

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: FYS 2130 - Svingninger og bølger
Eksamensdag: 6. juni 2007
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.

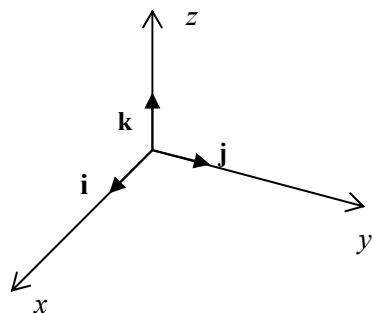
Oppgave 1

a) En elektromagnetisk plan harmonisk bølge beveger seg i vakuum. E-feltamplituden er E_0 .

Hva er magnetfeltamplituden uttrykt ved E_0 , ϵ_0 og μ_0 ?

Hva er intensiteten til bølgen uttrykt ved E_0 , ϵ_0 og μ_0 ?

b)

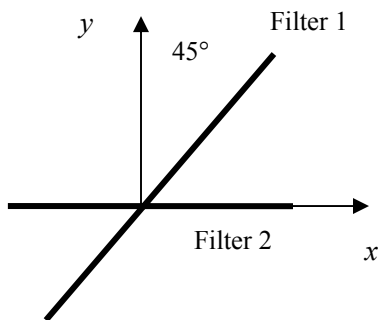


Figur 1: xyz koordinatsystem med enhetsvektorer \mathbf{i} , \mathbf{j} og \mathbf{k}

En plan harmonisk elektromagnetisk bølge beveger seg i vakuum i positiv z -retning. Se figur 1. Det elektriske feltet er rettet langs y -aksen. Amplituden til E-feltet er E_0 . Bølgens vinkelfrekvens er ω og bølgetallet er k . Ved tiden $t = 0$ i origo er E-feltet lik 0.

Sett opp uttrykkene for bølgefunksjonen til E-feltet og B-feltet på vektorform som funksjon av posisjon og tid uttrykt ved E_0 , ω , og k og passende enhetsvektorer.

For et bestemt tidspunkt er E-feltet i origo rettet i positiv y -retning. Hvilken retning har B-feltet i samme posisjon og til samme tidspunkt?



Figur 2: Polarisasjonsaksenes orientering

c) To ideelle polarisasjonsfiltre er plassert i to posisjoner langs den positive z -akse, begge i plan parallell med xy -planet. Det første polarisasjonsfilteret er plassert i posisjonen z_1 og det andre i posisjon z_2 , slik at $z_2 > z_1$. Vinkelen mellom polarisasjonsaksen til det første filteret og y -aksen er 45° . Polarisasjonsaksen til det andre filteret er parallell med x -aksen. Se figur 2.

Bestem amplituden til det elektriske feltet etter at bølgen i b) har passert begge filtrene.

Svar på det samme spørsmål når rekkefølgen til filtrene er byttet om.

Oppgave 2



Figur 3: En plankonveks linse

a) En plankonveks linse består av en del av en kule med radius R . Den ene siden er en plan flate. Se figur 3. Brytningsindeksen er n og fokallengden er f . Vi går ut fra at linsen er tynn.

Bestem R uttrykt ved f og n .

Hva er R når $f = 10$ cm og $n = 1.5$?

b) Linsen er plassert i origo på x -aksen slik at den plane flaten står normalt på x -aksen. Fokallengden til linsen er $+10$ cm.

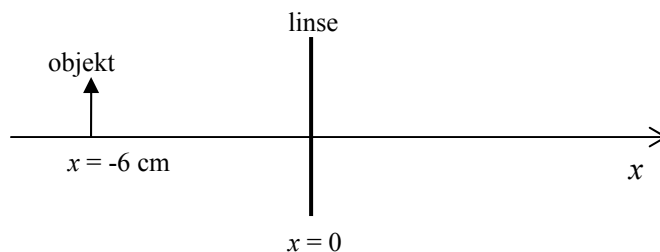
Hva er bildeposisjonen for et objekt i posisjonen $x = -6$ cm? Se figur 4.

Hva er den laterale bildeforstørrelsen?

Er bildet opprett eller omvendt?

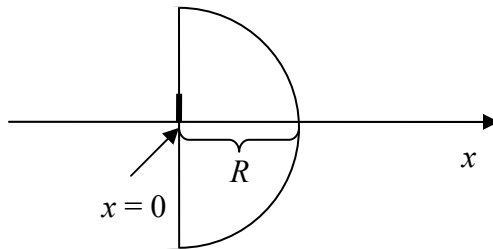
Er bildet reelt eller virtuelt?

Vis på en figur hvordan bildet kan konstrueres (principal ray diagram).



Figur 4: Posisjonene til objekt og linse i oppgave 2 b)

c) Objektet er nå sammensatt av to svarte punkter med en separasjon på 0.50 mm vinkelrett på x -aksen og i posisjon $x = -1.0$ km. Hva er den minste diameteren linsen må ha for at de to punktene skal kunne skilles fra hverandre på en film i fokalplanet på høyre siden av linsen ($x > 0$). Filmen er bare følsom for lys med bølgelengder omkring 400 nm.



Figur 5: Objektet er markert som en vertikal tykk strek.

d) Vi har nå en annen plankonveks linse. Linsen er en halvkule med radius $R = 20$ cm. Linsen kan **ikke** oppfattes som tynn. Punktet hvor x -aksen skjærer linsens plane flate i kulens sentrum er valgt som origo. Se figur 5. Objektet er en liten stripe som er malt på den plane siden av linsen ved origo. Anta små vinkler (paraksiale stråler).

Bestem bildets posisjon.
Hva er den laterale bildeforstørrelsen?
Er bildet opprett eller omvendt?

Oppgave 3

a) En lydkilde beveger seg med hastighet $u = 30.0$ m/s og sender ut lyd med frekvens $f = 500$ Hz. Lydhastigheten er $c = 340$ m/s.

Hvilken frekvens vil en observatør i ro oppfatte når lydkilden beveger seg mot observatøren?

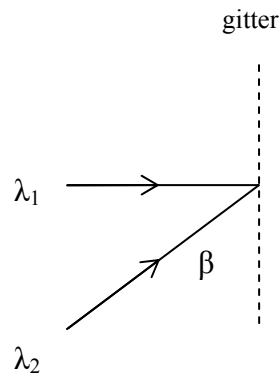
Hvilken frekvens vil en observatør i ro oppfatte når lydkilden beveger seg fra observatøren?

b) Lyden reflekteres i en vegg. Veggene beveger seg med farten $V = 20.0$ m/s i motsatt retning av lydkilden. Veggene befinner seg bak lydkilden. Den reflekterte lyden registreres av en observatør som følger lydkilden.

Hvilken frekvens registrerer denne observatøren at den reflekterte lyden har?

Oppgave 4

- a) Lys med bølglengde $\lambda_1 = 400 \text{ nm}$ og $\lambda_2 = 600 \text{ nm}$ kommer normalt inn på et gitter. Gitteret har 1000 spalter/cm. Et interferensmønster observeres på en plan skjerm bak gitteret. Avstanden mellom gitter og skjerm er 5.0 m. Skjerm og gitter er parallelle. Hva er avstanden mellom 3. ordens lysmaksimum for λ_1 og 3. ordens lysmaksimum for λ_2 på skjermen?
- b) Hvor mange interferensstriper er det teoretisk mulig å observere på skjermen for hver av bølglengdene?
- c) Lyset med bølglengde 600 nm kommer nå inn mot gitteret med vinkelen $\beta = 85^\circ$ i forhold til gitterplanet. Lyset med bølglengden 400 nm kommer normalt inn mot gitteret som i a). Se figur 6. Hva er avstanden mellom 3. ordens lysmaksimum for λ_1 og 3.ordens lysmaksimum for λ_2 på skjermen?



Figur 6: Lyset med bølglengde λ_2 kommer på skrå inn mot gitteret. Lyset med bølglengde λ_1 kommer loddrett inn på gitteret som i a).