

# 761119P Sähkömagnetismi 1

## 1. laskuharjoitus, kevät 2019

Tehtävät ovat kirjasta H. D. Young and R. A. Freedman: UNIVERSITY PHYSICS, 11. painos:  
Ex. 21.26, 21.46, 21.60, Pr. 21.68, Ex. 22.1, 22.6, Pr. 22.38, 22.48

**1. (21.26)** Homogeenisessa sähkökentässä oleva elektroni lähtee liikkeelle levosta ja liikkuu kasvavalla nopeudella suoraan ylöspäin. Ensimmäisen 3,00 mikrosekunnin aikana se liikkuu 4,50 m.

- Mikä on sähkökentän voimakkuus ja suunta?
- Onko oikeutettua jättää painovoiman vaikutus elektroniin huomiotta? Perustele vastauksesi tekemällä vertailevia laskelmia.

**2. (21.46)** Pistevaraus  $q_1 = -4,00$  nC sijaitsee kohdassa  $x = 0,600$  m,  $y = 0,800$  m, ja toinen pistevaraus  $q_2 = +6,00$  nC on kohdassa  $x = 0,600$  m,  $y = 0,000$  m. Laske näiden kahden pistevarauksen aiheuttaman nettosähkökentän voimakkuus ja suunta origossa.

**3. (21.60)** Kaliumkloridimolekyylin, KCl, dipolimomentti on  $8,9 \times 10^{-30}$  C·m.

- Oletetaan, että tämän dipolimomentin synnyttää kaksi toisistaan etäisyydellä  $d$  olevaa varausta, joiden suuruus on  $\pm 1,6 \times 10^{-19}$  C. Laske etäisyys  $d$ .
- Mikä on suurin vääntömomentin arvo, jonka homogeeninen sähkökenttä  $6,0 \times 10^5$  N/C voi kohdistaa KCl-molekyylin? Hahmottele kuvio, josta näkyy dipolimomenttivektorin  $\vec{p}$  ja sähkökenttävektorin  $\vec{E}$  suunta tilanteessa, jossa vääntömomentti on suurimmillaan.

**4. (21.68)** Pistevaraus  $q_1 = +5,00$  nC sijaitsee  $xy$ -koordinaatiston origossa ja toinen pistevaraus  $q_2 = -2,00$  nC on sijoitettu positiiviselle  $x$ -akselille kohtaan  $x = 4,00$  cm.

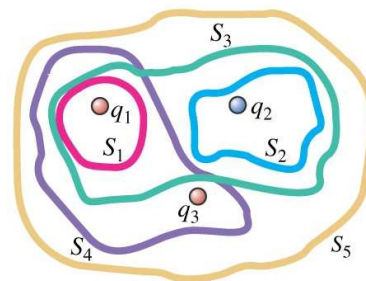
- Jos kolmas varaus,  $q_3 = +6,00$  nC, sijoitetaan kohtaan  $x = 4,00$  cm,  $y = 3,00$  cm, määritä kahden muun varauksen tähän varaukseen kohdistaman kokonaisvoiman  $x$ - ja  $y$ -komponentit.
- Määritä tämän voiman suuruus ja suunta.

**5. (22.1)** Sileä paperiarkki, jonka pinta-ala on  $0,250$  m<sup>2</sup>, on sijoitettu voimakkuudeltaan  $14$  N/C olevaan homogeeniseen sähkökenttään siten, että paperin normaali muodostaa  $60^\circ$  kulman sähkökentän suuntaan nähden.

- Määritä paperiarkin läpäisevä sähkökentän fluksi.
- Onko a)-kohdan vastaus riippuvainen paperiarkin muodosta? Miksi on tai miksi ei ole?
- Millä paperin normaalin ja sähkökentän suunnan välisen kulman  $\phi$  arvolla paperin läpäisevän fluksin suuruus on i) suurin?, ii) pienin? Perustele vastauksesi.

**6. (22.6)** Kolme pientä kuvassa 22.34 esitettyä palleroa sisältävät varaukset  $q_1 = 4,00$  nC,  $q_2 = -7,80$  nC ja  $q_3 = 2,40$  nC. Määritä sähkökentän fluksin nettoarvo kullekin suljetulle pinnalle, joiden halkileikkaus näkyy kuvassa.

- $S_1$
- $S_2$
- $S_3$
- $S_4$
- $S_5$
- Riippuko vastauksesi kohtiin a) ... e) siitä, miten varaus on jakautunut kunkin palleron sisällä? Miksi riippuu tai miksi ei riipu?

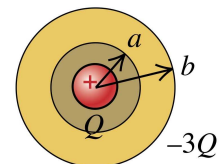


Pinta	Varaukset, jotka pinta sulkee
$S_1$	$q_1$
$S_2$	$q_2$
$S_3$	$q_1$ ja $q_2$
$S_4$	$q_1$ ja $q_3$
$S_5$	$q_1$ ja $q_2$ ja $q_3$

Kuva 22.34

**7. (22.38)** Johtavasta aineesta valmistetun pallokuoren, jonka sisäsäde on  $a$  ja ulkosäde  $b$ , keskipisteessä sijaitsee positiivinen pistevaraus  $Q$ . Kuoren kokonaisvaraus on  $-3Q$ , ja kuori on eristetty ympäristöstään.

- Johda sähkökentän voimakkuuden lauseke keskipisteestä mitatun etäisyyden  $r$  avulla lausuttuna alueilla  $r < a$ ,  $a < r < b$  ja  $r > b$ .
- Mikä on pintavaraustiheys johtavan pallokuoren sisäpinnalla?
- Mikä on pintavaraustiheys johtavan pallokuoren ulkopinnalla?
- Hahmottele kuvio, joka näyttää kenttäviivat ja osoittaa kaikkien varausten sijainnin.
- Esitä graafisesti sähkökentän voimakkuus etäisyyden  $r$  funktiona.



Kuva 22.38

**8. (22.48)** Positiivinen varaus on jakautunut tasaisesti umpinaisen, hyvin pitkän sylinterin sisälle. Sylinterin säde on  $R$  ja sen tilavuusvaraustiheys on  $\rho$ .

- Johda sähkökentän voimakkuuden lauseke sylinterin sisällä lausuttuna sylinterin akselista mitatun etäisyyden  $r$  ja varaustiheyden  $\rho$  avulla.
- Mikä on sähkökentän voimakkuus sylinterin ulkopuolella olevassa pisteessä lausuttuna sylinterin viivavaraustiheyden  $\lambda$  avulla?
- Vertaa a)- ja b)-kohdan tuloksia arvolla  $r = R$ .
- Piirrä sähkökentän voimakkuus etäisyyden  $r$  funktiona välillä  $r = 0$  ja  $r = 3R$ .