

UNIVERSITETET I TRONDHEIM  
 NORGES TEKNISKE HØGSKOLE  
 INSTITUTT FOR FYSIKK

Faglig kontakt under eksamen:

Navn: Kåre Olaussen

Telefon: 3652

**Kontinuasjoneksamen i  
 Fag 74316 Elektrisitet og magnetisme 2**

Onsdag 19. august 1992

Tid: 09.00–1300

Tillatte hjelpemidler: (Alternativ B): Godkjent lommekalkulator.

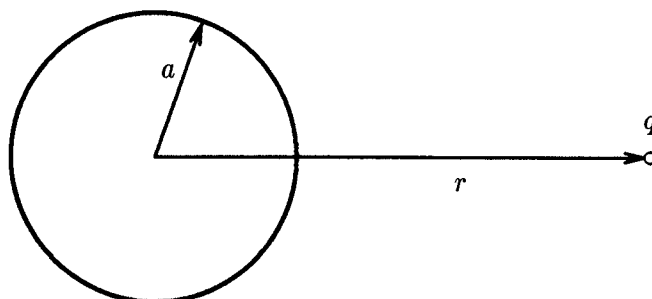
Rottmann, *Mathematische Formelsammlung*.

Barnett and Cronin, *Mathematical Formulae*.

Øgrim, *Størrelser og enheter i fysikken*.

**Oppgave 1:**

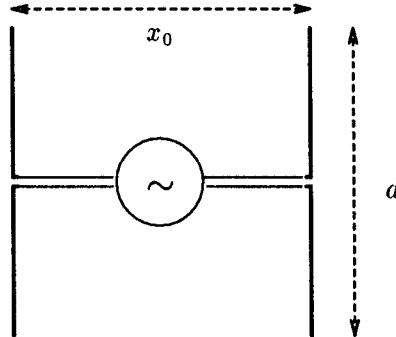
Se først på en metallisk kule med radius  $a$ , plassert med sentrum i origo. En punktladning  $q$  plasseres i punktet  $\vec{r} = r\hat{e}_x$  utenfor kula ( $|r| > a$ ).



- Hvilken grensebetingelse må skalarpotensialet  $\Phi$  oppfylle på overflaten av kula?
- 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  $r$ .
- Hva er det elektriske feltet like innenfor og like utenfor overflaten på kula?
- Bestem fordelingen av overflateladning. Hva blir den totale ladningen på kula?
- 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  $r$ .
- Hva blir kraften på ladningen  $q$  dersom kula i stedet holdt på et konstant potensial  $\Phi$ ?

**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

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

der  $k_0 = \omega_0/c$ .

a) Beregn den Fourier-transformerte

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

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

Opgitt:

$$\int_{-d/2}^{d/2} dz \sin [k_0(\frac{1}{2}d - |z|)] e^{-ik_0z \cos \vartheta} = \frac{2}{k_0 \sin^2 \vartheta} [\cos(\frac{1}{2}k_0d \cos \vartheta) - \cos(\frac{1}{2}k_0d)].$$

- b) Hvordan avhenger utstrålt effekt  $\mathcal{U}(\hat{n})$  i retning  $\hat{n}$  av  $\vec{j}(\vec{k})$ ? (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  $\psi$  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  $\psi$  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 absorpsjon.
- f) Maxwell's spenningstensor.
- g) Thomson spredning.
- h) Naturlig linjebredde.