

FYS2130: Oblig 8

Aleksander Hansen

15. mars 2013

Oppgave 1

Gauss lov for elektriske felt på differensialform sier at divergensen til det elektriske feltet, \vec{E} , er proporsjonal med ladningstettheten ρ :

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad (1)$$

Det betyr at hvis, $\nabla \cdot \vec{E} \neq 0$, et sted i rommet så er det elektriske ladninger i nærheten.

Maxwell-Faraday likningen,

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (2)$$

sier at et tidsvarierende magnetisk felt, \vec{B} , gir opphav til rotasjon i det elektriske feltet. Altså hvis, $\nabla \times \vec{E} \neq 0$, et sted i rommet så vet vi at det også er et tidsvarierende magnetisk felt på samme sted.

Oppgave 2

Med en *midlere lengdeskala* mener vi en lengdeskala som er mindre enn makroskopiske objekter (som er mer eller mindre objekter vi kan se med det blotte øye), men fortsatt større enn atomære størrelser.

Dette er fordi f.eks. i likning (1) så er ladningstettheten, ρ , egentlig lik null i et punkt så lenge det ikke f.eks. er et elektron i akkurat det punktet, fordi elektriske ladninger er kvantifisert. “Zoomer” vi heller litt ut til en midlere skala, kan vi tenke på ladningstettheten som et kontinuerlig skalarfelt, slik at det lager mening å bruke lovene på differensialform.

Oppgave 4

Dette er en diskusjonsoppgave? E-feltet mellom en parallell plate kapasitator med en tidsvarierende strøm vil oscillere

plavil kunne brukt Biot-Savart eller Amperes lov for å finne magnetfeltet som settes opp pga. forskyvningstrømmen som oppstår når platene lades opp

Oppgave 10

Nei, en Poynting vektor kan bare brukes for en enkel plan bølge langt vekk fra kilden og andre forstyrrende elementer.

Oppgave 14

- a) Lyshastigheten er relatert til ϵ_r gjennom likningen, $c = 1/\sqrt{\epsilon\mu}$. Hvor $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_{\text{psilon}_r}$.
- b) Det tenkes vel da på polarisering av ladningsfordelingen i atomene i glasset, som igjen setter opp et elektrisk felt som motsetter seg E-feltet fra lyset?
- c) De tenker kanskje på lyset som en klassisk partikkel med masse som blir påvirket av en kraft som peker mot fartsretningen når den treffer glasset, og dermed fra Newtons 2. blir "deakselerert". Når den da forlater glasset, og kraften avtar, forventer de at lyset/partikkelen skal fortsette med samme hastighet fra Newtons 1.

Oppgave 19

Vi har relasjonene,

$$\lambda = \frac{c}{f}, \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{f}, \quad \Rightarrow \quad \lambda = c \cdot \frac{2\pi}{\omega}$$

Bølgelengden blir da:

$$\lambda = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s} \cdot \frac{2\pi}{4.33 \times 10^{13}} \text{ s} \approx \underline{\underline{4.35 \times 10^{-5} \text{ m}}}$$

Bølgetallet blir:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\omega}{c} = \frac{4.33 \times 10^{13}}{3.0 \times 10^8} \approx \underline{\underline{144333}}$$

Bølgen beveger seg altså i positiv y-retning. Vi kan nå integrere opp likning (2) for å finne $\vec{B}(y, t)$. Det er allerede gjort i læreboka. Svaret er:

$$\vec{B}(y, t) = B_0 \cos(ky - \omega t) \hat{i}$$

hvor $B_0 = E_0/c$.

Tror ikke jeg har gjort noen spesielle antagelser, annet enn at bølgen utbrer seg i vakuum. Resten følger fra oppgaveteksten og det vi vet om elektromagnetiske bølger. Vel, jeg har også antatt at x, y, z er kartesiske koordinater orientert etter høyrehåndsregelen, med henholdsvis $\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ som enhetsvektorer. Noe som medfører at EM-bølgen er plan.

Oppgave 22

Vi har at strålingstrykket er gitt som:

$$P = \frac{I}{c}$$

Hvis vi antar at alt sollyset absorberes, blir trykket:

$$P = \frac{780 Pa \cdot m/s}{3.0 \times 10^8 m/s} = \underline{2.6 \times 10^{-6} Pa}$$

Kraften på solpanelet blir da:

$$F = P \cdot A = 2.6 \mu Pa \cdot 1 m^2 = \underline{\underline{2.6 \mu N}}$$

Oppgave 28

Vi har at,

$$I = \frac{1}{2} c \epsilon E_0^2 \Leftrightarrow E_0 = \sqrt{\frac{2I}{c\epsilon}}$$

For luft er $\epsilon \approx \epsilon_0$. Vi får:

$$E_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 0.01 W/m^2}{3.0 \times 10^8 m/s \cdot 8.85 \times 10^{-12} F/m}} \approx \underline{2.74 N/C}$$

Og,

$$B_0 = \frac{E_0}{c} = \frac{2.74 N/C}{3.0 \times 10^8 m/s} \approx \underline{9.14 \times 10^{-9} T}$$

E- og B-feltet vil oscillere mellom $\pm E_0$, og $\pm B_0$ med en frekvens på $1.8 GHz$ overalt hvor det er en strålingstetthet på $0.01 W/m^2$.

Oppgave 29

$$\frac{1 W}{4\pi(0.05 m)^2} \approx \underline{31.8 W/m^2}$$

$$0.7 \cdot 31.8 \approx \underline{22.3 W/m^2}$$

Effekttettheten er altså 2-3 tusen ganger større enn fra forrige oppgave.

Oppgave 30

- a) http://en.wikipedia.org/wiki/Specific_absorption_rate
- b) SAR er et mål for hvor mye energi som blir absorbert av kroppen per masse per tid. Enheten er W/kg . Det ser ut som det er mest brukt for elektromagnetisk stråling i radiobølge området, men kan også brukes for f.eks. ultralyd. Den er litt forskjellig for forskjellige kroppsdel-er/områder, sannsynligvis pga. forskjellige vevstyper absorberer stråling forskjellig. Det er et slags *effektiv dose* mål per tid (Sv/s), bare ikke like områdespesifikt og for ikke-ioniserende EM-stråling.
- c) Man bruker vel dette fordi det er mer hensiktsmessig for dem som er interessert i hvor mye energi som blir absorbert i kroppen når man utsettes for mobilstråling ol. over en hvis tid. Eller så er det en konspirasjon utarbeidet av verdens helseorganisasjon for å skape forvirring rundt strålingsfaren ved bruk av mobiltelefon, slik at de kan håve inn penger fra folk som mener de er allergisk mot EM-stråling?