

**Ei taulukoita tahi muita katalookeja!**

1. Varaus  $q$  euklidisen koordinaatiston pisteessä  $(0, 0, s/2)$  ja varaus  $-q$  pisteessä  $(0, 0, -s/2)$  muodostavat dipolin. Tämän potentiaalille on esitetty approksimaatio

$$V(\mathbf{r}) = \frac{\mathbf{p} \cdot \mathbf{u}_r}{4\pi\epsilon_0 r^2}, \quad (1)$$

missä  $\mathbf{p}$  on dipolimomentti. Laske tähän perustuen  $\mathbf{E}(0, y, z)$ ,  $\mathbf{E}(0, y, 0)$  ja  $\mathbf{E}(0, 0, z)$ .

2.  $R_1$ -säteisen metallipallon keskellä on  $R_2$ -säteinen ilmaonkalo. Laske kappaleen kapasitanssi. Ontelon keskelle asetetaan pistenmäinen varaus  $q$ . Laske sähkökenttä etäisyydellä  $r > R_1$  kun johteen nettovaraus on nolla. Mikä on kenttään sitoutunut kokonaisenergia kappaleen ulkopuolella?
3. Tarkastellaan kahden eristeen rajapintaa, kun kappale on asetettu sähkökenttään  $\mathbf{E}$ . Johda rajapinnan pintavaraustiheyden  $\sigma_b$  lauseke polarisaation  $\mathbf{P}$  avulla esitettynä lähtien sidottujen varausten tiheydelle johdetusta tuloksesta

$$\rho_b = -\nabla \cdot \mathbf{P} \quad (2)$$

Jos aineet ovat lineaarisia ja isotrooppisia osoita, että

$$\sigma_b = (\chi_2 - \chi_1)\epsilon_0 \mathbf{E} \cdot \mathbf{n}, \quad (3)$$

missä  $\mathbf{n}$  on rajapinnan normaali.

4. Kelan induktanssi on  $L$  ja sisäinen vastus  $R$ . Se on kytketty rinnan kondensaattorin  $C$  ja vaihtojännitelähteen kanssa. Osoita, että jännitelähteestä lähtevän virran ja jännitteen vaihe-ero on nolla, kun

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{L}\right)^2} \quad (4)$$

5. Lähtien yhtälöstä

$$\nabla \times \mathbf{B} - \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} = \mu_0 \mathbf{J}_m \quad (5)$$

osoita, että

$$\int_S \mathbf{J}_f \cdot d\mathbf{a} = -\frac{d}{dt} \int_\tau \rho d\tau \quad (6)$$

jos  $\mathbf{E}$  ei riipu ajasta ja  $\mathbf{M}$  ei riipu paikasta. Vihje: muuta ensin integraalimuotoon.