

761119P Sähkömagnetismi 1

2. laskuharjoitus, kevät 2019

1. Pistevaraus, varaukseltaan $Q = +5,50 \mu\text{C}$, pidetään paikallaan origossa. Toinen pistevaraus, varaukseltaan $q = +2,20 \mu\text{C}$ ja massaltaan $m = 2,80 \cdot 10^{-5} \text{ kg}$, sijoitetaan x -akselille $0,200 \text{ m}$ etäisyydelle origosta.

- Mikä on varausparin sähköinen potentiaalienergia U ? (Oleta U nolaksi, kun varaukset ovat äärettömän kaukana toisistaan.)
- Pistevaraus q päästetään irti. Mikä on sen nopeus, kun sen etäisyys origosta on i) $0,500 \text{ m}$? ii) $10,00 \text{ m}$? iii) $50,0 \text{ m}$?

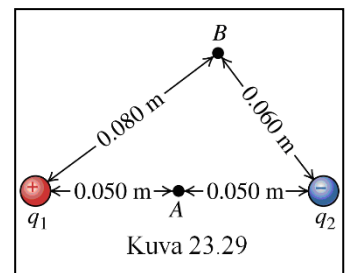
2. Kahden paikallaan olevan pistevarauksen, $+4,00 \text{ nC}$ ja $-2,00 \text{ nC}$, välinen etäisyys on $50,0 \text{ cm}$. Elektroni päästetään vapaaksi keskellä varausten välistä yhdysjanaa, jolloin se lähtee liikkeelle pitkin kyseistä janaa. Mikä on elektronin nopeus silloin, kun sen etäisyys $+4,00 \text{ nC}$:n varauksesta on $10,0 \text{ cm}$?

3. Varaus $+q$ laitetaan kohtaan $x=0, y=-a$ ja varaus $-q$ kohtaan $x=0, y=a$.

- Johda varausten aiheuttama kokonaispotentiaali $V(x,y)$ x :n ja y :n funktiona.
- Piirrä potentiaalin kuvaaja x -akselilla välillä $x=[-4a, 4a]$ ja y -akselilla välillä $y=[-4a, 4a]$.
- Osoita, että jos $y \gg a$ potentiaali y -akselilla on $V = -(1/4\pi\epsilon_0)2qa/y^2$

4. Kaksi pistevarausta, $q_1 = +3,50 \text{ nC}$ ja $q_2 = -5,50 \text{ nC}$, ovat $0,100 \text{ metrin}$ etäisyydellä toisistaan. Piste A on niiden puolivälissä ja piste B on etäisyydellä $0,080 \text{ m}$ varauksesta q_1 ja etäisyydellä $0,060 \text{ m}$ varauksesta q_2 (ks. kuva 23.29). Oletetaan potentiaalin äärettömän kaukana olevan nolla. Määritä

- potentiaali pisteessä A ;
- potentiaali pisteessä B ;
- sähkökentän varaukseen $4,50 \text{ nC}$ tekemä työ, kun se siirtyy pisteestä B pisteeseen A .

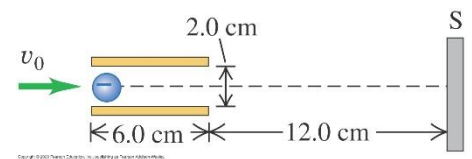


5. Ohuen, äärettömän pitkän varatun langan pituusvaraustiheys on $6,00 \cdot 10^{-12} \text{ C/m}$. Protoni (massa $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, varaus $+1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$) on $50,0 \text{ cm}$ etäisyydellä langasta ja se liikkuu kohti lankaa nopeudella $1,50 \cdot 10^3 \text{ m/s}$. Kuinka lähelle lankaa protoni pääsee?

6. Määritellään potentiaali seuraavasti: $V = 0$, kun $z < 0$, $V = Cz$, kun $0 < z < d$ ja $V = Cd$, kun $z > d$. C ja d ovat positiivisia vakioita. Potentiaali ei ole riippuvainen x :stä ja y :stä.

- Määritä sähkökenttä (suunta ja suuruus) kaikissa pisteissä.
- Millainen varausjakauma voisi synnyttää tällaisen kentän? Perustele vastauksesi.

7. Vanhoissa kuvaputkinäyttöissä ns. katodisädeputkissa (CRT) ammutaan näytön takaa elektronisuihku kohti näyttöruutua ja sitä ohjataan pysty ja vaakasuunnissa sähkökentällä. Oheisen kuvan tilanteessa elektronilla on vaakasuora alkunopeus $v_0 = 6.50 \times 10^6 \text{ m/s}$ ja saapuu vasemmalta levyjen väliin täsmälleen niiden puolivälissä. Levyjen välillä on homogeeninen sähkökenttä ylöspäin ja sen suuruus on $1.10 \times 10^3 \text{ V/m}$.



- Mikä voima (vektori!) elektroniin vaikuttaa levyjen välissä?
- Mikä on elektronin kiihtyvyyden (vektori!) levyjen välissä?
- Kuinka kaukana kuvan katkoviivan alapuolella elektroni on kun se poistuu levyjen välistä?
- Missä kulmassa katkoviivaan nähden elektroni poistuu levyjen välistä?
- Kuinka kaukana kuvan katkoviivan alapuolella elektroni osuu näyttöruudulla S ?

8. Ilmatäytteisen levykondensaattorin kapasitanssi on $440 \mu\text{F}$ ja kummankin levyn varaus on $0,15 \mu\text{C}$. Levyjen välinen etäisyys on $0,5 \text{ mm}$.

- Mikä on levyjen välinen potentiaaliero?
- Mikä on kummankin yksittäisen levyn pinta-ala?
- Mikä on sähkökentän voimakkuus levyjen välissä?
- Mikä on kummankin yksittäisen levyn pintavaraustiheys?

9. Viereisessä kuvassa $C_1=6.00 \mu\text{F}$, $C_2=3.00 \mu\text{F}$, $C_3=5.00 \mu\text{F}$ ja $C_4=8.00 \mu\text{F}$ Kondensaattoriipiiri kytketään jännitteeseen V_{ab} . Kun kondensaattorien varaukset ovat asettuneet lopullisiin arvoihinsa C_4 :n varaus on $40.0 \mu\text{C}$.

- Mikä on pisteiden a ja b välinen kokonaiskapasitanssi?
- Mitkä ovat C_1 :n, C_2 :n ja C_3 :n varaukset?
- Mitkä ovat jännitteet V_{ab} ja V_{ad} ?

