

PHYS-A1130 Sähkömagnetismi (SCI), Tentti (5 op) 19.2.2016

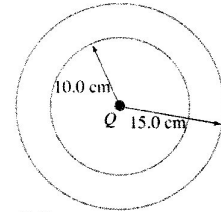
Itse tehdyt muistiinpanot yhdellä keltaisella A4-arkilla on sallittu.

Ylioppilaskirjoituksissa hyväksytyt laskin on sallittu.

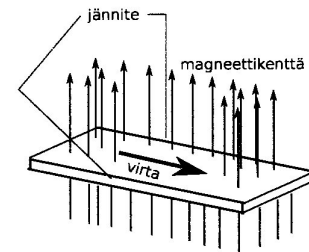
Taulukkokirjojen käyttö on kielletty.

Muista aina perustella käyttämäsi kaavat sekä esittämäsi vastaukset.

1. Johtavan pallokuoren, jonka sisäsäde on 10,0 cm ja ulkosäde 15,0 cm, sisällä sen keskipisteessä on pistemäinen varaus  $+3,0 \mu\text{C}$ . Ks. oheinen kuva. Pallokuori ja pistevaraus ovat eristetty toisistaan ja ympäristöstään. Johtavaan pallokuoreen tuodaan varaus  $-3,0 \mu\text{C}$ .
  - a) Mihin pallokuoreen tuotu varaus asettuu pallokuoreessa sähköstaattisessa tasapainossa? (2 p)
  - b) Minkä suuntainen sähkökenttä on pallokuoren sisäpuolella? (1 p)
  - c) Kuinka suuri sähkökenttä on pallokuoren sisäpuolella, pallokuoreessa ja pallokuoren ulkopuolella? Perustelut. (3 p)



2. Vuonna 1879 Edwin Hall johti virran ohueen kultanauhaan ja asetti nauhan kohtisuoraan homogeeniseen magneettikenttään. Hän mittasi nauhan reunojen välillä pienen jännitteen, ks. oheinen kuva. Jännite hävisi, kun nauha poistettiin magneettikentästä.



- a) Selitä Hallin havainto. Miksi kultanauhan reunojen väliin syntyy jännite magneettikentässä? (3 p.)
  - b) Hallin kokeen avulla pystytään päättämään, minkä merkkisiä ovat johteen varauksenkuljettajat. Miten? (1 p.)
  - c) Hallin kokeen avulla pystytään myös päättämään, kuinka suuri on varauksenkuljettajien tiheys johteessa, kun tiedetään niiden varaus. Miten? (2 p.)
3. Solenoidissa kulkee 2,0 A:n virta. Solenoidin pituus on 10,0 cm, sen säde 1,5 cm ja solenoidissa on 15 johdinkierrosta yhdellä senttimetrillä.
    - a) Kuinka suuri magneettikenttä on solenoidin sisällä? Perustelut.
    - b) Kuinka suuri solenoidin induktanssi on?
    - c) Virta vähenee tasaisesti nolnaan 2,0 ms:n aikana. Kuinka suuri lähdejännite indusoituu solenoidiin?
  4. Sarjapiiri koostuu vaihtojännitegeneraattorista, jonka tehollinen jännite on 240 V ja taajuus 50,0 Hz, ja kahdesta tuntemattomasta komponentista, jotka voivat olla mikä tahansa kombinaatio käämistä, vastuksesta ja kondensaattorista. Oskilloskoopilla havaitaan piirin virran huippuarvoksi 5,6 A sekä jännitteen ja virran väliseksi vaihe-eroksi  $65^\circ$  virran ollessa jännitettä jäljessä. Mitkä ovat piirin kaksi komponenttia ja mitkä ovat niiden lukuarvot ( $L$ ,  $R$  tai  $C$ )?

Vakiot

Alkeisvaraus	$e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Coulombin vakio	$k = 8,99 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$
Tyhjiön permeabiliteetti	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$
Tyhjiön permittiivisyys	$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 / (\text{N} \cdot \text{m}^2)$
Valon nopeus tyhjiössä	$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$