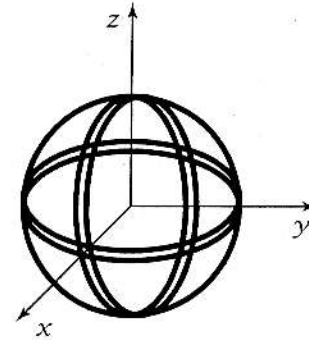


Ratkaise valintasi mukaan neljä seuraavista viidestä tehtävästä

1. Matalataajuisten magneettikenttien mittaamiseksi on tehty oheinen induktioon perustuva mittalaite, joka muodostuu kolmesta kohtisuorasta ympyränmuotoisesta xy -, yz ja zx -tasossa sijaitsevasta 2-kierroksisesta johdinkelasta. Jokaisen silmukan pinta-ala $S = 4.0 \text{ cm}^2$ ja keloihin indusoitava sähkömotorinen voima mitataan ajan funktiona. Mittausjärjestelyssä silmukoiden pintojen normaalit on valittu positiivisten koordinaattiakselien suuntaisiksi. Laske, mikä on kunkin kelan sähkömotorinen voima ajan hetkellä $t = 0 \text{ s}$, kun mittalaite asetetaan magneettikenttään



$$\vec{B}(t) = (\bar{u}_x 0.6 - \bar{u}_y 0.2 + \bar{u}_z 0.1) \sin(\omega t) \quad [\text{T}]$$

ja $\omega = 1500 \text{ rad/s}$. Kelat on eristetty toisistaan sivuamiskohdissa.

2. Lineaarisesti polarisoituneen $+z$ -akselin suuntaan etenevän tasoallon sähkökenttä on kohdassa $z = 0$ ajan funktiona muotoa:

$$\vec{E}(z = 0, t) = \bar{u}_x E_0 \sin(\omega t - \phi)$$

missä amplitudi $E_0 = 150 \text{ V/m}$ ja vaihesiirto $\phi = \pi/3$. Tasoallon taajuus on $f = 5.0 \text{ GHz}$ ja se etenee merivedessä, jonka $\epsilon_r = 80$ ja $\sigma = 4.0 \text{ S/m}$. Laske a) etenemis- ja vaimennuskertoimet, β ja α sekä b) aallonpituus λ . c) Missä kohdassa, ($z = ?$), sähkökentän amplitudi on 15 V/m ? d) Kirjoita sähkökenttää vastaava kompleksivektori (osoitin), $\vec{E}(z)$.

3. Tasoaalto tulee ilmasta kohtisuoraan häviöllisen aineen ($\epsilon_r = 2.7 - j0.3$) tasorajapintaan. a) Mikä suhteellinen (kompleksinen) permeabilisuus täytyy aineella olla, jos heijastuskertoimen arvo on $R = -0.2$. b) Laske pinnasta mitattu etäisyys d , jolla häviöllisessä aineessa etenevän kentän tehotiheys on enää 5% tulevan kentän tehotiheydestä. Taajuus on 600 MHz .

4. Ohjattujen aaltojen sähkökentät voidaan esittää muodossa: $\vec{E}(x, y, z) = \vec{E}_0(x, y) e^{-j\beta z}$. Miten koaksiaalikaapelin ja suorakulmaisen aaltoputken kentät eroavat toistaan $\vec{E}_0(x, y)$:n, β :n, aallonpituuden, toimintaajuuden, vaihenopeuden osalta ja impedanssin suhteen? Vastaa lyhyesti ranskalaisin viivoin ja voit tarvittaessa tarkentaa vastaustasi kaavoin.

5. 1.8 GHz :n taajuudella toimivan matkapuhelinverkon tuki- ja toistinaseman välinen etäisyys $d = 0.2 \text{ km}$. Tukiaseman lähetysteho on 20 W ja sen antennivahvistus toistimen suuntaan on 12 dB . Mikä täytyy olla toistinaseman antennin vahvistus tukiasemaan päin (desibeleinä), jos tukiaseman lähetyksestä vastaanotetaan $15 \mu\text{W}$:n teho. Antennin vahvistuksen ja sieppauspinnan välinen yhteys on

$$A_e = \frac{\lambda^2}{4\pi} G$$

- Laske jokainen tehtävä eri konseptille tentin tarkastamisen nopeuttamiseksi
- Tentissä saa käyttää laskinta
- Muista antaa kurssipalautteesi: <http://paleute.ee.hut.fi>
- Hyvää Joulua!