

Sallittu oheismateriaali: taskulaskin (myös ohjelmoitavat ja graafiset laskimet käyvät) ja oma, ohjeiden mukainen kaavakokoelma.

Palauta vähintään yksi nimelläsi varustettu konsepti. Muista palauttaa myös monivalintatehtäväpaperi. Palauta kaikki saamasi yliopiston konseptiarkit – myös tyhjät ja suttupaperit. Tämän tehtäväpaperin, kaavakokoelman ja oman kaavakokoelmasi voit pitää.

1. Monivalintatehtävä erillisellä paperilla.
2. Tasoallion sähkökentän voimakkuus

$$\mathbf{E}(z) = +\mathbf{u}_y E_0 \left(e^{-jkz} + R e^{+jkz} \right)$$

on jossa E_0 on vakio (yksikkö V/m), $k = \omega \sqrt{\mu\epsilon}$ (yksikkö 1/m) on aaltoluku, ja R on yksikötön vakio, jolle pätee $|R| < 1$.

Merkitään lisäksi aaltoimpedanssia $\eta = \sqrt{\mu/\epsilon}$ (yksikkönä Ω). Väliaine on häviötöntä dielektristä ainetta.

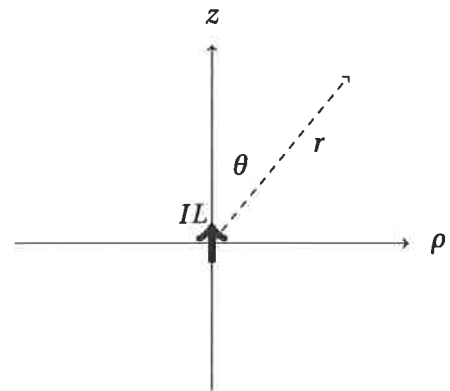
- (a) Johda Faradayn lain avulla vastaava magneettikentän voimakkuuden $\mathbf{H}(z)$ lauseke. Pyri mahdollisimman yksinkertaiseen esitysmuotoon.
- (b) Laske kompleksinen Poyntingin vektori \mathbf{S} ja perustele sen avulla, mihin suuntaan aalto kuljettaa tehotiheyttä.

LASKE 3. TEHTÄVÄ ERI KONSEPTILLE KUIN 2. TEHTÄVÄ!

3. Origossa sijaisevan z -suuntaisen Hertzin dipolin säteilemä sähkökenttä kaukoalueessa ($r \gg \lambda$) on

$$\mathbf{E}(r, \theta) = j\omega\mu_0 IL \frac{e^{-jkr}}{4\pi r} \sin\theta \mathbf{u}_\theta$$

- (a) Tarkastele kaukokenttää vakioetäisyydellä r .
Mihin säteilysuuntaan kenttä on suurimmillaan?
Minkä suuntainen on kentän polarisaatio tällöin?
- (b) Kuinka paljon kenttä muuttuu (suunta, suuruus desibeleissä), kun etäisyys kasvaa kaksinkertaiseksi?
- (c) Määritä Poyntingin vektori $\mathbf{S}(r, \theta)$ kaukokentässä.
Vihje: magneettikentän saa kaukoalueessa helposti sähkökentästä: $\mathbf{H} = \mathbf{u}_r \times \mathbf{E}/\eta_0$
- (d) Laske dipolin säteilemä teho P_s .
Vihje: $\int_0^\pi \sin^3\theta d\theta = 4/3$



Dipoli säteilee vapaassa tilassa (ilmassa), jossa $\mu = \mu_0$, $\epsilon = \epsilon_0$ ja $\eta = \sqrt{\mu_0/\epsilon_0} = \eta_0$.