

- Koe tehdään etänä. Tämän vuoksi kokeessa on sallittua käyttää seuraavaa materiaalia ja apuvälineitä:
 - pdf-materiaali kurssin Moodle-sivulla
 - omat muistiinpanot
 - mikä tahansa laskin
- Mitään muuta materiaalia tai tietoteknisiä apuvälineitä ei saa käyttää. Myöskään oppikirjaa ei saa käyttää apuna.
- Yhteydenpito millä tahansa välineellä muihin ihmisiin tentinvalvojaa lukuunottamatta on kielletty tentin aikana!
- Tehtävät (5 kpl, kaikki arvostellaan 0-6p) löytyvät seuraavalta sivulta 2.
- Palauta tehtävien ratkaisusi Moodlessa kukin omaan palautuslaatikkoonsa. Tarkista palautettuasi ratkaisusi Moodleen, että palautuksen tila on “Lähetetty arvioitavaksi”.

Kirjoita seuraavat tiedot tehtävän 1 alkuun

- Kirjoita seuraava vakuutus: “Olen tehnyt vastaukseni koetilanteessa itsenäisesti ilman kenenkään apua.” Tämän perään tulee laittaa oma allekirjoitus.
- Jos tarvitset Yliopistofysiikan sijaan suorituksen vanhasta Insinöörifysiikasta, kirjoita kumpaa suoritat, FYS-1130 Insinöörifysiikka II: teoria ja laboratorioharjoitukset vai FYS-1101 Insinöörifysiikka II.
- Jos olet suorittanut laskuharjoituspaketin aiemmalla toteutuksella, mainitse asiasta (lisää mielellään kyseisen toteutuksen vastuupettaja ja suoritusvuosi, jos ne muistat).

Vakioita:

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

$$\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$$

$$\mu_0 \approx 4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1}$$

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

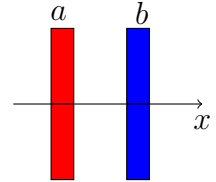
$$m_e = 9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

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

$$k = 1.381 \times 10^{-23} \text{ J/K}$$

- ① Maapallolla on sekä sähkö- että magneettikenttä. Tutkittavalla alueella sähkökenttä osoittaa suoraan Maan sisään, ja sen suuruus on 110 V/m . Magneettikenttä osoittaa pohjoiseen ja sen suuruus on $45 \mu\text{T}$.
- a) Laske, mikä elektronin nopeuden pitää olla, jotta siihen kohdistuva sähkömagneettinen kokonaisvoima on nolla, sen kulkiessa tällä alueella. Huomioi nopeuden suunta! (4p)
- b) Miksi a-kohdan vastaus ei ole yksikäsitteinen. (2p)

- ② Tasolevykondensaattorin levyt ovat neliöitä. Kummankin levyn pinta-ala $2.0 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$. Levyjen välinen etäisyys on 1.5 mm . Levyjen välissä on vain ilmaa. Kondensaattoria on varattu pitkään aikaa paristolla, jonka $\mathcal{E} = 2.4 \text{ V}$.



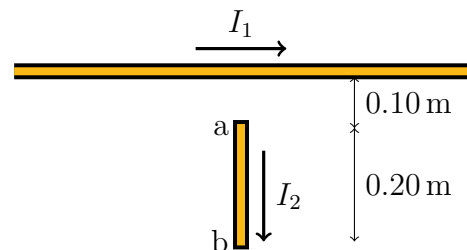
- a) Laske kondensaattorin kapasitanssi. (2p)
- b) Laske sähkökentän suuruus levyjen välillä. (2p)
- c) Piirrä potentiaali levyjen välillä paikan x funktiona valiten suunta kuten kuvassa. Valitse potentiaali negatiivisella levyllä b nollassi: $V_b = 0$. Tarkastele vain aluetta levyjen välillä ($x_a \rightarrow x_b$). (2p)
- ③ Pistevaraus $q = 2.2 \mu\text{C}$ on tietyssä alueessa, jossa tiettyä sähkökenttää kuvaava sähköinen potentiaali voidaan kirjoittaa muodossa

$$V(x, y, z) = (2.0 \text{ V/m}^2)x^2 + (3.4 \text{ V/m})y + 1.2 \text{ V}.$$

Pisteet $A = (3.0 \text{ m}, 2.0 \text{ m}, 2.0 \text{ m})$ ja $B = (1.0 \text{ m}, -3.0 \text{ m}, 0.0 \text{ m})$ kuuluvat kyseiseen alueeseen.

- a) Laske sähkökentän pistevaraukseen kohdistama voima pisteissä A ja B . (2p)
- b) Laske sähkökentän tekemä työ, kun pistevaraus siirtyy pisteestä A pisteeseen B . (2p)
- c) Kerro lyhyesti, miksi sähkökentän tekemä työ ei riipu pistevarauksen kulkemasta reitistä. (2p)
- ④ Ympyränmuotoisen poikkileikkauksen (säde 1.0 cm) omaavassa solenoidissa on $N = 150$ kierrosta. Solenoidin pituus on $\ell = 15.0 \text{ cm}$ ja sen sisusta on tyhjä. Solenoidin läpi menevän virran suuruus kasvaa tietyllä ajanhetkellä tahdilla $dI/dt = 120 \text{ A/s}$.
- a) Laske solenoidiin itseindusoituneen sähkömotorisen voiman (emf) suuruus. Tarvitset tässä laskussa solenoidin magneettikenttää, jonka voi laskea kaavalla $B = \mu_0 n I$, missä $n = N/\ell$ on solenoidin kierrostiheys. (2p)
- b) Laske kelan itseinduktanssi L . (Vihje: vastauksen saa helpoiten a-kohdan välivaiheesta). (2p)
- c) Miksi itseinduktanssi L (samoin kuin a-kohdan emf) ei ole vakio suurilla virran arvoilla, jos kela onkin täytetty ferromagneettisella materiaalilla? (2p)

- ⑤ Suorassa, pitkässä johtimessa 1 kulkee virta $I_1 = 4.00 \text{ A}$ kuvassa oikealle. Johtimen 1 vierellä on toinen suora johdin 2, jossa kulkee virta $I_2 = 2.00 \text{ A}$ kuvassa alaspäin. Johdin 2 on pisteiden a ja b välissä ja siten johtimen 1 aiheuttamassa magneettikentässä.



- a) Laske johtimen 1 aiheuttaman magneettikentän suuruus ja suunta pisteissä a ja b, jotka ovat etäisyyksillä 0.10 m ja 0.30 m johtimesta. Voit käyttää valmista kaavaa tai laskea kentän Ampèren lain avulla. (2p)
- b) Laske johtimeen 2 kohdistuvan magneettisen voiman suuruus ja suunta. (4p)