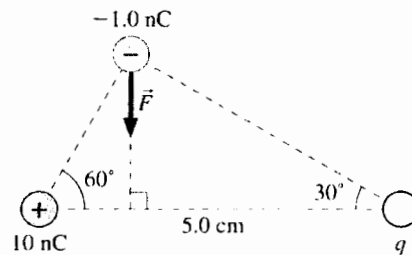
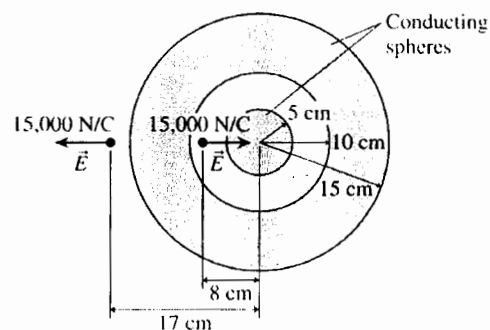


Vastaa kaikkiin tehtäviin 1-6.

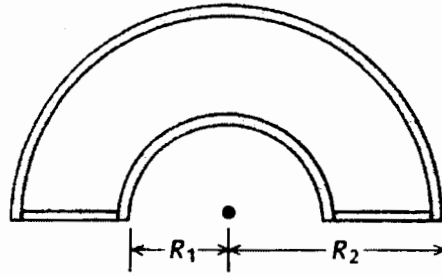
1. $+1 \text{ nC}$:n varaukseen vaikuttava voima osoittaa kuvassa annettuun suuntaan. Laske voiman suuruus.



2. Oheinen kuva esittää metallipalloa, joka on asetettu ontton metallipallokuoren sisälle sen keskipisteeseen. Sähkökentät (suuruus ja suunta) tietyissä pisteissä on merkitty kuvaan. Laske
- Varaustiheys umpinaisen pallon pinnalla.
 - Varaustiheys pallokuoren sisäpinnalla.
 - Varaustiheys pallokuoren ulkopinnalla.



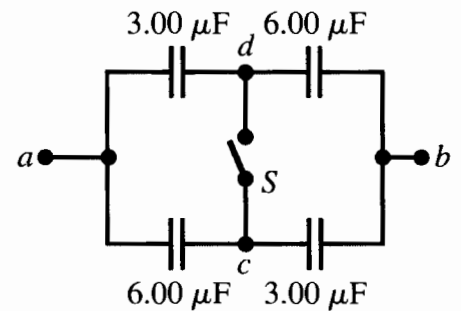
3. Puoliympyrän muotoiset R1- ja R2-säteiset eristetangot ja kaksi lyhyttä suoraa tankoa on yhdistetty kuvassa esitetyn muotoiseksi systeemiksi. Tangoilla on tasainen varaustiheys λ (varaus/pituusyksikkö). Laske sähköstaattinen potentiaali systeemin keskipisteessä (seuraavan sivun ylälaidan kuvassa esitetty piste).



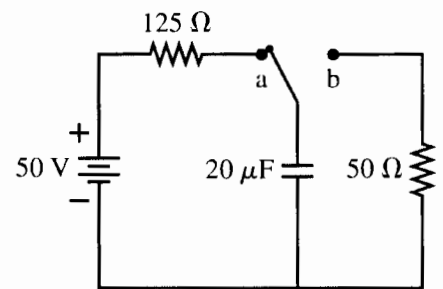
4. (a) Ilmaeristeinen levykondensaattori, jonka levyjen pinta-ala on 0.250 m^2 ja välimatka 7.50 mm , varataan kytkemällä se 255 V paristoon. Jännitelähteestä irrotettuna levyjen väliin työnnetään koko välitilan täyttävä eristelevy. Nyt kondensaattorin jännitteeksi mitataan 114.5 V . Mikä on eristemateriaalin dielektrisyysvakio?
- (b) Eristelevyn läpi tapahtuu vuotovirtaa, niin että kondensaattorilevyjen välinen jännite pienenee 12.0 s aikana määrällä 375 mV . Laske eristemateriaalin ominaisvastus.

5. Neljä kondensaattoria ja katkaisija S on kytketty oheisen kaavion mukaisesti pisteiden a ja b välille. Aluksi kondensaattorit ovat varaamattomia ja S avoin. Sitten pisteiden a ja b välille kytketään 210 V potentiaaliero

- (a) Laske potentiaaliero V_{cd} , kun S on edelleen avoin.
- (b) Mikä on kunkin kondensaattorin jännite, kun katkaisija S on suljettu?
- (c) Kuinka paljon varausta on kulkenut katkaisijan läpi sen sulkemisen jälkeen?



6. Kuvion katkaisija on ollut asennossa a pitkän aikaa. Se käännetään yhtäkkiä asentoon b 1.25 ms ajaksi ja sitten takaisin a -asentoon. Kuinka paljon energiaa kuluu 50Ω vastuksessa?



$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_0}{q_0} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \hat{r} \quad E = \frac{\eta}{2\epsilon_0}$$

$$\vec{p} = q\vec{s} \quad \vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E} \quad U = -\vec{p} \cdot \vec{E}$$

$$\Phi_e = \oint_A \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$V = \frac{U}{q_0} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{dq}{r}$$

$$\Delta V = V_b - V_a = -\int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{s} \quad E = \frac{\Delta V}{d}$$

$$\vec{E} = -\left(\hat{i} \frac{\partial V}{\partial x} + \hat{j} \frac{\partial V}{\partial y} + \hat{k} \frac{\partial V}{\partial z}\right) = -\vec{\nabla} V$$

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \epsilon_0 \frac{A}{d} \quad \epsilon = \kappa \epsilon_0$$

$$U_C = \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{2} C (\Delta V)^2 \quad u = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$$

$$I = \frac{dQ}{dt} = nev_d A \quad \vec{J} = ne\vec{v}_d$$

$$J = \sigma E \quad \rho = \frac{1}{\sigma} \quad R = \rho \frac{L}{A}$$

$$\Delta V = RI \quad \Delta V_p = \mathcal{E} - Ir$$

$$P_R = I^2 R = \frac{\Delta V_R^2}{R} \quad P_p = I \Delta V_p$$

$$Q(t) = C \mathcal{E} (1 - e^{-t/RC}) \quad I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$$

$$Q(t) = Q_0 e^{-t/RC} = Q_0 e^{-t/\tau}$$

$$c = 2.9979 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$e = 1.6022 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\epsilon_0 = 8.8542 \times 10^{-12} \text{ F/m}$$

$$(4\pi\epsilon_0)^{-1} = 8.9876 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

$$u = 1.66054 \times 10^{-27} \text{ kg} = 931.49 \text{ MeV}/c^2$$

$$m_e = 9.1094 \times 10^{-31} \text{ kg} = 0.51100 \text{ MeV}/c^2$$

$$m_p = 1.6726 \times 10^{-27} \text{ kg} = 938.3 \text{ MeV}/c^2$$

$$m_n = 1.6749 \times 10^{-27} \text{ kg} = 939.6 \text{ MeV}/c^2$$

$$h = 6.6261 \times 10^{-34} \text{ Js} = 4.1357 \times 10^{-15} \text{ eVs}$$

$$R = 8.3145 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$N_A = 6.0221 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$k = 1.3807 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$$

$$G = 6.673 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$$