

Tehtävä 1. Vastaa neljään alakohtaan.

Kaksi samanlaista lamppua (R_1 ja R_2) ja kaksi samanlaista kondensaattoria (C_1 ja C_2) kytketään viereisen kuvan mukaisesti. Potentiaali $V_A = +240$ V. Kytkein K_2 jätetään auki.

Kytin K_1 suljetaan.

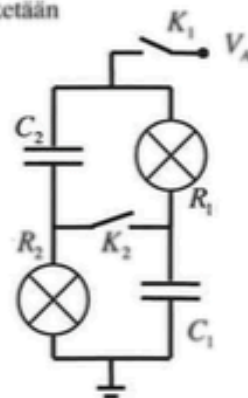
- a) Syttyykö/sammuuko lamppu 2? (2p)
b) Syttyykö/sammuuko lamppu 1? (1p)

Kytin K_2 :n on ollut pitkään suljettuna.

- c) Mikä on lampun 2 tilanne ja millainen on potentiaaliero C_2 :n yli? (2p)
d) Mikä on lampun 1 tilanne ja millainen on potentiaaliero C_1 :n yli? (1p)

Kytin K_1 pidetään suljettuna ja kytin K_2 suljetaan. Tarkastellaan tilannetta, kun K_2 :n sulkemisesta on kulunut kauan.

- e) Mikä on lampun 2 tilanne ja millainen on potentiaaliero C_2 :n yli? (2p)
f) Mikä on lampun 1 tilanne ja millainen on potentiaaliero C_1 :n yli? (1p)
g) Missä yllä olevista tapauksissa a&b, c&d sekä e&f lamppujen käyttäytyminen on samanlaista ja missä erilaista. Vastauksia g-kohtaan ei tarvitse perustella. (2p)

**Tehtävä 2. Vastaa kaikkiin kysymyksiin valitsemalla oikeat vaihtoehdot. Vastauksia ei tarvitse perustella.**

I Työnnot eristelevyn levykondensaattorin levyjen väliin sellaisessa kytkennässä, jossa levyjen välimatka ja potentiaaliero säilyvät muuttumattomina. Mitä tapahtuu levyjen varaukselle?

- a) varaus kasvaa b) varaus ei muutu c) varaus pienenee

II Kaksi eri paksuista kuparijohtinta on kytketty peräkkäin. Paksummassa johtimessa kulkee

- a) $i < I$ b) $i = I$ c) $i > I$
d) $j < J$ e) $j = J$ f) $j > J$

III Hiukkanen, jonka varaus $q = -1$ C, liikkuu positiivisen z-akselin suuntaan nopeudella 5 m/s. Magneettivuon tiheys hiukkasen kohdalla on $\vec{B} = (3\vec{i} - 4\vec{j})T$. Hiukkaseen kohdistuva voima on

- a) $(20\vec{i} + 15\vec{j})N$ b) $(20\vec{i} - 15\vec{j})N$ c) $(-20\vec{i} + 15\vec{j})N$ d) $(-20\vec{i} - 15\vec{j})N$

IV Johdin on taivutettu kuvan mukaisesti ja virran suunta on merkitty. Virran aiheuttama magneettikenttä pisteessä P on

- a) oikealle b) ylöspäin c) tason sisään
d) vasemmalle e) alaspäin f) Tasosta ulos
g) nolla h) ei mikään annetuista



V Umpinaisessa pallomaisessa johdekappaleessa on pallomainen onkalo, joka ei ole pallon keskellä. Johteeseen tuodaan positiivinen varaus. Mikä seuraavista kuvaa varauksen tuomisen jälkeen parhaiten sähkökenttää onkalossa? Sähkökenttä

- a) osoittaa säteittäisesti johdekappaleen keskipisteestä P ulkopintaa kohti
b) osoittaa säteittäisesti johdekappaleen ulkopinnalta keskipistettä P kohti
c) osoittaa onkalon keskipisteestä Q ulospäin
d) osoittaa onkalon keskipistettä Q kohti
e) on nolla



VI Jos jännitelähteen jännite pysyy vakiona mutta sen taajuus ω kasvaa kaksinkertaiseksi, miten muuttuu viereisessä piirissä kulkeva virta?

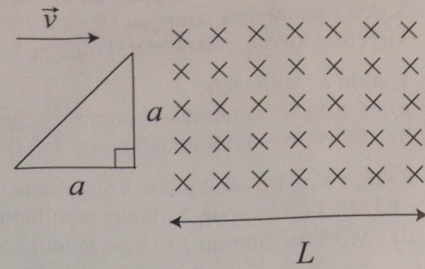
- a) kasvaa nelinkertaiseksi b) kasvaa kaksinkertaiseksi c) pysyy samana
d) pienenee puoleen e) pienenee neljäsosaan



Vakiot: $e = 1,6 \cdot 10^{19}$ C $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ C² N⁻¹ m⁻² $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ N A⁻²

Tehtävä 3. Vastaa kahteen alakohtaan

Tasakylkisen, suorakulmaisen kolmion muotoisen johdinsilmukan nopeus on $5,0 \text{ cm/s}$ ja silmukka kulkee homogeenisen magneettikentän läpi oheisen kuvan mukaisesti. Magneettikentän magneettivuon tiheys on $B = 150 \text{ mT}$, kolmion kateetin pituus on $a = 10,0 \text{ cm}$ ja magneettikentän leveys on $L = 50 \text{ cm}$. Silmukan resistanssi on $25 \text{ m}\Omega$.

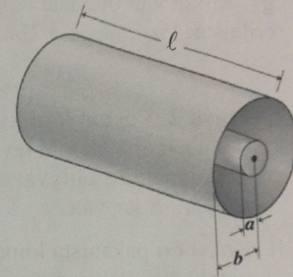


- Selvitä mihin suuntaan kulkee silmukkaan indusoituva virta, kun silmukka kulkee magneettikentän läpi? (2p)
- Johda lauseke silmukkaan indusoituneelle virralle ajan funktiona, kun silmukka tulee magneettikenttään hetkellä $t = 0$ ja kulkee magneettikentän läpi. (4p)
- Määritä indusoituneen virran suurin arvo ja hahmottele virran kuvaaja, kun silmukka kulkee magneettikentän läpi. (3p)

Taustatiedot tehtäviin 4 ja 5

Koaksiaalikaapeli koostuu kahdesta sisäkkäisestä johtimesta. Tässä kaapelissa sisäjohtimen säde $a = 1,0 \text{ mm}$ ja ulkojohtimen säde $b = 12 \text{ mm}$. Tarkastellaan vain kaapelin pätkää, jonka pituus $\ell = 1,00 \text{ m}$. Tämän koaksiaalikaapelin kapasitanssi pituusyksikköä kohti on 22 pF/m ja sen itseinduktanssi pituusyksikköä kohti on $0,50 \text{ }\mu\text{H/m}$.

Sisäjohtimessa on positiivinen jännite $V = 55 \text{ V}$ ja ulkojohtin on maadoitettu. Sisäjohtimessa kulkee virta $I = 200 \text{ mA}$ oikealle ja ulkojohtimessa vasemmalle.

**Tehtävä 4. Vastaa kohtaan a) ja kahteen muuhun alakohtaan**

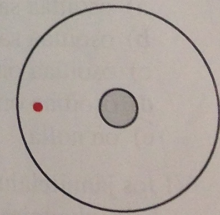
Potentiaaliero sisä- ja ulkojohtimen välillä aiheuttaa varauksen q sisäjohtimeen ja $-q$ ulkojohtimeen.

- Määritä lausekkeet (ilman numeerisia arvoja) sähkökentälle koaksiaalikaapelin johtimien välissä ja kaapelin ulkopuolella. (4p)
- Osoita, että tämän koaksiaalikaapelin kapasitanssi pituusyksikköä kohti on 22 pF/m . (3p)
- Määritä sähkökentän maksimiarvo tässä systeemissä. (1p)
- Määritä varauksen q liittyvä viivavaraustiheys. (1p)

Tehtävä 5. Vastaa kohtaan a) ja kahteen muuhun alakohtaan.

- Määritä lausekkeet (ilman numeerisia arvoja) magneettivuon tiheydelle koaksiaalikaapelin johtimien välissä ja kaapelin ulkopuolella. (4p)
- Määritä kuinka paljon sähkökentän ja magneettikentän energiaa tähän kaapelinpätkään varastoituu. (2p)
- Minkä suuntainen on oheisessa koaksiaalikaapelin poikkileikkauksuvassa pienellä punaisella pisteellä merkityssä paikassa olevaan elektroniin kohdistuva johdinten potentiaalierosta aiheutuva voima. (1p)
- Minkä suuntainen on oheisessa koaksiaalikaapelin poikkileikkauksuvassa pienellä punaisella pisteellä merkityssä paikassa olevaan elektroniin kohdistuva johtimissa kulkevasta virrasta aiheutuva voima. Keskijohtimen virta tulee kohti katsojaa. (1p)

Tehtävän c) ja d)-kohdissa vastaukseksi riittää pelkkä suunta (alaspäin, ylöspäin, oikealle, vasemmalle, kohti katsojaa, paperin sisään) ilman perusteluja.

**Tenttiohjeita**

- Merkitse nimi, tutkinto-ohjelma, opiskelijanumero ja kurssin koodi jokaiseen paperiin.
- Ratkaise kukin tehtävä omalle sivulle.
- Tässä tentissä vähiten pisteitä tuova tehtävä korvataan kurssin aikana kerätyillä bonuspisteillä.
- Kaikki ratkaisut tulee perustella, ellei tehtävässä erikseen muuta todeta.
- Jos vastaat useampaan alakohtaan kuin on pyydetty, arvostelu tehdään järjestyksessä a,b,c ja ylimääräisiä ei arvostella.
- Opiskelijalla saa olla tentissä mukana yksi vaaleankeltainen A4-arkki käsin kirjoitettuja muistunpanoja.
- Muistunpanoarkin yläreunassa tulee olla opiskelijan nimi ja opiskelijanumero.
- Muistunpanot palautetaan tentin mukana.