

SMG-1400 SMG KENTÄT JA AALLOT 2

Tentti 26.01.2009, ei laskimia, ei muistiinpanoja. Saku Suuriniemi *et al.*

Kaikki tehtävät 6 pistettä.

Nimi _____ Opiskelijanumero _____

1. Oikein vai väärin? *Saadaksesi pisteen, anna lyhyt vastaustasi tukeva perustelu tai esimerkki.*

- (a) Antennit on tehtävä eristemateriaaleista, koska sähkömagneettiset aallot eivät juurikaan etene johteissa.
- (b) Aaltoja voi ohjata johteilla.
- (c) Aaltoja voi ohjata eristeillä.
- (d) Kun väliaineen permittiivisyys kaksinkertaistuu, tunkeutumissyvyys puolittuu.
- (e) Jos aalto osuu kahden sellaisen aineen rajapintaan, joissa väliainevakiot ovat samat, se ei heijastu lainkaan.
- (f) Kun kaksi amplitudiltaan yhtä suurta aaltoa kulkevat vastakkaisiin suuntiin, ne kumoavat aina toisensa (sähkö- ja magneettikenttä nollautuvat).

2. Täydennä asiayhteyteen sopivilla sanoilla. Kirjoita suoraan tenttipaperiin.

Kun _____ tietyn pinnan S läpi muuttuu _____ suhteen, pinnan S reunan ∂S yli syntyy _____. Ilmiö on nimeltään _____, ja sitä kuvaa Faradayn laki. Tuloksena on aina _____, mutta virta voi syntyä vain _____.

3. Analysoi Poyntingin teoreemaa

$$-\int_V \mathbf{E} \cdot \mathbf{J} dV = \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \int_V (\mathbf{E} \cdot \mathbf{D} + \mathbf{H} \cdot \mathbf{B}) dV + \int_{\partial V} \mathbf{E} \times \mathbf{H} \cdot \mathbf{n} da$$

käyttäen seuraavien piirikomponenttien tehotasapaino:

- (a) Vastus, jonka sisällä kulkee virrantiheys $\mathbf{J} = \mathbf{J}_0 \sin(\omega t)$.
- (b) Kondensaattori, jonka sisällä eristeessä on sähkökenttä $\mathbf{E} = \mathbf{E}_0 \sin(\omega t)$.
- (c) Kela, jonka sisällä on magneettikenttä $\mathbf{B} = \mathbf{B}_0 \sin(\omega t)$.

Ohje: Valitse tilavuus V siten, että se sulkee komponentin sisäänsä. Tällöin komponentin kytkentäjohtimet kulkevat pinnan ∂V läpi. Anna kussakin tapauksessa oleellinen osa Poyntingin teoreemaa ja selitä lausekkeen eri termien merkitys lyhyesti.

4. Selitä lyhyesti (2-3 virkettä):

- (a) Induktanssi,
- (b) Virran jatkuvuusyhtälö,
- (c) Monokromaattinen tasoaalto,
- (d) Virranahto,
- (e) Viivästynyt potentiaali,
- (f) Sähköinen koko.

5. Pyöröpolarisoituneen aallon heijastus: Monokromaattinen aalto jonka sähkökenttä on

$$\underline{\mathbf{E}}(\mathbf{r}, t) = (\mathbf{i}E_0 + \mathbf{j}E_0 e^{j\frac{\pi}{2}}) e^{j(k_1 z - \omega t)}$$

on oikeakätisesti pyöröpolarisoitunut. Se osuu ilman ja lasin rajapintaan ja heijastuu kohdassa $z = 0$, jolloin heijastuskerroin on $\Gamma = -1/3$ ja läpäisykerroin $\tau = 2/3$.

- (a) Mikä on heijastuneen aallon sähkökenttä? (1p)
- (b) Onko heijastuneen aallon kätisyys sama vai vastakkainen? Perustele! (2p)
- (c) Mikä on saapuvan ja heijastuneen aallon summa-aallon lauseke? (1p)
- (d) Mikä on summa-aallon amplitudi paikan z funktiona? (2p)

Muista että aallon kulkusuunta vaihtuu!