

Oppgaver for uke 14 (30. mars - 3. april) 2009 i FYS2130

Diskusjons / forståelsesoppgaver:

1. Hvordan kan du raskt finne den omtrentlige brennvidden til en samlelinse? Har du også en like rask test for en spredelinse?
2. Brennvidden til en enkel linse avhenger av bølgelengden på lyset. Betyr det at vi f.eks. kan finne enkle linser hvor brennvidden er positiv for rødt lys og negativ for fiolett (eller motsatt)?
3. Blir brennvidden endret når du senker en konveks linse ned i vann?
4. Man kan registrere et reelt bilde (dannet f.eks. av en konveks linse) direkte ved å plassere en film eller bildebrikke på det stedet det reelle bildet danner seg. Hvordan må man innrette seg for å registrere et *virtuelt* bilde?
5. Strekdiagrammene vi har brukt for å konstruere bildet en linse danner av et objekt, kan like godt brukes forlengs som baklengs (dvs vi kan godt tenke oss at objekt og bilde bytter plass). Sjekk med de formlene vi har for en avbildning for et hulspeil, for lys gjennom en krum grenseflate mellom to medier, og for en tynn linse faktisk tillater at vi bytter om på hva vi kaller objekt og bilde. Er det noen unntak fra regelen?
6. Svømmer du under vann, ser du ikke skarpt med mindre du har dykkerbriller som sørger for at det er luft foran øynene dine. Kunne du i stedet klart deg med ekstra briller, uten noe luftlag noe sted? I så fall, måtte brillene være konkave eller konvekse?
7. Anta at du har to briller, en med linsestyrke +1.5 dioptré på begge glass og en med linsestyrke +2.5 dioptré på begge glass. Du finner bare et av brillene og får lyst til å sjekke om dette var de med sterkest eller svakest linsestyrke. Kan du gi en prosedyre på hvordan du kan bestemme linsestyrken på de brillene du fant?

Regneoppgaver:

8. 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 med størrelse 24 x 36 mm? Hvor mye av personen får du plass til på bildet dersom det registreres med en CCD bildebrikke med størrelse 15.8 x 23.6 mm?
9. Hvor er nærpunktet til et øye der en optiker anbefaler at man bruker kontaktlinser med styrke +2.75 dioptré? Hvor langt unna er fjernpunktet for et øye der optikeren anbefaler kontaktlinser med styrke -1.30 dioptré (når man skal se ting på avstand)?
10. Bestem linsestyrken til briller som egner seg til en person som har *nærpunktet* ved 60 cm. Bestem likeledes linsestyrken i briller som kan passe til en person som har *fjernpunktet* ved 60 cm.
11. Bestem akkomodasjonen (i betydning mulig endring i linsestyrke) hos en person som har nærpunktet ved 75 cm og fjernpunktet ved 3 meter.
12. I en forenklet modell av øyet ser vi for oss at hornhinnen, væsken innenfor, linsen og glassvæsken i det indre av øyet alle har brytningsindeks 1.4. Avstanden mellom hornhinnen og retina er 2.60 cm. Hvor stor må krumningsradius for hornhinnen være for at en gjenstand 40.0 cm fra øyet skal bli fokusert på netthinnen?

13. En “tynn linse” med brennvidde 5.00 cm blir brukt som en lupe og man betrakter detaljer i et fotografi. Hva menes med forstørrelse til en lupe? Hvor stor forstørrelse gir vår lupe? Forstørrelsen varierer *litt* med hvor lang avstand vi bruker mellom linsen og fotografiet. Hvor stor er forstørrelsen dersom vi stiller avstanden s mellom linse/fotografi slik at øyet kan “fokusere som om objektet var uendelig langt borte”? Hvor stor er avstanden s dersom den fører til at øyet må fokusere som om objektet bare var 25 cm unna? Hvor stor er forstørrelsen da? [Hint: Ved sammenligning av vinkler må du bruke vinkelen mellom optisk akse og lysstrålen som tenkes å gå gjennom linsens sentrum.]

14. Et linse- teleskop skal brukes av en amatørastonom. Brennvidden på objektivet er 820 mm, diameteren på er 10.0 cm. Objektivet sitter i en ende av teleskoprøret og en okularholder i motsatt ende. Okularholderen kan justeres slik at man får et klart bilde av stjernehimlen og planetene. For å kunne bruke litt ulik forstørrelse på ulike objekter, har amatørastromen fire forskjellige okularer med brennvidde 30, 15, 7.5 og 3.0 mm. Diameteren på linsen i disse okularene er hhv 48, 20, 11 og 3.7 mm. Vi behandler alle linser som om de var “tynne”.

- Hvor langt må teleskoprøret være (avstand mellom objektiv og okular)?
- Hvor stor endring i posisjon må okularholderen tillate?
- Hvor mye lengre må okularholderen kunne bevege seg dersom man også skal kunne bruke kikkerten som landskapskikkert med minste objekt-avstand lik 20 m?
- Hvor stor lysstyrke (blendertall) har objektivet?
- Hva mener vi med “forstørrelse” til en kikkert?
- Anslå omtrentlig hvor stor forstørrelse vi får for de fire ulike okularene.
- Anslå omtrentlig hvor stor bildevinkel vi får for 30 mm og 3.0 mm okularene.
- Sammenlign dette med bildevinkelen til månen, som er om lag 0.5 grader.
- Hvor stor vil Jupiter se ut når forholdene ligger best til rette for observasjoner, når vi betrakter den gjennom vårt teleskop med 3.0 mm okularet? (Tilnærmet radius i Jordens bane er $1.50e11$ m og i Jupiters bane $7.78e11$ m. Jupiters diameter er om lag $13.8e8$ m.)

15. I et mikroskop på labben brukes et objektiv på 8.0 mm og et okular på 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”.

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

16. Det gamle Yerkes teleskopet ved University of Chicago var verdens største linsekikkert. Det hadde et objektiv som var 1.02 m i diameter og hadde et f -tall (lysstyrke) på 19.0. Hvor stor var brennvidden?

17. Vi har to tynne linser med brennvidde 12.0 cm (i tallverdi), den ene konveks, den andre konkav. Linsene plasseres 9.00 cm fra hverandre. Et 2.50 mm høyt objekt plasseres på den optiske akse 20.0 cm utenfor de to linsene, nærmest den konvekse linsen.

- Hvor langt fra denne første linsen dannes *det endelige* bildet?
- Er det endelige bildet reelt eller imaginært, oppned eller rettventd?
- Hvor stort er det endelige bildet?

18. Vis at når to tynne linser er i kontakt med hverandre, vil brennvidden f til de to linsene til sammen være gitt ved:

$$1/f = 1/f_1 + 1/f_2$$

hvor f_1 og f_2 er brennviddene til de to enkeltlinsene.

Vi har en konvergerende meniskformet linse med brytningsindeks 1.55 og krumningsradier på 4.50

og 9.00 cm. Den konkave flaten vendes vertikalt oppover, og man fyller ”gropen” med en væske som har brytningsindeks $n = 1.46$. Hvor stor blir den totale brennvidden for linse pluss væskelinse?

19. Teleskopet som Galilei laget bestod av et konvekst objektiv og et konkavt okular. Vi kaller en slik kikkert i dag for en ”opera-kikkert”. Bildet fra objektivet plasseres da ”bak” okularet (okularet er nærmere objektivet enn bildet fra objektivet). Kikkerten blir derfor kortere enn for f.eks. et teleskop beskrevet i oppgave 14.

Anta at vi starter med samme objektiv som i oppgave 14. Vi antar videre for enkelhets skyld at objekter vi kikker på er ”uendelig langt borte” og at øynene fokuserer som om objektene var plassert uendelig langt borte.

a) Tegn strålegangen i Galilei-kikkerten.

b) Vis at den angulære forstørrelsen (tallverdien) for Galilei-kikkerten er gitt ved $M = f_1/f_2$, der f_1 og f_2 er tallverdien av brennviddene til objektiv og okular.

c) Hvilken brennvidde må vi velge på okularet i Galilei-kikkerten dersom vi skal få samme forstørrelse som i kikkerten i oppgave 14 når okularet med nest lengste brennvidde er i bruk?

d) Sammenlign lengden på kikkerten i oppgave 14 og lengden på Galilei-kikkerten for dette tilfellet.

e) Har Galilei-kikkerten en annen fordel sammenlignet med kikkerten i oppgave 14 (og som også er medvirkende til at denne konstruksjonen brukes i ”operakikkerter”)?

20. Vi skal i denne oppgaven studere detaljer knyttet til sfærisk avvik vi har i avbildningen i et sfærisk speil. Dette skyldes at parallelle stråler med optisk akse reflekteres til ulike ”brennpunkt” alt etter hvor langt fra den optiske aksens strålen kommer.

a) Vis at brennpunktet er tettere speilet for stråler som reflekteres langt ut mot kanten av speilet enn stråler som kommer inn nærmere den optiske aksens.

[Hint: Forsøk å sette opp et analytisk uttrykk der bl.a. vinkler mellom den innkommende parallelle lysstrålen, innfallsloddet på speilet der strålen treffer, og den reflekterte lysstrålen inngår.]

b) Beregn hvor langt ut på speilet strålen kan gå før det tilsvarende brennpunktet er flyttet 2 % lenger bort fra speilet enn brennpunktet for stråler som kommer inn nær den optiske aksens.

c) Kan du med dette forklare hvorfor speilkikkerter som er basert på sfærisk speil ofte har høyt f-tall (liten lysstyrke)?