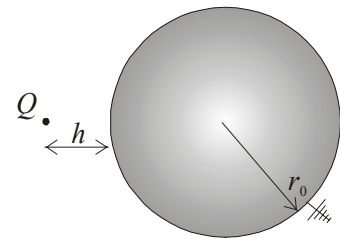
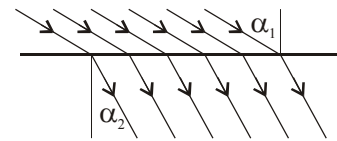


OSNOVE ELEKTROTEHNIKE I (UNI)
izpit, 5. februar 2007

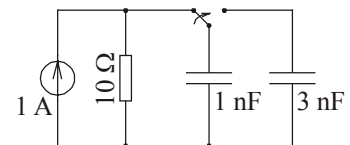
1. Majhen (prašni) delec z nabojem $Q = 10 \text{ nC}$ se nahaja na oddaljenosti $h = 5 \text{ cm}$ od površine ozemljene kovinske krogle polmera $r_0 = 10 \text{ cm}$. Izračunajte absolutno vrednost električne sile na ta delec.



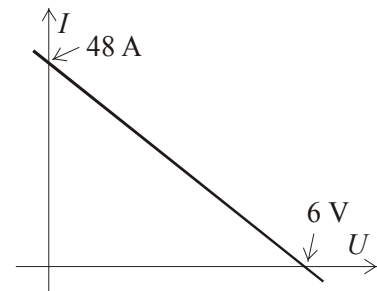
2. Ob ravni meji dveh izolantov oklepa smer homogenega električnega polja v prvem izolantu z normalo meje kot α_1 , v drugem izolantu pa kot α_2 . Izrazite razmerje gostot električnih energij v enem in drugem izolantu, $w_{e1} / w_{e2} = ?$



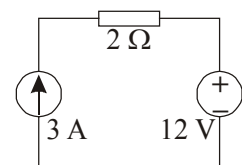
3. Razmik med ploščama desnega kondenzatorja je 1 mm . Kolikšna bo poljska jakost med ploščama tega kondenzatorja po preklopu stikala v desni položaj?



4. Aktivnemu dvopolnemu vezju smo izmerili njegovo $U-I$ karakteristiko. Kolikšno največjo moč bi zmoglo to vezje posredovati primerno izbranemu bremenu, ki bi ga priključili med njegovi sponki?



5. Izračunajte moč tokovnega generatorja.



$$\epsilon_0 = \frac{10^{-9}}{36\pi} \frac{\text{A s}}{\text{V m}}$$

Rešitve so objavljene na naslovu <http://torina.fe.uni-lj.si/oe>.

OSNOVE ELEKTROTEHNIKE I (UNI)
izpit, 5. februar 2007, rešitve

1. Postavitev naboja Q pred kroglo povzroči določen premik elektrine med zemljo in kroglo; krogla se s tem naelektri. Njen naboj učinkuje v prostor enako kot naboj $Q_1 = -Qr_0/(r_0 + h) = -2Q/3$, ki bi se nahajal v točki, ki je za ekscentričnost $e = r_0^2/(h + r_0) = (20/3)$ cm izmaknjena iz središča krogle proti naboju Q . Sila med nabojem Q in kroglo je potemtakem enaka sili med nabojema Q in Q_1 :

$$|F_c| = \frac{|QQ_1|}{4\pi\epsilon_0(h + r_0 - e)^2} \cong \underline{\underline{86,28 \mu\text{N}}}.$$

Opomba: Na naboj Q , ki je pred ozemljeno kroglo, deluje privlačna sila. Če bi bil potencial krogle drugačen ($\neq 0$), bi zagotovili ustrezen potencial površine krogle s postavitvijo dodatnega naboja Q_2 v središče krogle, ki bi imel vrednost $Q_2 = 4\pi\epsilon_0 r_0 V_{\text{krogle}}$; takrat bi bila odbojnost/privlačnost električne sile na delec z nabojem Q odvisna tudi od vrednosti potenciala krogle.

2. Upoštevamo enačbo za gostoto energije $w_e = \frac{1}{2}\epsilon E^2$, kjer je $E^2 = E_t^2 + E_n^2$, in mejna pogoja $E_{t1} = E_{t2}$ in $\epsilon_1 E_{n1} = \epsilon_2 E_{n2}$, iz katerih izhajajo, $\tan \alpha_1 : \tan \alpha_2 = \epsilon_1 : \epsilon_2$, pa dobimo:

$$\frac{w_{e1}}{w_{e2}} = \frac{\epsilon_1 E_1^2}{\epsilon_2 E_2^2} = \frac{\epsilon_1 E_{t1}^2 / \sin^2 \alpha_1}{\epsilon_2 E_{t2}^2 / \sin^2 \alpha_2} = \frac{\tan \alpha_1 \sin^2 \alpha_2}{\tan \alpha_2 \sin^2 \alpha_1} = \frac{\sin \alpha_2 \cos \alpha_2}{\sin \alpha_1 \cos \alpha_1} = \underline{\underline{\frac{\sin 2\alpha_2}{\sin 2\alpha_1}}}.$$

3. Pred preklopom stikala ima levi kondenzator naboja $\pm Q = \pm 1 \text{ nF} \cdot (1 \text{ A} \cdot 10 \Omega) = \pm 10 \text{ nC}$. Po preklopu se naboja razdelita med oba kondenzatorja; napetost kondenzatorjev je $U = \frac{10 \text{ nC}}{1 \text{ nF} + 3 \text{ nF}} = 2,5 \text{ V}$. Če je

razmik med ploščama kondenzatorja 1 mm, potem je električna poljska jakost $E = \frac{2,5 \text{ V}}{1 \text{ mm}} = \underline{\underline{2,5 \text{ kV/m}}}$.

4. Vezje lahko ponazorimo kot realni napetostni (oziroma Theveninov) vir z napetostjo odprtih sponk $U_o = U_g = 6 \text{ V}$ in tokom kratkega stika $I_k = 48 \text{ A}$, od koder sledi notranja upornost nadomestnega vira, $R_n = 6/48 \Omega = 0,125 \Omega$. Največjo (oz. maksimalno) moč posreduje vir bremenu takrat, ko je upornost bremena enaka notranji upornosti vira: $P_{b,\text{max}} = U_g^2 / 4R_n = \underline{\underline{72 \text{ W}}}$.

5. Napetost na upor je določena s tokom v zanki: $3 \text{ A} \cdot 2 \Omega = 6 \text{ V}$. Napetost med sponkama tokovnega generatorja je (po II. Kirchoffovovem zakonu) enaka 18 V, njegova moč pa je zato $18 \text{ V} \cdot 3 \text{ A} = \underline{\underline{54 \text{ W}}}$.

Opomba: napetostni vir deluje v porabniškem načinu. V skladu s Tellegenovim stavkom velja $18 \text{ V} \cdot 3 \text{ A} = (3 \text{ A})^2 \cdot 2 \Omega + 3 \text{ A} \cdot 12 \text{ V}$. Primer takega vezja bi bil v praksi akumulator (napetostni vir), ki je priključen na polnilec (tokovni vir).