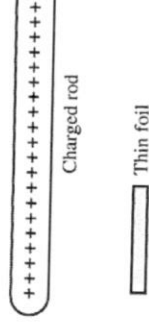


Vastaa kaikkiin tehtäviin 1-6. Merkitse vastauspaperiin selkeästi haluatko, että kevään 2011 laskuharjoituspisteet huomioidaan kurssiarvostelussa. Jos haluat/et halua, tentin maksimipistemäärä on 48/60 pistettä. Tehtävistä saatavat pisteet merkitty 60 p maksimin mukaan.

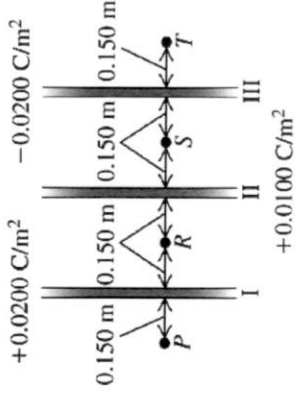
1. (a) Positiivisesti varattua lasisauvaa pidetään ohuen, nettovaraukseltaan neutraalin, alumiinifoliopalan yläpuolella (ks. kuva). Mitä foliolla tapahtuu? Käytä selityksen apuna sekä tekstiä että kuvia (5p).



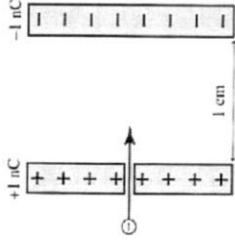
- (b) Laske $+1 \text{ nC}$:n varauksen vaikuttava voima. Muista esittää suuruus ja suunta (tai esitä vastauksesi yksinkertaisesti vektorimuodossa) (5p).



2. Kolmella samansuuntaisella laajalla eristelevyllä on tasaiset pintavaraustiheydet $\eta_1 = +0.02 \text{ C/m}^2$, $\eta_2 = +0.01 \text{ C/m}^2$ ja $\eta_3 = -0.02 \text{ C/m}^2$ (kuvan levyt I, II ja III). Vierekkäisten levyjen etäisyydet toisistaan ovat 0.3 m . Laske varaustasojen synnyttämä kokonaissähkökenttä (suuruus ja suunta) kuvan pisteissä P, R, S ja T, joiden etäisyydet levyistä on ilmaistu kuvassa. (10p)



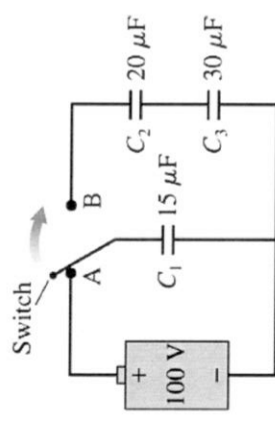
3. Levykondensaattorin muodostaa kaksi 10×10 cm levyä, jotka on asetettu 1 cm etäisyydelle toisistaan (voit olettaa levyjen välimatkan pieneksi verrattuna pinta-alaan). Levyt varataan ± 1 nC:n varaukseen. Positiivisesti varatun levyn keskipisteeseen porataan pieni reikä, jonka läpi ammutaan elektroni kohti negatiivista levyä (ks. kuva). Mikä on pienin mahdollinen nopeus, jolla elektroni pitää lähettää liikkeelle, jotta se pääsee negatiivisesti varatulle levyllä? (10p)



4. Umpinaisella eristepallolla, jonka säde R on 0.22 m, on sähkövarausta jakautuneena tasaisesti pallon koko tilavuuteen. Pallon varauksen synnyttämän sähkökentän voimakkuus etäisyydellä $R/2$ mitattuna pallon keskipisteestä on 955 V/m suuntautuen keskipisteestä poispäin.

- (a) Laske pallon kokonaisvaraus (6p).
 (b) Laske sähköstaattinen potentiaali etäisyydellä $R/2$ mitattuna pallon keskipisteestä (4p).

5. Paristo ($\varepsilon = 100$ V), kolme kondensaattoria ($C_1 = 15 \mu\text{F}$, $C_2 = 20 \mu\text{F}$ ja $C_3 = 30 \mu\text{F}$) ja kytkin (switch) on kytketty oheisen kaavion mukaisesti. Aluksi katkaisija on asennossa A ja kondensaattorit C_2 ja C_3 ovat varaamattomia. Sitten



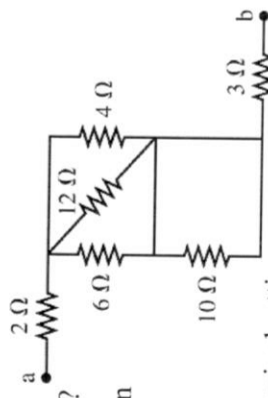
katkaisija käännetään asentoon B. Laske kunkin kondensaattorin varaus tila ja jännite käännon jälkeen. (10p)

6. Tarkastellaan oheista tasavirtapiiriä

(a) Mikä on pisteiden a ja b välinen (ekvivalentti)resistanssi (5p)?

(b) Laske $12\ \Omega$ vastuksessa kuluva teho kun pisteiden a ja b väliin kytketään paristo, jonka lähdejännite on 12 V (5p).

Jos et saanut 6 (a)-kohtaan vastausta, käytä 6 (b)-kohdassa ekvivalentti-resistanssin arvoa $10\ \Omega$.



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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$J = \sigma E \quad \rho = \frac{1}{\sigma} \quad R = \rho \frac{L}{A} \quad \Delta V_p = \mathcal{E} - I r$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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