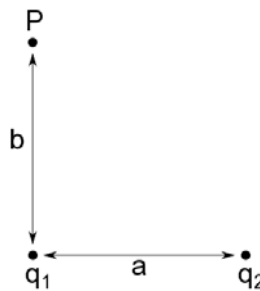
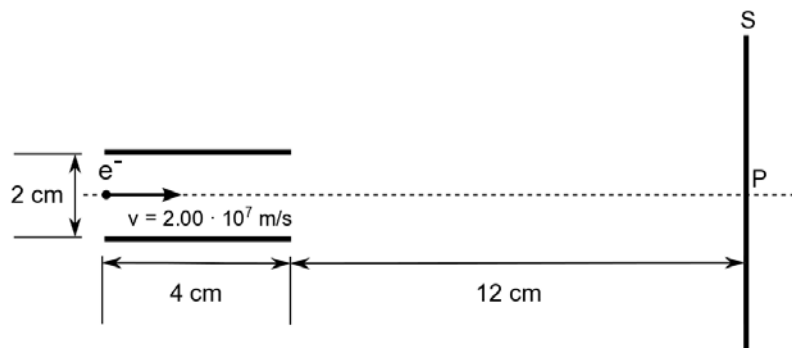


Vastaa kaikkiin tehtäviin 1-6.

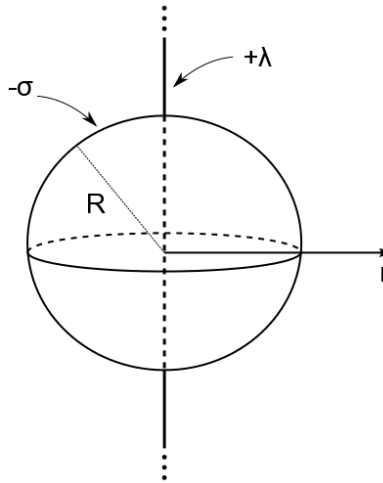
1. Kaksi pistevarausta $q_1 = +7.0 \mu\text{C}$ ja $q_2 = +5.0 \mu\text{C}$ ovat kuvan esittämässä paikoissa. Niiden välimatka a on 0.30 m .
 - (a) Määritä sähkökenttä pisteessä P, jonka etäisyys b q_1 :stä on 0.4 m . (5p)
 - (b) Häviääkö sähkökenttä jossain pisteessä? Jos häviää, niin missä tämä piste sijaitsee? (5p)



2. Oheinen kuva esittää katodisädeputkea, missä elektronit lähtevät vaakasuorien levyjen puolivälistä. Elektronien alkunopeus on $2.00 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ kuvan osoittamaan suuntaan. Levyjen välissä on kuvassa ylöspäin osoittava homogeeninen sähkökenttä, jonka voimakkuus on $2.00 \cdot 10^4 \text{ N/C}$.
 - (a) Kuinka pitkälle (katkoviivalla merkityn) vaak akselin alapuolelle elektroni on liikkunut ohittaessaan levyjen oikean reunan? (3p)
 - (b) Mikä on elektronin ratakäyrän ja vaakatason välinen kulma ohitushetkellä? (3p)
 - (c) Mihin kohtaan (pisteestä P mitattuna) varjostinta S elektroni osuu? (4p)



3. Tarkastellaan kuvassa esitettyä systeemiä, jossa onton eristeestä valmistetun pallokuoren läpi on työnnetty pitkä, ohut tanko, jonka (pituus)varaustiheys on $+\lambda$. Olkoon pallokuoren (pinta)varaustiheys $-\sigma$. Laske sähkökenttä kuvaan merkityn koordinaatin r funktiona välillä $0 < r < \infty$ (10p).



4. Sylinterikondensaattori muodostuu R_1 -säteisestä umpinaisesta johdesylinteristä (varaus = $+Q$) ja samankeskisestä R_2 -säteisestä johdekuoresta (varaus = $-Q$). Oleta, että kondensaattorin pituus L on paljon suurempi kuin R_1 ja R_2 , jolloin reunat alueet päissä voidaan unohtaa.

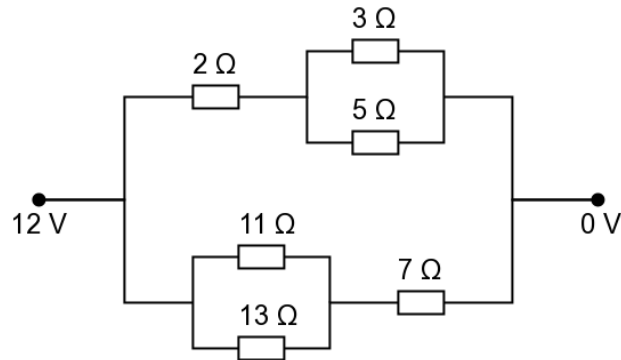
(a) Osoita, että sylinterikondensaattorin kapasitanssi on $C = \frac{2\pi\epsilon_0 L}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}$ (5p)

- (b) Oleta, että aluksi $R_2/R_1 = 5$. Korvaa sitten sisäsylinteri toisella umpinaisella sylinterillä, jonka säde on puolet alkuperäisestä. Kuinka paljon kondensaattoria olisi pidennettävä, jotta kapasitanssi ei muuttuisi? (5p)

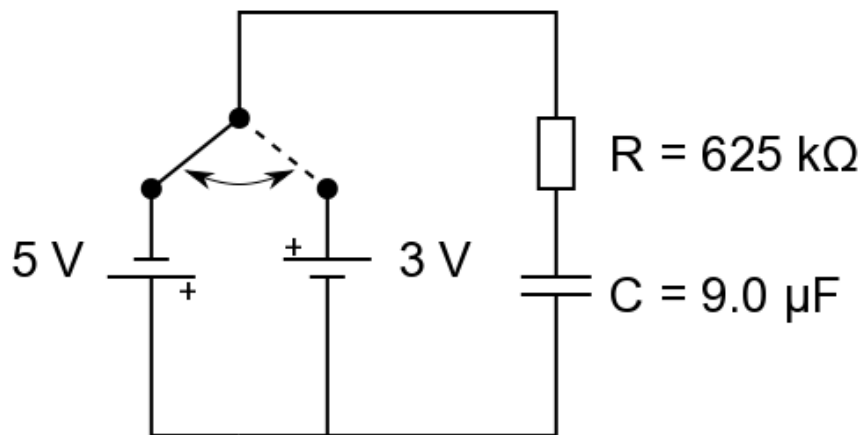
5. Tarkastellaan oheista kytkentää, jossa vastussysteemin päiden välillä on 12 V potentiaaliero (esim. paristo).

(a) Kuinka suuri virta kulkee $3\ \Omega$:n vastuksen läpi?

(b) Kuinka suuri teho kuluu $7\ \Omega$:n vastuksessa?



6. RC-piiri ($R = 625\ \text{k}\Omega$, $C = 9.0\ \mu\text{F}$) on kytketty 5.0 V paristoon, kunnes kondensaattori on täysin varautunut. Sitten paristo vaihdetaan yhtäkkisesti toiseen, 3.0 V paristoon, jonka navat ovat päinvastaisessa suunnassa kuin alkuperäisen pariston. Laske, millä hetkellä vaihdon jälkeen kondensaattorin jännite on tasan 0. Mikä on vastuksen läpi kulkeva virta tällöin?



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

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

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

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

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

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

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

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

$$I = \frac{dQ}{dt} = n e v_d A \quad \vec{J} = n e \vec{v}_d$$

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

$$\Delta V = R I \quad \Delta V_p = \mathcal{E} - I r$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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