

1. välikoe 16.10.2015

- Välikokeessa saa käyttää laskinta, mutta se ei saa olla ohjelmoitava.
- Jos et ole varma laskimestasi, kysy asiasta valvojalta ennen kuin aloitat tentin.
- Kääntöpuolella kaavoja ja tämän sivun alalaidassa vakioita.

1. Ilmaeristeisen tasokondensaattorin levyt ovat neliöitä (pinta-ala 200.0 cm^2) ja levyjen välinen etäisyys on 0.20 mm . Levyillä on varaukset $+Q$ ja $-Q$, missä $Q = 2.4 \text{ nC}$.

- Laske potentiaaliero levyjen välillä.
- Levyjen välinen tila täytetään eristeellä, jonka eristevakio $K = 1.25$. Kuinka suuri potentiaaliero levyjen välillä nyt on?
- Väliaine ei ole täydellinen eriste, vaan sen resistiivisyys $\rho = 7.5 \cdot 10^{11} \Omega \cdot \text{m}$. Kuinka suuri virta eristeen läpi kulkee heti sen jälkeen, kun eriste on laitettu levyjen väliin?

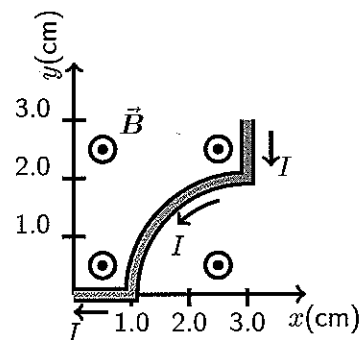
2. Potentiaali tietyssä alueessa riippuu paikasta: $V(x, y, z) = 20.0 \text{ Vm} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{y} \right)$.

- Laske potentiaalia vastaava sähkökenttä pisteessä $(x, y, z) = (1.50 \text{ m}, 1.00 \text{ m}, 1.50 \text{ m})$.
- Laske kuinka suuren työn sähkökenttä tekee varattuun hiukkaseen ($m = 1.20 \cdot 10^{-5} \text{ kg}$, $q = 1.40 \cdot 10^{-7} \text{ C}$) sen siirtyessä pisteestä $a = (0.50 \text{ m}, 1.00 \text{ m}, 0.50 \text{ m})$ pisteeseen $b = (1.50 \text{ m}, 1.00 \text{ m}, 1.50 \text{ m})$.

3. Ympyränmuotoisen poikkileikkauksen omaava kela toimii vaihtojännitelähteenä. Kelan säde on 5.00 cm ja siinä on 200 kierrosta. Kela on tasaisessa magneettikentässä, jonka suuruus on 0.250 T . Kelan taso on kohtisuorassa magneettikentän suuntaa vastaan ajan hetkellä $t = 0$ ja sitä pyöritetään vakioikulmanopeudella 295 rad/s magneettikenttää vastaan kohtisuoran akselin ympäri.

- Kirjoita kelaan indusoituneen emf:n suuruus ajan funktiona.
- Kela on kytketty vastukseen, siten että piirin kokonaisresistanssi on $6.2 \text{ k}\Omega$. Kuinka suuri virta kulkee vastuksen läpi hetkellä $t = 50.0 \text{ ms}$?

4. Kuvan 1 johdin on tasaisessa, z -akselin suuntaisessa magneettikentässä, jonka suuruus on 0.40 T . Johdin koostuu kahdesta 1.0 cm pituisestä suorasta osasta sekä neljännesympyrän (säde 2.0 cm) muotoisesta kaarevasta osasta ja siinä kulkee tasainen 1.3 A suuruinen virta kuvan osoittamaan suuntaan. Laske magneettikentän johtimeen kohdistaman voiman suunta ja suuruus. Vihje: Käytä yleistä voiman kaavaa virtajohtimelle ja hyödynnä magneettikentän tasaisuutta.



Kuva 1.

5. Selosta lyhyesti, n. 6-7 riviä riittää.

a) Tutkitaan r -säteistä pallopintaa, jonka sisällä on vain yksi pistevaraus q . Jos pistevaraus on pallon keskipisteessä, sähkökentän vuo $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A}$ pinnan läpi voidaan kirjoittaa muodossa $E4\pi r^2$, missä E on pistevarauksen aiheuttaman sähkökentän suuruus. Perustele matemaattisesti miten tämä onnistuu. Muuttuuko vuo, jos pistevaraus on pallon sisällä mutta ei sen keskipisteessä?

b) Kelan induktanssi L määriteltiin $L = \frac{N\Phi_B}{i}$. Selitä miksi L ei ole vakio, jos kelan sisus on täytetty jollain ferromagneettisella materiaalilla.

Vakioita:

$$g = 9.80 \text{ m/s}^2$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm A}^{-1}$$

$$e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$c = 2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$h = 4.136 \times 10^{-15} \text{ eVs}$$

$$\hbar = \frac{h}{2\pi} = 1.055 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$\mu_B = 5.788 \times 10^{-5} \text{ eV/T}$$

$$k = 1.38065 \times 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$u = 1.660539 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_e = 9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$m_p = 1.007276 \text{ u}$$

$$m_n = 1.008665 \text{ u}$$

$$uc^2 = 931.5 \text{ MeV}$$

$$1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$$