

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

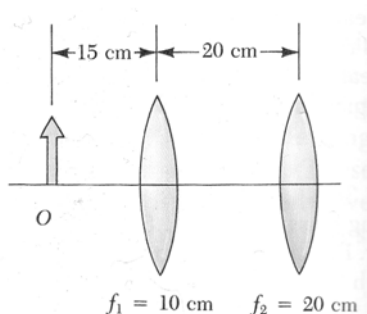
Eksamen i: FYS 2130 - Svingninger og bølger
Eksamensdag: 2. juni 2005
Tid for eksamen: Kl. 1430 - 1730
Godkjente hjelpemidler: Øgrim og Lian (eller Angell og Lian): Størrelser og enheter i fysikken
Rottman: Matematisk formelsamling
En A4-side med egne notater
Elektronisk kalkulator av godkjent type

Oppgavesettet er på 4 sider

Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare spørsmålene.

Oppgave 1

a) Avstanden mellom to tynne konvergerende linser (samlelinser) er 20 cm. Fokallengdene er $f_1 = 10$ cm og $f_2 = 20$ cm. Et objekt O er plassert 15 cm foran den første linsen. Se figuren nedenfor.



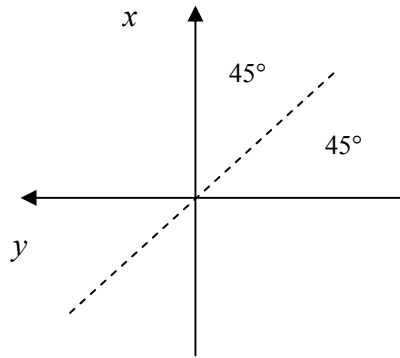
Bestem forstørrelsen og posisjonen til avbildningen av O for dette linsesystemet.

b) Vi har et reelt objekt og en tynn divergerende linse (spredelinse). Bruk linseformelen til å vise at bildet alltid er virtuelt. Vis også at forstørrelsen < 1 og at bildet er opprett.

Oppgave 2

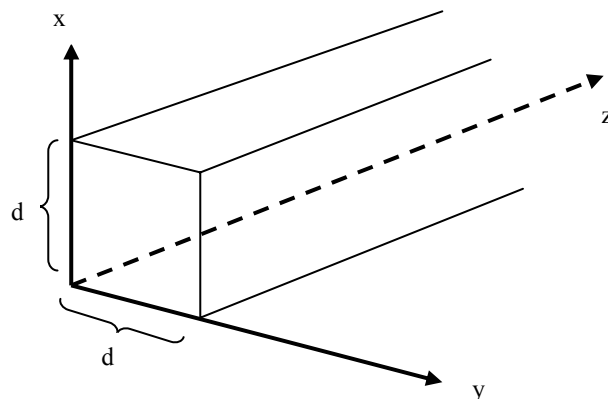
a) En radiosender har en midlere effekt på 100 kW. Vi antar at radiosenderen stråler ut uniformt i alle retninger. Bestem amplituden til det elektriske feltet i et punkt 5 km fra senderen. Anta at luft har samme egenskaper som vakuum.

b) En harmonisk planpolarisert elektromagnetisk bølge forplanter seg i positiv z-retning i vakuum. \vec{E} -feltet ligger i xy-planet og danner en vinkel på 45° med x-aksen og svinger langs den stiplede linjen som vist i figuren under. På figuren peker z-aksen ut av papirplanet. Absoluttverdien av Poyntingsvektoren er S . Bølgens vinkelfrekvens er ω og bølgetallet er k . Finn uttrykk for \vec{B} og \vec{E} som funksjon av posisjon og tid og uttrykt ved S , ω , k og μ_0 . Amplituden til E -feltet er null for $z=0$ og $t=0$.



Oppgave 3

a) Vi ønsker å transportere elektromagnetiske bølger gjennom en hul bølgeleder. Bølgelederen har et kvadratisk tverrsnitt med sidekanter d som vist på figuren under.



Vi antar at bølgens elektriske felt er rettet parallelt med x-aksen og på kompleks form kan skrives som:

$$E_x = E_{0x} \sin(b \cdot y) \cdot e^{i(k \cdot z - \omega t)}$$

der $b = \pi / d$.

Bølgeligningen for \vec{E} -feltet i et dielektrisk medium er:

$$\nabla^2 \vec{E} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2}$$

a) Vis at bølgeligningen i vårt tilfelle reduseres til

$$\frac{\partial^2 E_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 E_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 E_x}{\partial z^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 E_x}{\partial t^2} = 0.$$

Vis at
$$k = \sqrt{\frac{\omega^2}{c^2} - \frac{\pi^2}{d^2}}$$

b) Bestem hvilke frekvenser som gir en udempet bølge og hvilke frekvenser som gir en dempet bølge.

Oppgave 4

a) Hva menes med at et medium er dispersivt? Gi et eksempel på et dispersivt medium og et eksempel på et ikke-dispersivt medium.

b) Vi betrakter to lydbølger i luft som er gitt ved

$$p_1 = p_0 \cos(k_1 x - \omega_1 t)$$

$$p_2 = p_0 \cos(k_2 x - \omega_2 t)$$

der $k_2 = 0.9k_1$

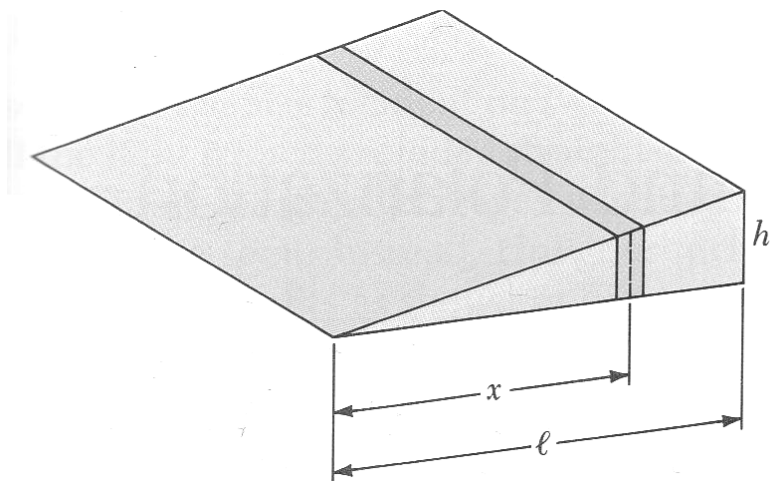
Vis at resultantbølgen kan skrives som

$$2p_0 \cos(0.05k_1 x - 0.05c k_1 t) \cdot \cos(0.95k_1 x - 0.95c k_1 t)$$

der c er lydhastigheten i luft.

Bestem svevefrekvensen (beatfrekvensen) uttrykt ved k_1 og c .

Oppgave 5



a) Figuren over viser et kileformet stykke av et transparent materiale med brytningsindeks n . Kilen er omgitt av luft med brytningsindeks $< n$. Kilen belyses med monokromatisk lys med bølglengde λ ovenfra. Hvilke verdier av x gir lysmaksima, og hvilke x gir lysminima når vi ser ned på kilen ovenfra?

b) Vi lar bølglengden i a) være 500 nm (synlig lys). Brytningsindeksen til kilematerialet er 1.5, $\ell = 10$ cm og $h = 1$ cm. Hvorfor er det ikke mulig å observere interferensmønster når vi ser ned på denne kilen med det blotte øye? Anta at øyets avstand til kilen er 0.25 m og pupill diameteren er 1 mm.