

SATE.10xx Staattisen kenttäteorian laajentaminen Sähkömagneettiseksi kenttäteoriaksi syksy 2012

1 / 1

Laskuharjoitus 5 / Sähkömagneettiset aaltojen polarisoituminen ja eteneminen väliaineesta toiseen

Tehtävä 1.

- a) Määritä etenemiskerroin γ 50 kHz:n taajuudella väliaineessa, jolle $\mu_r = 2$, $\varepsilon_r = 15$ ja $\sigma = 0$. Millä nopeudella sähkömagneettinen aalto etenee tässä väliaineessa?
- b) Vapaassa tilassa (in free space) sähkömagneettisen aallon vaihekerroin on 0,524 rad/m. Kun ko. aalto saapuu täydelliseen eristeeseen, vaihekerroin on 1,81 rad/m. Olkoon $\mu_r = 1$. Määritä ε_r ja aallon etenemisnopeus.

Tehtävä 2.

E :n amplitudi juuri nesteen pinnassa on 100,0 V/m ja vakiot ovat $\mu_r = 1$, $\varepsilon_r = 20$ ja $\sigma = 0,50$ S/m. Määritä E :n amplitudi 10 cm päässä em. rajapinnasta väliaineen sisällä taajuuksilla a) 5 MHz, b) 50 MHz ja c) 500 MHz.

Tehtävä 3.

Sähkömagneettisen aallon sähkökentänvoimakkuus $E = E_0 \cos \left[10^8 \pi \left(t - \frac{z}{c} \right) + \theta \right] \mathbf{e}_x$ on kahden aallon $E_1 = 0,3 \sin \left[10^8 \pi \left(t - \frac{z}{c} \right) \right] \mathbf{e}_x$ ja $E_2 = 0,4 \cos \left[10^8 \pi \left(t - \frac{z}{c} \right) + \frac{\pi}{3} \right] \mathbf{e}_x$ summa. Määritä E_0 ja θ .

Tehtävä 4.

Ilmassa +y suuntaan etenevän tasoaallon magneettikentän voimakkuus on

$H(y, t) = 4 \cdot 10^{-6} \cos \left(10^7 \pi t - \beta y - \frac{\pi}{6} \right) \mathbf{e}_z \frac{\text{A}}{\text{m}}$. Määritä paikka, missä H_z katoaa hetkellä $t = 3$ (ms).

Tehtävä 5.

Määritä tasoaallon polarisaatio seuraavissa tapauksissa, kun $a = 1$ V/m, $b = 2$ V/m ja $c = 3$ V/m. Kompleksivektorina esitetty sähkökentänvoimakkuuden funktio on

- a) $E(\mathbf{R}) = (a\mathbf{e}_x + b\mathbf{e}_y)e^{-jkz}$
- b) $E(\mathbf{R}) = (c\mathbf{e}_x + ja\mathbf{e}_y)e^{jkz}$
- c) $E(\mathbf{R}) = (a\mathbf{e}_x - ja\mathbf{e}_y)e^{-jkz}$

Tehtävä 6.

Olkoon $E = 0,1 \cos(10\pi x) \sin(6\pi 10^9 t - \beta z) \mathbf{e}_y$ (V/m) ilmassa. Määritä H ja β .