FY1002/TFY4160 Bølgefysikk. Institutt for fysikk, NTNU. Høsten 2008.
Veiledning: Torsdag 23. oktober. Innleveringsfrist: Mandag 28. oktober kl 12:00.

Øving 9

Oppgave 1

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

Oppgave 2

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 θ vinkelen mellom z-aksen og $\boldsymbol{r}$, mens $\hat{\theta}$ og $\hat{\phi}$ er enhetsvektorer som peker i retning av økende verdi av henholdsvis θ og ϕ. (Med andre ord, r, θ og ϕ 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 $I(\boldsymbol{r}) = \langle S(\boldsymbol{r}, t)\rangle$ blir

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

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.

Oppgave 3

- Hvis været tillater: Se opp på den blå himmelen gjennom et polarisasjonsfilter. Beskriv og forklar det du ser.
- Se på en PC-skjerm gjennom et polarisasjonsfilter. I hvilken retning er lyset fra skjermen polarisert? (Dette vil variere fra skjerm til skjerm.) Hold nå polarisasjonsfilteret slik at det slipper minimalt av lyset fra skjermen gjennom. Hold deretter et annet polarisasjonsfilter bak det første og drei det rundt. Beskriv og forklar det du ser.
- Se mot en hvilken som helst (upolarisert) lyskilde gjennom to kryssede polarisasjonsfiltre (dvs med polarisasjonsretninger normalt på hverandre). Stikk deretter et tredje polarisasjonsfilter inn på skrå mellom de to første. Beskriv og forklar det du ser. Vis at man får størst intensitet på det transmitterte lyset når det midterste polarisasjonsfilteret har en polarisasjonsakse som danner en vinkel 45 grader i forhold til de to andre.