

Vastaa kaikkiin tehtäviin 1-6

Sallittu A4-kokoinen muistiinpanopaperi.

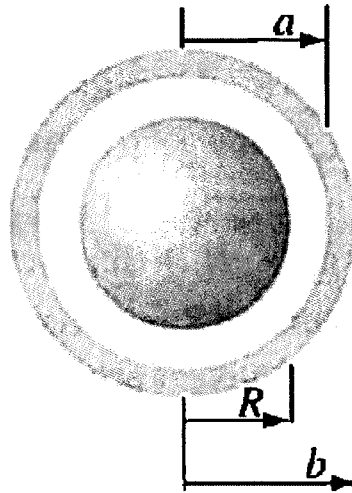
1. Oikein vai Väärin (O/V). Jokainen oikea vastaus kohtiin (i) – (x) tuottaa +1 p, väärä vastaus -0.5 p ja vastaamatta jättäminen 0 p. Tehtävän minimipistemäärä on 0 p eli muista tehtävistä (2-6) saatuja pisteitä ei voi menettää. Vastaa väittämiin O tai V. Perusteluja ei tarvitse esittää.

- (i) Eristettä ei voi varata sähköisesti.
- (ii) Sähköpotentiaali on varausjakauman ominaisuus ja se muodostaa skalaarikentän.
- (iii) Johteen pinnalla sähkökenttä on kohtisuorassa pintaa vasten.
- (iv) Johteen pinnalla varaus jakautuu aina tasaisesti riippumatta johdekappaleen muodosta.
- (v) Kapasitanssi on materiaalin ominaisuus.
- (vi) Metalleissa varauksenkuljettajia ovat elektronit.
- (vii) Eristeeseen syntyvä indusoitu sähkökenttä heikentää ulkoista kenttää.
- (viii) Kirchhoffin lakeja ei voi soveltaa virtapiireihin, joissa kulkee ajasta riippuva virta.
- (ix) Gaussin lakia voi soveltaa vain systeemeille, joilla on jokin hyvin määritelty symmetriaominaisuus.
- (x) Neutraalissa makroskooppisessa kappaleessa ei ole sähkövarauksia.

2. Eristepalloon, jonka säde on 0.12 m ja massa 0.12 g, on tasaisesti jakautuneena +0.90 nC:n varaus. Pallo on laajan, tasaisesti varatun levyn (pintavaraustiheys - 8.0 nC/m^2) yläpuolella siten, että pallon keskipiste on 0.24 m:n etäisyydellä levystä.

- (a) Laske missä avaruuden pisteissä sähkökenttä on nolla. (4p)
- (b) Päästetään pallo irti. Mikä on pallon nopeus sen osuessa levyyn? (4p)

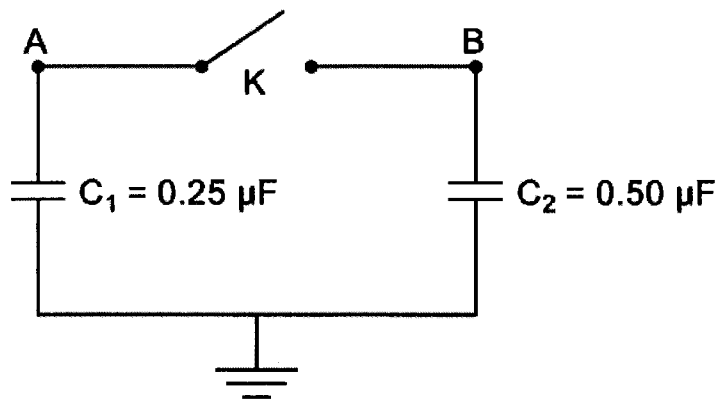
3. Tarkastellaan umpinaista metallipalloa, jonka säde on R . Tuodaan palloon varaus $+Q$ ja asetetaan pallo metallisen pallokuoren (sisäsäde a , ulkosäde b) sisään samankeskisesti. Pallokuoren nettovaraus on nolla.
- (a) Mikä on pintavaraustiheys pinnoilla R , a ja b ? Perustelee tarkasti! (4p)
- (b) Mikä on sähköpotentiaali systeemin keskipisteessä kun valitaan, että potentiaali äärettömän kaukana on nolla? (4p)



4. Vanhan television kuvaputkessa oleva elektronitykki kiihdyttää elektroneja (varaus $e = 1.602 \cdot 10^{-19}$ C, massa $m = 9.109 \cdot 10^{-31}$ kg) kahden levyn välisessä homogeenisessa sähkökentässä, jonka voimakkuus $E = 8 \cdot 10^5$ N/C. Levyjen välinen etäisyys on 1.25 cm. Elektronit saapuvat levyjen väliin negatiivisesti varattuun levyyn poratusta pienestä reiästä, kiihtyvät, ja poistuvat toiseen levyyn poratusta pienestä reiästä. Reiät ovat niin pieniä, että ne eivät vaikuta sähkökenttään.
- (a) Laske levyjen välinen potentiaaliero. (2p)
- (b) Laske elektronin nopeus sen poistuessa levyjen välistä jos oletetaan elektronin saapuvan levyjen väliin hyvin pienellä nopeudella. (3p)
- (c) Levyjen väliin eksyy protoni ($q = 1.602 \cdot 10^{-19}$ C, $m = 1.673 \cdot 10^{-27}$ kg) negatiivisesti varatussa levyssä olevan reiän kautta. Protonin energia sen

sujahtaessa reiän läpi on 5 keV. Kuinka lähelle positiivisesti varattua levyä protoni voi päästä? (3p)

5. Oheisen kuvion kytkennässä kondensaattorien kapasitanssit ovat $C_1 = 0.25 \mu\text{F}$ ja $C_2 = 0.50 \mu\text{F}$. Johtimet oletetaan ideaalisiksi. Varataan kondensaattorit kytkimen K ollessa auki siten, että pisteen A potentiaali on +20 V ja pisteen B potentiaali +10 V.
- Mikä on pisteiden A ja B välinen potentiaali kun K on auki? (2p)
 - Mikä on pisteiden A ja B välinen jännite kun K on suljettu? (2p)
 - Mikä on pisteen A potentiaali kauan kytkimen K sulkemisen jälkeen? (2p)
 - Kuinka monta elektronia ja mihin suuntaan on kulkenut kytkimen K läpi sen sulkemisen jälkeen? (2p)



6. Vastus $R = 850 \Omega$ kytketään varatun kondensaattorin $C = 4.62 \mu\text{F}$ napoihin. Kondensaattorin varaus oli juuri ennen kytkemistä 8.10 mC.
- Kuinka suuri energia oli aluksi varastoituneena kondensaattoriin? (2p)
 - Kuinka suuri on vastuksessa lämmöksi kuluva (hetkellinen) teho heti kytkemisen jälkeen? (2p)
 - Kuinka suuri on vastuksessa lämmöksi kuluva (hetkellinen) teho ajanhetkellä, jolloin kondensaattoriin varastoitunut energia on puolet alkuperäisestä? (2p)
 - Osoita, että kondensaattoriin alun perin varastoitunut energia on muuttunut lämmöksi vastuksessa. Vihje: tarkastele (c)-kohdan ajanhetkeä. (2p)