

Kontinuasjonseksemten i
fag 71516 TEORETISK FYSIKK IC — EL.MAGN.TEORI
Tirsdag 31. august 1976
kl. 0900-1500

- Tillatte hjelpebidler:
- 1) Kompendium i Elektromagnetisk teori våren 1974.
 - 2) Oppgaver i Elektromagnetisk teori våren 1976.
 - 3) Matematisk formelsamling.
 - 4) Otto Øgrim: Størrelser og enheter i fysikken.

Oppgave 1.

En svingende elektrisk dipol i vakuum

$$\vec{p} = \vec{p}_0 e^{-i\omega t}$$

har ladningstetthet

$$\rho(\vec{r}, t) = -(\vec{p} \cdot \nabla) \delta^{(3)}(\vec{r})$$

og strømtetthet

$$\vec{j}(\vec{r}, t) = \frac{d\vec{p}}{dt} \delta^{(3)}(\vec{r}) .$$

- a) Vis at kontinuitetslikningen er tilfredsstilt.
- b) Beregn vektorpotensialet $\vec{A}(\vec{r}, t)$ i Lorentz-justeringen. Hva er Lorentz-justeringen (Lorentz-betingelsen)? Bruk den til å bestemme det skalare potensialet $\phi(\vec{r}, t)$.
- c) Beregn den magnetiske induksjon $B(\vec{r}, t)$ og den elektriske feltstyrke $\vec{E}(\vec{r}, t)$ og diskuter resultatene for $kr \ll 1$ (nærsonne) og $kr \gg 1$ (bølgesone), der $k = \omega/c$. (Det er hensiktsmessig å bruke likningen $\text{curl } \vec{B} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$ for å beregne \vec{E} for $\vec{r} \neq 0$).

Oppgave 2

Et nøytralt hydrogenatoms elektriske potensial er gitt ved

$$\varphi(\vec{r}) = \frac{e}{4\pi\epsilon_0} \left(1 + \frac{r}{a_0}\right) \frac{e^{-\frac{2r}{a_0}}}{r}$$

i tidsmiddel. (Protonet antas å være i ro i origo og a_0 = Bohrs radius, $-e$ = elektronets ladning). Vis at ladningstettheten som danner potensialet er

$$\rho(\vec{r}) = A \delta^{(3)}(\vec{r}) + \mu(\vec{r})$$

og bestem konstanten A og funksjonen $\mu(\vec{r})$.

Oppgitt:

$$\Delta = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} (r^2 \frac{\partial}{\partial r}) + \frac{1}{r^2 \sin\theta} \left[\frac{\partial}{\partial \theta} (\sin\theta \frac{\partial}{\partial \theta}) + \frac{\partial^2}{\partial \phi^2} \right]$$

i kulekoordinater.

Oppgave 3

Beregn den magnetiske induksjon $\vec{B}(\vec{r})$ og vektorpotensialet $\vec{A}(\vec{r})$ utenfor en uendelig lang sylinderisk ledet med konsentrisk hullrom av radius a og med ytre radius b . Den tidsuavhengige strømtettheten j antas å være konstant over tverrsnittet og å peke langs sylinderens akse.