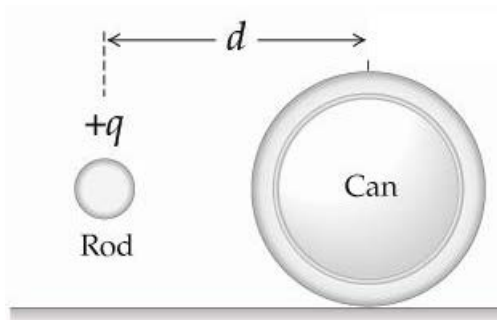


Vastaa kaikkiin tehtäviin 1-6

Sallittu A4-kokoinen muistiinpanopaperi.

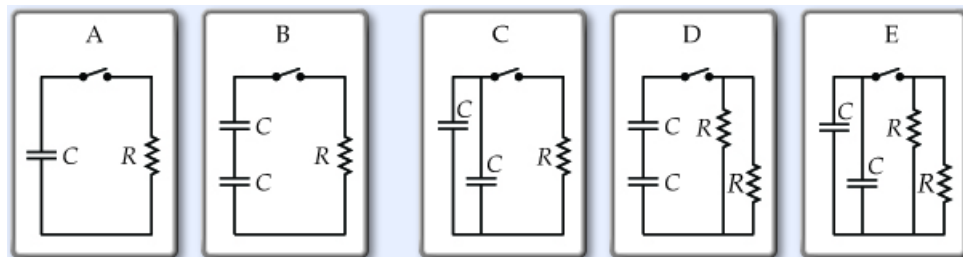
1. Ilmiöitä

- (a) Mitä eristävälle tasolle asetetulle alumiinitölkille tapahtuu kun sen lähelle tuodaan eristesauva, jonka varaus on $+q$ (ks. kuva)? Perustele tarkasti käyttäen sanoja ja kuvia. (4p)



- (b) Alla oleviin kuviin merkityt vastukset R ovat identtisiä hehkulamppuja. Identtiset kondensaattorit C ovat täysin varattuja ennen kytkimien sulkemista. Aseta järjestykseen kytkennät A-E sillä perusteella, kuinka pitkään hehkulamput palavat (lyhimmästä pisimpään). Lamppu palaa kun sen läpi kulkeva virta ylittää kynnyksarvon I_0 , joka ylittyy kytkimen sulkeutuessa kaikissa tapauksissa A-E. (4p)

Perustelematon arvaus \rightarrow maksimissaan puolet pisteistä.

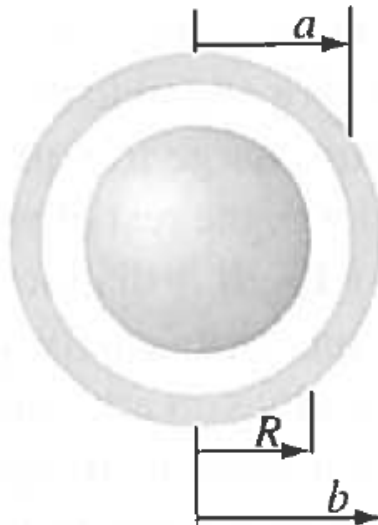


2. Coulombin voima ja sähkökenttä

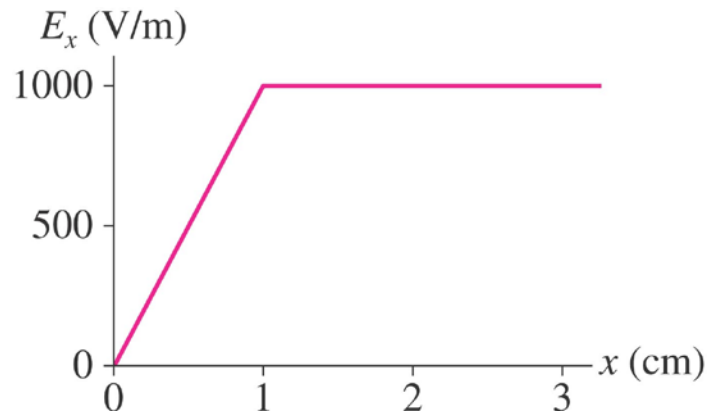
- (a) Kevyen eristeestä valmistetun jousen venymätön pituus on 4 cm. Kun jousi ripustetaan kattoon (eristettä) ja sen alapäähän kiinnitetään 1 gramman punnus, jousen pituudeksi mitataan 5 cm. Jos taas jousi lepää kitkattomalla vaakasuoralla eristelevyllä ja sen päihin kiinnitetään varaukset $+4Q$ ja $+Q$, jousen pituus on 4.5 cm. Laske varaus Q . (4p)
- (b) Ripustetaan jousi takaisin kattoon ja varataan siinä roikkuva 1 gramman punnus varauksella $+Q$. Kuinka suuri tasainen pintavaraustiheys kattoon (eristelevy) tulee tuoda, jotta jousi palautuu venymättömään pituuteensa. Värähtelyä ei tarvitse huomioida. (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.

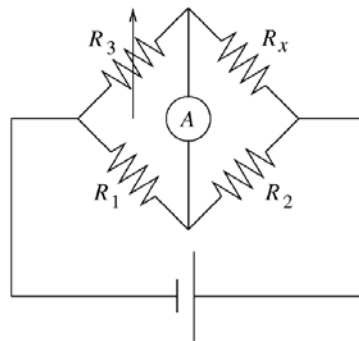
- (a) Mikä on pintavaraustiheys pinnoilla R , a ja b ? Perustele tarkasti! (4p)
- (b) Mikä on sähköpotentiaali systeemin keskipisteessä kun valitaan, että potentiaali äärettömän kaukana on nolla? (4p)



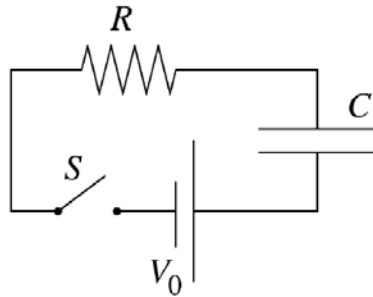
4. Oheinen kuvio esittää sähkökenttäkomponenttia E_x paikan funktiona x -akselilla.
- (a) Kuinka suuri työ joudutaan tekemään kun työnnetään protoni x -akselia pitkin pisteestä $x = 3$ cm pisteeseen $x = 0$ cm? (5p)
- (b) Ammutaan nyt protoni pisteestä $x > 3$ cm kohti pistettä $x = 0$. Mikä protonin nopeuden tulee olla pisteessä $x = 3$ cm, jotta se pääsee juuri ja juuri pisteeseen $x = 1$ cm? (3p)



5. Alla esitetty piiri on ns. Wheatstonen siltakytkeä, jota voidaan käyttää tuntemattoman vastuksen resistanssin R_x mittaamiseen. Kuvaan merkitty jännitelähde on paristo, jonka napajännite on 10 V. Vastuksien 1 ja 2 resistanssit $R_1 = 100 \Omega$ ja $R_2 = 200 \Omega$ tunnetaan. Asettaessa säätövastuksen R_3 resistanssiksi 150Ω huomataan, että virtamittarin kautta ei kulje sähkövirtaa. Laske resistanssi R_x ? (8p)



6. Vastus R , varaamaton kondensaattori C , kytkin S ja paristo (emf = V_0) kytketään sarjaan (ks. kuva). Kytkin suljetaan ajanhetkellä $t = 0$.



- (a) Kirjoita kondensaattorin alemman levyn varausta $Q(t)$ kuvaava differentiaaliyhtälö Kirchhoffin säännön avulla. (1p)
- (b) Minkä fysikaalisen suureen säilymiseen käyttämäsi Kirchhoffin sääntö perustuu? (1p)
- (c) Osoita, että $Q(t) = CV_0(1 - e^{-t/RC})$ on muodostamasi differentiaaliyhtälön ratkaisu. (1p)
- (d) Mikä on piirissä kulkeva virta ajanhetkellä t_I ($t_I > 0$)? (1p)
- (e) Kuinka paljon energiaa kondensaattoriin on varastoitunut ajanhetkellä t_I ? (2p)
- (f) Kuinka paljon pariston potentiaalienergiaa on muuttunut lämmöksi vastuksessa välillä $0 < t < t_I$? (2p)