

Ratkaise viisi tehtävää kuudesta!

1. TE-moodissa etenevän sähkömagneettisen säteilyn magneettinen pitkittäinen kenttäkomponentti  $\vec{H}_z$  oletetaan tunnetuksi. Laske sen avulla poikittainen kenttä  $\vec{H}_t$ .
2. Koaksiaalikaapelissa etenee sähkömagneettinen aalto TEM-moodissa. Laske etenevä teho ja tehohäviö pituusyksikköä kohti, kun johdepinnat ovat hyviä, muttei täydellisiä johteita.

Opastus:

TEM-moodin sähkökenttä koaksiaalikaapelissa:  $\vec{E}(\rho) = \vec{e}_\rho \frac{U}{\rho \ln(b/a)} e^{i(kz - \omega t)}$ .

Häviöteho:  $\frac{dP}{dz} = \frac{1}{2g\delta} \oint |H_{\parallel}|^2 dl$ .

3. Tarkastellaan suorakulmaista ja kovaseinäistä huonetta akustisena resonatorina. Huoneen dimensiot ovat  $a \times b \times c$ , missä  $a > b > c$ . Laske lauseke akustisten resonanssien taajuuksille. Jos huoneen tilavuus on vakio  $V_0$ , mikä muotoisella huoneella on alin resonanssitaajuus?

Ohje: Käytä aaltoyhtälöä

$$\nabla^2 \psi(\vec{r}, t) - \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} = 0.$$

4. a) Johda Maxwellin yhtälöistä lähtien sähköisen skalaaripotentialin  $\vec{V}(\vec{r})$  aaltoyhtälö

$$\nabla^2 V(\vec{r}, t) - \epsilon\mu \frac{\partial^2 V}{\partial t^2} = -\frac{\rho(\vec{r}, t)}{\epsilon},$$

kun tarkasteltava kenttä värähtelee sinimuotoisesti lineaarisessa väliaineessa.

- b) Johda potentiaalın Fourier-komponentin  $V_\omega$  vastaava aaltoyhtälö

Fourier-muunnokset:

$$f(\vec{r}, t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} f_\omega(\vec{r}) e^{-i\omega t} d\omega, \quad f_\omega(\vec{r}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} f(\vec{r}, t) e^{i\omega t} dt.$$

5. Selosta ja vertaa sähkömagneettisen säteilyn etenemistä optisessa kuidussa ja sylinteriaaltojohteessa.
6. "Evanescent field" kokonaisheijastuksessa.