

UNIVERSITETET I TRONDHEIM  
 NORGES TEKNISKE HØGSKOLE  
 INSTITUTT FOR TEORETISK FYSIKK

Faglig kontakt under eksamen:

F.aman.Bjørn J.Slagsvold  
 Tlf.3468

EKSAMEN I FAG 71516 ELEKTROMAGNETISK TEORI

Tirsdag 15.mai 1984  
 Tid: kl.0900-1400

Tillatte hjelpeemidler: K.Rottmann: Mathematische Formelsammlung  
 Regnestav/Lommekalkulator.

OPPGAVE NR.1

En liten magnet har et dipolmoment som oscillerer med amplituden  $m$  og frekvens  $\omega$  slik at

$$m_x = m \cos \omega t \quad \text{og} \quad m_y = m \sin \omega t$$

SPØRSMÅL : Hva er intensiteten av den utstrålte effekten i avstand  $r$  fra magneten og i retninger som danner en vinkel  $\theta$  med  $z$ -aksen ?

Tegn retningsdiagram for strålingen.

Finn den totale effekten som dipolen stråler ut.

Oppgitt fra boka:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \left\{ k^2(\mathbf{n} \times \mathbf{m}) \times \mathbf{n} \frac{e^{ikr}}{r} + [3n(n \cdot m) - m] \left( \frac{1}{r^3} - \frac{ik}{r^2} \right) e^{ikr} \right\}$$

$$\vec{E} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0 c} k^2(\mathbf{n} \times \mathbf{m}) \frac{e^{ikr}}{r} \left( 1 - \frac{1}{ikr} \right)$$

OPPGAVE NR.2

Tverrsnittet av en rektangulær bølgeleder har indre dimensjoner  $a$  og  $b$ ,  $a > b$ . Betrakt den dominante transversal elektriske (TE) moden i en slik bølgeleder fylt med luft som kan regnes tapsfritt. Den overførte effekten i  $z$ -retning langs bølgelederen betegnes med  $P$ .

**SPØRSMÅL** : Beregn dempningskonstanten  $2\beta = - \frac{1}{P} \cdot \frac{dP}{dz}$   
 for moden uttrykt ved innstrengningsdybden i veggene,  
 $\delta(\omega)$ , dimensjonene  $a, b$  og frekvensen  $\omega$ .

**OPPGAVE NR.3**

**SPØRSMÅL a):** Vis hvordan vi ut fra Maxwells ligninger kommer fram til og tolker Poyntings vektor.

Ei metallkule har en konstant statisk magnetisering  $\vec{M}$  og en elektrisk ladning  $Q$ .

b): Hvilken energittransport har vi i feltet omkring kula?  
 Begrunn svaret!

**OPPGAVE NR.4**

En del stoffers elektromagnetiske respons kan med brukbar tilnærming beskrives ved en kompleks dielektrisk funksjon på formen

$$\epsilon(\omega) = 1 + \frac{\omega_p^2}{\omega_g^2 - \omega(\omega + \frac{i}{\tau})}$$

idet romlig dispersjon neglisjeres.  $\omega_p$  er mediets plasmafrekvens og  $\omega_g$  dets eksitasjonsenergi. Relaksasjonstiden  $\tau$  regnes uavhengig av frekvensen  $\omega$ . Kall real- og imaginærdelen av  $\epsilon(\omega)$  henholdsvis  $\epsilon_1(\omega)$  og  $\epsilon_2(\omega)$ .

Betrakt en transversal elektromagnetisk bølge som forplanter seg med bestemt frekvens i et slikt medium. Repetensen (bølggetallet) blir kompleks:  $k = k + i\gamma$ .

**SPØRSMÅL a):** Finn, uttrykt ved  $\epsilon_1$  og  $\epsilon_2$ , realdelen  $k(\omega)$  og imaginærdelen  $\gamma(\omega)$  av repetensen.

b): Skisser  $\epsilon_1(\omega)$  og  $\epsilon_2(\omega)$  for et metall hvor den dielektriske funksjonen har den gitte formen med  $\omega_g = 0$ . Anta at  $\tau$  tilfredstiller  $\omega_p \tau \gg 1$ . Når blir et slikt metall transparent (gjennomsiktig)?  
 Begrunn svaret!

c): Finn  $\int_{-\infty}^{\infty} \omega \epsilon_2(\omega) d\omega$  for et medium som har en dielektrisk funksjon med den gitte formen på  $\epsilon(\omega)$ . Kommenter kort svarets avhengighet av eksitasjonsenergien  $\omega_g$ !