UNIVERSITETET I TRONDHEIM
NORGES TEKNISKE HØGSKOLE
INSTITUTT FOR FYSIKK

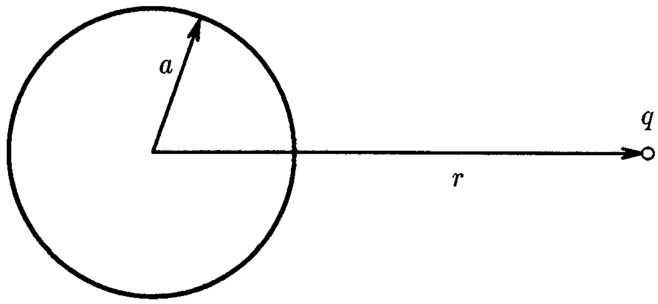
Faglig kontakt under eksamen:
Navn: Kåre Olaussen
Telefon: 3652

Kontinuasjonseksamen i
Fag 74316 Elektrisitet og magnetisme 2
Onsdag 19. august 1992
Tid: 09.00–1300

Tillatte hjelpemidler: (Alternativ B): Godkjent lommekalkulator.
Rottmann, *Mathematische Formelsammlung.*
Barnett and Cronin, *Mathematical Formulae.*
Øgrim, *Størrelser og enheter i fysikken.*

Oppgave 1:

Se først på en metallisk kule med radius a, plassert med sentrum i origo. En punktladning q plasseres i punktet $\vec{r} = r\hat{e}_x$ utenfor kula ($|r| > a$).



a) Hvilken grensebetingelse må skalarpotensialet Φ oppfylle på overflaten av kula?

b) Vis at du kan få oppfylt denne grensebetingelsen ved å plassere en speilladning q' i punktet $\vec{r}' = r'\hat{e}_x$ innenfor kula ($|r'| < a$), og finn q' og r' uttrykt ved q og r.

c) Hva er det elektriske feltet like innenfor og like utenfor overflaten på kula?

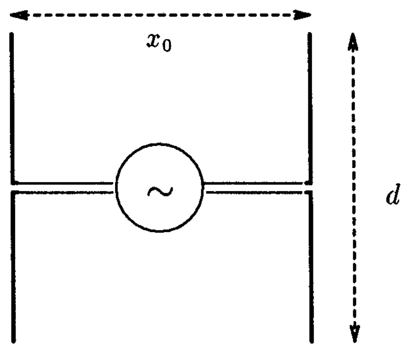
d) Bestem fordelingen av overflateladning. Hva blir den totale ladningen på kula?

e) Anta at den totale ladningen på kula ikke er som funnet over, med fastlagt til Q. Vis at også dette problemet kan løses ved hjelp av speilladningsmetoden. Finn i dette tilfellet kraften på ladningen q som funksjon av avstanden r.

f) Hva blir kraften på ladningen q dersom kula i stedet holdt på et konstant potensial Φ?

Oppgave 2:

I denne oppgaven skal vi se på utstråling fra et par av vertikale dipolantenner, plassert i samme høyde med horisontal avstand x_0, og der man kan justere den relative fasen mellom strømmene i hver dipol.



Strømtettheten antas (i kompleks representasjon) å være gitt som

$$\vec{\jmath}(\vec{r},t) = \vec{\jmath}(\vec{r})\, e^{-it\omega_0} = I_0\, \hat{e}_z\, \sin\left[k_0(\tfrac{1}{2}d - |z|)\right]\, \theta(\tfrac{1}{2}d - |z|)\, \delta(y) \times \\ \times \left[\delta(x - \tfrac{1}{2}x_0)\, e^{-i\psi} + \delta(x + \tfrac{1}{2}x_0)\, e^{i\psi}\right] e^{-it\omega_0},$$

der $k_0 = \omega_0/c$.

a) Beregn den Fourier-transformerte

$$\vec{\jmath}(\vec{k}) \equiv \int d^3r\; e^{-i\vec{k}\cdot\vec{r}}\, \vec{\jmath}(\vec{r})$$

for $\vec{k} = k_0\,\hat{n}$, med $\hat{n} = \sin\vartheta\cos\varphi\,\hat{e}_x + \sin\vartheta\sin\varphi\,\hat{e}_y + \cos\vartheta\,\hat{e}_z$.

Oppgitt:

$$\int_{-d/2}^{d/2} dz\, \sin\left[k_0(\tfrac{1}{2}d - |z|)\right]\, e^{-ik_0 z\cos\vartheta} = \frac{2}{k_0\sin^2\vartheta}\left[\cos(\tfrac{1}{2}k_0 d\cos\vartheta) - \cos(\tfrac{1}{2}k_0 d)\right].$$

b) Hvordan avhenger utstrålt effekt $\mathcal{U}(\hat{n})$ i retning $\hat{n}$ av $\vec{\jmath}(\vec{k})$? (Du trenger ikke å oppgi den fullstendige formelen.)

c) Vi ønsker, for en gitt strømstyrke I_0, å maksimere utstrålingen i horisontalplanet, $\vartheta = \frac{\pi}{2}$. Hvordan bør man da velge høyden d på antennene?

d) Se nå på utstrålingen i horisontalplanet. Finn verdier for ψ og x_0 som (for gitt I_0 og d) gir maksimum utstråling i $\hat{e}_x$-retningen og samtidig minimum utstråling i $\pm\hat{e}_y$-retningene.

e) Finn verdier for ψ og x_0 som gir maksimum utstråling i $\pm\hat{e}_y$-retningene og samtidig minimum utstråling i $\pm\hat{e}_x$-retningene.

Oppgave 3:

Forklar kort (gjerne i stikkords form) og kvalitativt hva du forbinder med følgende begreper:

a) Lorentz' justering.

b) Retarderte potensialer.

c) Snell's brytningslov.

d) Brewster's vinkel.

e) Resonant absorbsjon.

f) Maxwell's spenningstensor.

g) Thomson spredning.

h) Naturlig linjebredde.