

Faglig kontakt under eksamen:
Navn: Johannes Bremer
Tlf.: 3582

EKSAMEN I FAG 71516 ELEKTROMAGNETISK TEORI

Lørdag 4. juni 1988

Tid: kl. 0900 - 1500

Tillatte hjelpemidler: Godkjent lommekalkulator.

K. Rottmann: Mathematische Formelsammlung

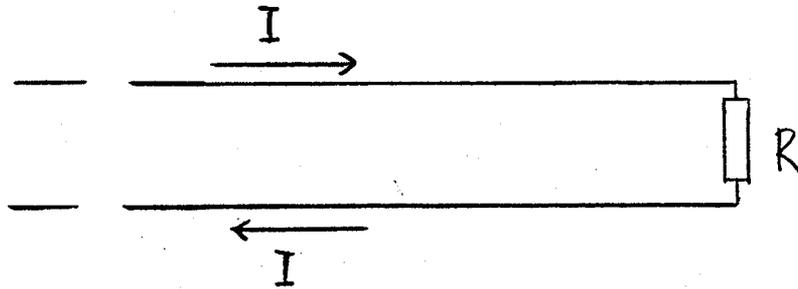
Oppgave 1.

- a) Skriv opp Maxwells likninger. Forklar kort den fysikalske betydningen av hver enkelt likning.
- b) Utled følgende relasjon som gjelder for et lineært og isotropt medium:

$$\nabla \cdot (\underline{E} \times \underline{H}) + \frac{\partial}{\partial t} (\frac{1}{2} \underline{E} \cdot \underline{D} + \frac{1}{2} \underline{H} \cdot \underline{B}) + \underline{E} \cdot \underline{J} = 0$$

Definer Poyntings vektor.

- c) Den ytre og indre sylindren i en koaksialkabel er koblet sammen ved hjelp av en motstand R. (Se skjematisk figur på neste side.)

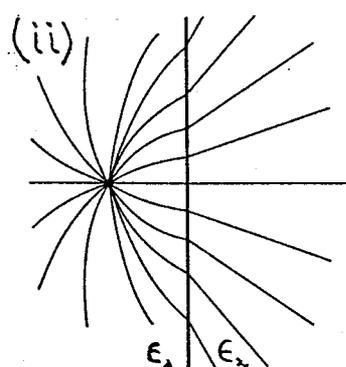
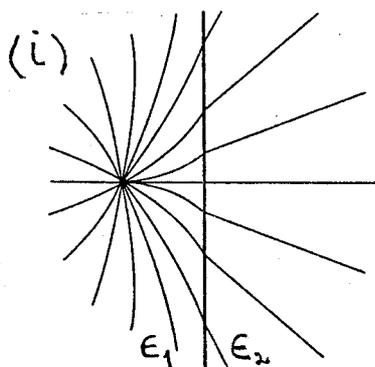


I de to perfekt ledende sylinderflatene går det konstante og motsatt rettede strømmer $+I$ og $-I$. Beregn Poyntings vektor. Vis at den energien som dissiperes pr. tidsenhet i R er lik total effektilførsel fra magnetisk og elektrisk felt.

- d) Anta til slutt at den indre flaten har resistansen α pr. lengde-enhet. Undersøk effektbalansen ved den ytre overflaten til den indre lederen.

Oppgave 2.

- a) To isotrope, uladete og ikke-ledende media, 1 og 2, er adskilt ved hjelp av en plan grenseflate. Finn ved hjelp av Maxwells likninger de generelle grenseflatebetingelsene for feltene \underline{E} , \underline{D} , \underline{B} og \underline{H} . Forklar kort hvorfor det er mulig å definere "brytningsindekser" for \underline{E} - og \underline{H} -feltlinjene.
- b) I resten av denne oppgaven er permeabilitetene μ_1 og μ_2 like, mens de statiske permittivitetene $\epsilon_1(0) = \epsilon_1$ og $\epsilon_2(0) = \epsilon_2$ oppfyller ulikheten $\epsilon_1 \neq \epsilon_2$. Nedenstående figur viser kvalitativt feltlinjene for elektrisk forskyvning når en punkt-ladning befinner seg i medium 1. Skisser feltlinjene for det tilfellet at medium 2 består av et perfekt ledende materiale. Hvilken av figurene ((i) eller (ii)) svarer til at $\epsilon_1 > \epsilon_2$?



- c) En plan elektromagnetisk bølge med feltamplituder E_1 og H_1 går loddrett fra medium 1 inn i medium 2. Beregn amplituden til den elektriske feltvektoren for reflektert og transmittert (refraktert) bølge.
- d) I et bestemt frekvensområde er permittivitetene konstante (frekvensuavhengige) og gitt ved $\epsilon_1(\omega) = 1.22\epsilon_0$ og $\epsilon_2(\omega) = \epsilon_0$. Medium 2 tilføres så N tapsfrie harmoniske oscillatorer pr. volumenhet. Oscillatorene har identiske ladninger (q) og svingemasser (m), og den felles resonansfrekvensen $\omega_0 = 1.15 \cdot 10^{13}$ Hz ligger omtrent midt i frekvensområdet. Det opplyses videre at størrelsen $(Nq^2/(m\epsilon_0))^{1/2}$ ($= \omega_p$, plasmafrekvensen) har verdien $2.37 \cdot 10^{12}$ Hz. Ved hvilken frekvens forsvinner den reflekterte intensiteten?

Oppgave 3.

Besvar kort fire av de seks følgende del-oppgavene.

- a) Hva menes med at Maxwells likninger er "Lorentz-kovariante"?
- b) Hvordan ser 4-vektoren for det elektromagnetiske potensialet ut?
- c) Forklar betydningen av likningen

$$\frac{\partial F^{\beta\alpha}}{\partial X^\beta} = \frac{j^\alpha}{\epsilon_0}$$

- d) Hvilke betingelser må være oppfylt for at vi skal ha Thomson-spredning? Når forekommer Rayleigh-spredning?
- e) I hvilke retninger har vi maksimal effektutsendelse ved (i) dipolstråling og (ii) kvadrupolstråling?
- f) Forklar begrepet "elliptisk polarisasjon".