrke 2,75 diopetre til dette øyet, må den maksimale linsestyrken til dette øyet ligge på 51,25 diopetre. Et slikt øye har et nærpunkt på

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{0,02 \text{ m}} = 51,25 \text{ m}^{-1} \Rightarrow s = \frac{1}{51,25 \text{ m}^{-1}} - \frac{1}{0,02 \text{ m}} = \frac{1}{1,25 \text{ m}} = 0,8 \text{ m}$$

der vi har antatt at bildeavstanden er 0,02 m, som normalt.

- b) Dersom brillestyrken er -1,3 diopetre, vil øyets maksimal linsestyrke før korreksjonen være 51,3 diopetre. Et slikt øye har et fjernpunkt på

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{0,02 \text{ m}} = 51,3 \text{ m}^{-1} \Rightarrow s = \frac{1}{51,3 \text{ m}^{-1}} - \frac{1}{0,02 \text{ m}} = \frac{1}{1,3 \text{ m}} \approx 0,77 \text{ m}$$

## FASIT FOR OPPGAVE 4

- a) Vi har et objektiv med brennvidde  $f_1 = 0,008$  m, et okular med brennvidde  $f_2 = 0,018$  m, og vi vet at avstanden mellom objektivet og okulalet er  $0,197 \text{ m} = s'_1 + f_2$  (se figur 12.19 i lærebok). Dette betyr at objektivets bildepunkt er  $s'_1 = 0,197 \text{ m} - f_2 = 0,179 \text{ m}$ . Fra dette kan vi bestemme bildepunktet til objektivet som

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{s_1} + \frac{1}{s'_1} \Rightarrow s_1 = \frac{1}{\frac{1}{f_1} - \frac{1}{s'_1}} = \frac{1}{\frac{1}{0,008 \text{ m}} - \frac{1}{0,179 \text{ m}}} \approx 8,37 \text{ mm}$$

- b) Forstørrelsen fra et objektiv er gitt som

$$M_1 = \frac{s'_1}{s_1} = \frac{0,179 \text{ m}}{0,00837 \text{ m}} \approx 21,4$$

- c) Forstørrelsen fra et okular er gitt som

$$M_2 = \frac{25 \text{ cm}}{f_2} = \frac{0,25 \text{ m}}{0,018 \text{ m}} \approx 13,9$$

- d) Den totale forstørrelsen av et mikroskop er definert som produktet av de individuelle forstørrelsene til objektivet og okulalet:

$$M_{tot} = M_1 M_2 = \frac{s'_1 \cdot 25 \text{ cm}}{s_1 f_2}$$

- e)

$$M_{tot} = M_1 M_2 = 21,4 \cdot 13,9 \approx 297,5$$