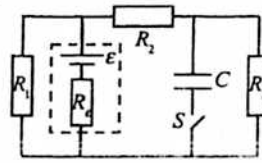


1. Oheisen kuvan kytkennässä komponenteilla on seuraavat arvot: $R_1 = 270 \Omega$, $R_2 = 180 \Omega$, $R_3 = 470 \Omega$, $C = 33 \text{ nF}$ ja $\varepsilon = 12 \text{ V}$.

a) Piirrä kuva, jossa näkyy, miten virta- ja jännitemittarit tulee kytkeä, jotta vastuksen R_2 teho saataisiin määrättyä mittaustulosten perusteella.

b) Kytkin S on auki ja jännitelähde oletetaan ideaaliseksi. Määritä vastuksessa R_2 kuluva teho.

c) Jännitelähteen sisäinen vastus on $R_e = 20 \Omega$. Määritä vastuksessa R_2 kuluva teho, välittömästi sen jälkeen, kun kytkin S suljetaan.

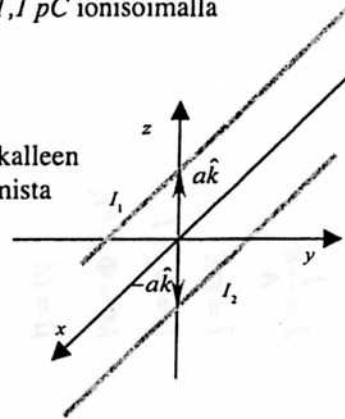


2. Eräessä savukaasupuhdistimessa puhdistettava kaasu johdetaan kahden yhtä suuren, lähekkäin olevan ja yhdensuuntaisen metallilevyn väliin. Levysten leveys on $w = 2,5 \text{ m}$ ja pituus $l = 4,2 \text{ m}$. Kun toinen levy maadoitetaan ja toiseen kytketään $+2,5 \text{ kV}$:n jännite, puhdistimeen varautuu 28 mJ energiaa.

a) Määritä levyillä oleva varaus.

b) Määritä Gaussin lain avulla sähkökentän voimakkuus levyjen välissä.

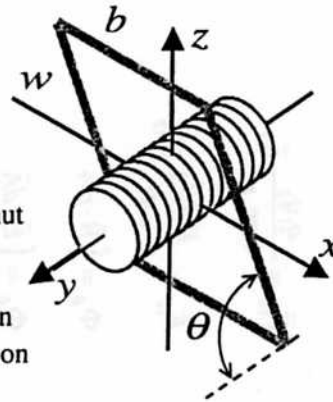
c) Tarkastellaan kahta levyjen välissä olevaa nokihiukkasta, jotka ovat etäisyydellä $d = 2 \text{ mm}$ toisistaan ja jännitteellisestä levystä. Niille on saatu aikaan varaukset $q_1 = 2,2 \text{ pC}$ ja $q_2 = 1,1 \text{ pC}$ ionisoimalla hiukkasen pinta-atomeja. Määritä hiukkasiin kohdistuvat sähköiset voimat.



3. Kaksi äärettömän pitkää, yhdensuuntaista virtajohdinta on kiinnitetty paikalleen x -akselin suuntaisesti päällekkäin viereisen kuvan mukaisesti. Toinen johtimesta kulkee pisteen $-a\hat{k}$ ja toinen pisteen $+a\hat{k}$ kautta. Molemmissa johtimissa kulkee yhtä suuri vakiovirta $I = |I_1| = |I_2| = 12 \text{ A}$.

a) Osoita Amperen lain tai Biot-Savartin lain avulla, että magneettivuon tiheys x -akselilla tietyillä edellytyksillä on $\vec{B} = -\frac{\mu_0 I}{\pi a} \hat{j}$.

b) Edellisten johdinten väliin lisätään kolmas, samansuuntainen johdin, joka pääsee liikkumaan pystysuunnassa (z -suunnassa). Määritä kuinka suuri virta I_3 tässä kolmannessa johtimessa tarvitaan, jotta se pysyisi paikallaan kulkiessaan origon kautta. Kolmannen johtimen massa on $0,24 \text{ g/m}$, ja johtimien etäisyys $a = 6,0 \text{ mm}$.



4. Poikkileikkaukseltaan ympyränmuotoisessa (säde $a = 2,0 \text{ cm}$), y -akselin suuntaisessa solenoidissa (kierrosluku $N = 1500$, pituus $L = 18 \text{ cm}$) kulkee vastapäivään virta I , jota kasvatetaan tasaisesti nolasta $2,5 \text{ A}$:iin $7,5 \text{ s}$ aikana.

a) Määritä magneettivuon tiheys \vec{B} solenoidin keskellä, kun virta on saavuttanut suurimman arvonsa.

b) Symmetrisesti solenoidin ympärillä on suorakaiteenmuotoinen (sivut $b = 5,0 \text{ cm}$ ja $w = 8,0 \text{ cm}$) johdinsilmukka. Silmukan lyhyet sivut ovat x -akselin suuntaisia ja pitkät ovat kulmassa $\theta = 70^\circ$ y -akseliin nähden. Silmukan vastus on $R = 2,7 \Omega$. Määritä silmukassa kulkeva maksimivirta.

c) Määritä sähkökentän voimakkuus ja suunta solenoidin keskellä etäisyydellä $d = 1,0 \text{ cm}$ solenoidin akselista.

5. Vastaa lyhyesti.

a) Mitä voit sanoa sähköisestä potentiaalista metallikappaleen sisällä?

b) Mitä tarkoitetaan sähköisen piirin aikavakiolla?

c) Piirrä kuva sähköisen dipolin kenttäviivoista.

d) Piirrä kuva magneettisen dipolin kenttäviivoista.

e) Miksi tehon lauseke vaihtovirtapiirissä on erilainen kuin tasavirtapiirissä?

f) Millaista on dielektrinen aine?

Merkitse nimi, koulutusohjelma, opiskelijanumero ja kurssin koodi jokaiseen paperiin.
Ratkaise kukin tehtävä omalle sivulleen. Lyhyet perustelut kaikille ratkaisuille vaaditaan.
Pisteet eivät välttämättä jakaudu tasan tehtävien alakohtien kesken.