

Tehtävä 1.

Pitkän pyöreän a -säteisen langan johtavuus on σ ja se päällystetään materiaalilla, jonka johtavuus on $0,3\sigma$.

- Kuinka paksu kerros päällystävää materiaalia tarvitaan, jotta langan resistanssi olisi 15% päällystämättömän langan resistanssista?
- Määrittä virtatiheyden J ja sähkökentän voimakkuuden E jakaantuminen päällystetyssä langassa.

Tehtävä 2.

Määritä kokonaisvirta, joka kulkee ympyräpoikkipintaissa johtimessa (säde 10 mm), kun virtatiheys on $J = 2\rho^2 \frac{\text{kA}}{\text{m}^2}$.

Tehtävä 3.

Taso, jonka virtatiheys on $\mathbf{K} = 20\mathbf{e}_z$ A/m, sijaitsee tasolla $x = 0$ m ja tämän lisäksi virtatiheys $\mathbf{J} = 10(-\mathbf{e}_z)$ A/m² sijaitsee kaikkialla ko. tilassa.

- Määritä virta, joka kulkee ympyrän (säde 0,5 m) muotoisen alueen (keskipiste origossa tasolla $z = 0$ m) lävitse.
- Määritä virta, joka kulkee tasolla $z = 0$ m ($|x| \leq 0,25$ m, $|y| \leq 0,25$ m) olevan neliön muotoisen alueen lävitse.

Tehtävä 4.

Kaapelin kahdella konsentrisella sylinterin muotoisella johteella ($r_a = 0,04$ m ja $r_b = 0,08$ m) on varaus-
tiheydet $\rho_{sb} = 80$ pC/m² ja ρ_{sa} siten, että $\mathbf{D}$ - ja $\mathbf{E}$ -kentät ovat olemassa johteiden välissä, mutta kaikkialla muualla ne ovat nollia. Määritä ρ_{sa} sekä $\mathbf{D}$ - ja $\mathbf{E}$ -kentät sylinterijohteiden välissä, jossa väliainetta on tyhjä (free space). Määritä em. kenttään varastoitunut energia ($l = 3$ m ja hajavuota ei huomioida).

Tehtävä 5.

Tasokondensaattori, jonka levyjen välisenä eristeenä on tyhjä, on kytketty vakio jännitteeseen. Tasokondensaattorin levyjen välistä etäisyyttä pienennetään puoleen alkuperäisestä ja samalla levyjen väliin lisätään eriste, jolle $\epsilon_r = 3,0$. Miten muuttuvat (jos muuttuvat) seuraavat suureet: D , E , Q , ρ_s , C ja W_E .

Tehtävä 6.

Eristeen pintaa kuvataan yhtälöllä $3y + 4z = 12$ m. Origin sisältävällä tason puolella ($\epsilon = \epsilon_0$)

$\mathbf{D}_1 = \sqrt{14} \cdot \left(\frac{\mathbf{e}_x - 3\mathbf{e}_y + 2\mathbf{e}_z}{\sqrt{14}} \right)_z \mu\text{C/m}^2$. Tason toisella puolella ($\epsilon_r = 3,6$). Määritä D_2 ja θ_2 .

Tehtävä 7.

Suojatussa voimansiirtokaapelissa on eristeenä polyeteeniä, jolle $\epsilon_r = 2,26$ ja läpilyöntilujuus 18,1 MV/m. Mikä on sisäjohtimen jännitteen yläraja verrattuna eristeeseen, kun sisäjohtimen säde on 1 cm ja konsentrisen suojavaipan sisäsäde on 3 cm?