**Institutt for fysikk, NTNU**
**TFY4160/FY1002: Bølgefysikk**
**Høst 2006**

# Øving 8

Veiledning: Torsdag 19. oktober
Innleveringsfrist: Mandag 23. oktober

## Oppgave 1

Finn uttrykk for det elektriske feltet $\boldsymbol{E}$ og magnetfeltet $\boldsymbol{B}$ for en plan elektromagnetisk bølge med amplitude $E_0$ (for det elektriske feltet), vinkelfrekvens $\omega$, fasekonstant null, og som

$a$) forplanter seg i negativ $z$-retning og er polarisert i $y$-retning.

$b$) forplanter seg i retning gitt ved vektoren fra origo til punktet $(1, 1, 1)$ og har polarisering parallelt med $xy$-planet.

For begge tilfeller, skisser bølgen og angi de kartesiske komponentene til både bølgetallsvektoren $\boldsymbol{k}$ og en enhetsvektor $\hat{n}$ som peker i samme retning som $\boldsymbol{E}$.

## Oppgave 2

På en godværsdag treffer den elektromagnetiske strålingen fra sola jorda med en intensitet på omtrent 1300 $\mathrm{W/m^2}$. Hvor stort trykk representerer dette hvis strålingen treffer en overflate som absorberer all strålingen fullstendig? Hvor mye utgjør dette strålingstrykket i forhold til det atmosfæriske trykket?

## Oppgave 3

En oscillerende elektrisk dipol,

$$\boldsymbol{p}(t) = \hat{z} p_0 \cos \omega t,$$

resulterer i et elektrisk felt,

$$\boldsymbol{E}(\boldsymbol{r}, t) = -\frac{\mu_0 p_0 \omega^2 \sin\theta}{4\pi r} \cos[\omega(t - r/c)]\, \hat{\theta},$$

og et magnetfelt,

$$\boldsymbol{B}(\boldsymbol{r}, t) = -\frac{\mu_0 p_0 \omega^2 \sin\theta}{4\pi c r} \cos[\omega(t - r/c)]\, \hat{\phi}.$$

Begge disse er tilnærmede uttrykk som gjelder så lenge vi er langt unna dipolen, samt at bølgelengden er stor i forhold til dipolens utstrekning. Videre er $\theta$ vinkelen mellom $z$-aksen og $\boldsymbol{r}$, mens $\hat{\theta}$ og $\hat{\phi}$ er enhetsvektorer som peker i retning av økende verdi av henholdsvis $\theta$ og $\phi$. (Med andre ord, $r$, $\theta$ og $\phi$ er standard kulekoordinater, som innført i elektromagnetismen i vår. Alternativt, se Rottmann.)

Finn et uttrykk for Poyntings vektor $\boldsymbol{S}(\boldsymbol{r}, t)$ og vis at strålingsintensiteten blir

$$I(\boldsymbol{r}) = \langle \boldsymbol{S}(\boldsymbol{r}, t) \rangle = \frac{\mu_0 p_0^2 \omega^4 \sin^2 \theta}{32\pi^2 c r^2} \, \hat{r}$$

Her angir $\langle \cdots \rangle$ som vanlig et tidsmiddel over en eller flere perioder. Vis til slutt at total (midlere) utstrålt energi pr tidsenhet (dvs effekt) blir

$$\langle P \rangle = \frac{\mu_0 p_0^2 \omega^4}{12\pi c}$$

Tips: Integrer $\langle \boldsymbol{S} \rangle$ over en kuleflate med radius $r$.