

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i:	FYS 2130 - Svingninger og bølger
Eksamensdag:	19. august 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 3 sider

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

Oppgave 1

En masse $M = 2.0$ kg henger i en fjær med fjærstivhet 50 N/m. Vi ser bort fra fjærens masse. Systemet settes i svingninger og er dempet. Når massens hastighet er 0.5 m/s er den dempende kraften 8.0 N.

- Hva er systemets naturlige svingefrekvens, f (dvs. hvis demping ikke var til stede) ?
- Bestem frekvensen for de dempede svingningene.
- Hvor lang tid tar det før amplituden er redusert til 1% av den opprinnelige verdi?

Oppgave 2

- Et konvekst sfærisk speil har krumningsradius $R = -40$ cm. Et objekt avbildes opprett med en forstørrelse på 0.25 . Bestem avstanden mellom objekt og bilde.
- En punktformet lyskilde er plassert i avstand 2 m fra en tynn konveks linse hvor den ene linseflaten er sfærisk med krumningsradius R og den andre linseflaten er plan. (En konveks linse er tykkest på midten.) Linsematerialet har brytningsindeks 1.33 og linsen er omgitt av luft med brytningsindeks 1.0 . Bestem krumningsradien R slik at lysstrålene fra lyskilden etter å ha passert linsen er parallelle.

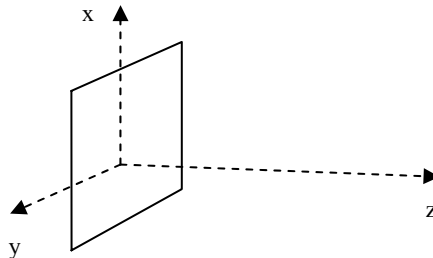
c) En langsynt person har et syn med nærpunkt på 1.0 m (den minste avstand til objektet øyet klarer å fokusere). Synet skal korrigeres med kontaktlinser. Bestem kontaktlinsenes fokallengde når de tilpasses slik at nærpunktet blir 30 cm.

Oppgave 3

En plan harmonisk elektromagnetisk bølge beveger seg i negativ z-retning. Det elektriske feltet for bølgen kan skrives på formen

$$\vec{E}(z, t) = E_0 \cos(kz + \omega t) \vec{i}$$

Bølgen treffer en plan flate som kan betraktes som en perfekt elektrisk leder og som ligger i xy -planet. Se figuren under. Bølgen reflekteres i flaten.



a) Vis at resultantbølgen for det elektriske feltet kan skrives som

$$\vec{E}_{res}(z, t) = -2E_0 \sin(kz) \sin(\omega t) \vec{i}$$

Hint: E-feltet på overflaten av en perfekt leder har ingen komponent parallelt med overflaten.

Hva er fasehastigheten til resultantbølgen?

b) Vis at resultantbølgens magnetfelt kan skrives som

$$\vec{B}_{res}(z, t) = -2 \frac{E_0}{c} \cos(kz) \cos(\omega t) \vec{j}$$

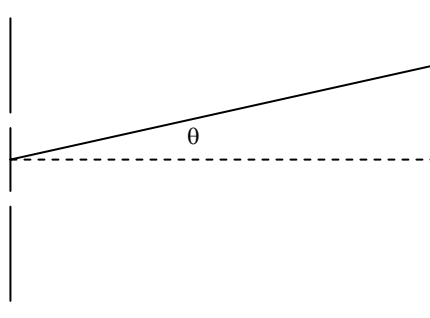
Bestem de z-verdier hvor $\vec{B}_{res} = 0$ for alle verdier av tiden t . Uttrykk svaret ved bølgelengden λ .

c) Bestem Poyntingsvektoren \vec{S}_{res} .

Hva er tidsmiddelet av S_{res} ? Hva sier dette om energitransporten i z-retning?

Oppgave 4

a) En plan elektromagnetisk bølge med bølgelengde λ faller normalt inn på en dobbeltspalte. Spalteavstanden er d . Vi antar at intensiteten rett bak hver av spaltene er I_0 i alle retninger (dette betyr at vi ikke tar hensyn til bredden av hver av spaltene).



Hva er intensiteten i sentralk maksimumet ($\theta = 0$)?

Bestem $\sin \theta$ for maksimalverdiene og nullpunktene. Det er tilstrekkelig å ta med 1. hovedmaksimum på hver side av sentralk maksimum og eventuelle nullpunkter innenfor disse.

b) Vi bytter nå ut dobbeltspaltene med 3 spalter. Avstanden mellom to nabospalter er d . Vi har ellers samme betingelser som i a).

Hva er intensiteten i sentralk maksimumet ($\theta = 0$)?

Bestem $\sin \theta$ for maksimalverdiene og nullpunktene. Det er tilstrekkelig å ta med 1. hovedmaksimum på hver side av sentralk maksimum og nullpunktene innenfor disse. Lag en skisse av intensitetsfordelingen på skjermen som funksjon av $\sin \theta$.

c) Vis at sentralk maksimumets halvverdibredde for b) med god tilnærming er $\frac{\lambda}{3d}$.

Oppgitt:

Intensitetsfordelingen for et gitter med N spalter er:

$$I = I_0 \left[\frac{\sin \frac{N\varphi}{2}}{\sin \frac{\varphi}{2}} \right]^2 \quad \text{der} \quad \varphi = 2\pi \frac{d \sin \theta}{\lambda}$$