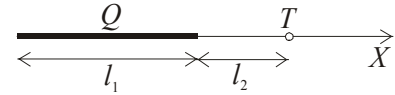


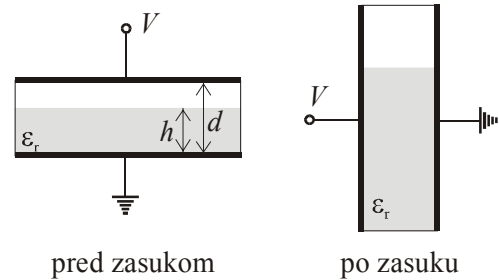
OSNOVE ELEKTROTEHNIKE I (UNI)
izpit, 7. junij 2006

1. Ravna tanka žica dolžine $l_1 = 2$ m je naelektrena z nabojem $Q = 50$ nC. Privzemite enakomerno porazdelitev naboja in izračunajte potencial v točki T , ki je od desnega konca žice oddaljena za $l_2 = 1$ m.

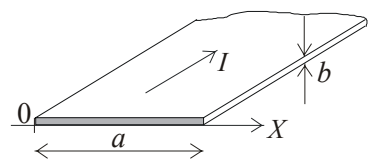


2. Dvovod oblikujeta vzporedna vodnika premera 15 mm in medosne oddaljenosti 39 mm. Med njiju je priključen vir napetosti 3 kV. Izračunajte iznos največje absolutne vrednosti vektorja električne poljske jakosti v polju dvovoda.

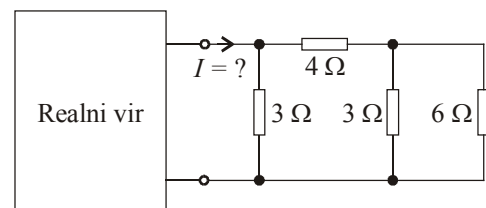
3. Med okovinjenim dnom in okovinjenim stropom izolirne posode je priključena električna napetost. V posodi je olje relativne dielektričnosti $\epsilon_r = 10$, ki sega do višine $h = 2d/3$. Za koliko odstotkov se spremeni električna poljska jakost v olju, ko posodo zasujemo za 90° ?



1. Tračni vodnik širine a in debeline b vodi tok I . Specifična električna prevodnost traku je neenakomerna in podana s funkcijo $\gamma(x) = \gamma_0 e^{x/a}$. Določite porazdelitev tokovne gostote $J(x)$ v traku.



2. Na realni vir, ki ima napetost odprtih sponk 12 V in tok kratkega stika 30 A, priključimo vezje uporov. Določite tok I skozi sponki vira.



OSNOVE ELEKTROTEHNIKE I (UNI) izpit, 7. junij 2006; rešitve

1. Diferencial naboja, $dQ = (Q/l_1)dx$, ležeč na oddaljenosti x od levega konca žice, določa v točki T diferencial potenciala, $dV(T)$, celoten naboj (Q) žice pa potencial $V(T)$: odvečen medvrstični presledek

$$dV(T) = \frac{dQ}{4\pi\epsilon_0(l_1 + l_2 - x)} \Rightarrow V(T) = \int dV(T) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 l_1} \int_0^{l_1} \frac{dx}{l_1 + l_2 - x} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 l_1} \ln \frac{l_1 + l_2}{l_2} \cong \underline{\underline{247 \text{ V}}}.$$

2. Električno polje ob vodnikih dvovoda določata nadomestna prema naboja, ki sta iz geometrijskih osi izmaknjena za ekscentričnost $e = (d/2) - \sqrt{(d/2)^2 - r_0^2} = 1,5 \text{ mm}$. Absolutna vrednost poljske jakosti je največja v točkah ob vodnikih, ki sta si najbližji, ki sta na oddaljenosti $d - 2r_0 = 24 \text{ mm}$.

Najprej določimo naboja $\pm q$ vodnikov; dobimo ju iz zapisa napetosti med valjema (morda kar med točkama, v katerih je absolutna vrednost poljske jakosti največja):

$$U = \frac{q}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{d - r_0 - e}{r_0 - e} - \frac{q}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{r_0 - e}{d - r_0 - e} = \frac{q}{\pi\epsilon_0} \ln \frac{d - r_0 - e}{r_0 - e} = \frac{q}{\pi\epsilon_0} \ln 5 \Rightarrow \frac{q}{\pi\epsilon_0} = U / \ln 5.$$

Iskana absolutna vrednost je v obeh točkah enaka:

$$|E_{\text{sup.}}| = \frac{q}{2\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_0 - e} + \frac{1}{d - r_0 - e} \right) = \frac{3000 \text{ V}}{2 \ln 5} \left(\frac{1}{6 \text{ mm}} + \frac{1}{30 \text{ mm}} \right) \cong \underline{\underline{186 \text{ kV/m}}}.$$

3. V prvotni legi je smer električnega polja pravokotna na mejo olje-zrak. Za jakosti v zraku (E_z) in olju (E_o) velja mejni pogoj: $E_z = \epsilon_r E_o$. Iz napetosti $V = E_o h + E_z (d - h) = E_o (h + \epsilon_r (d - h))$ izrazimo poljsko jakost v olju: $E_o = V / (h + \epsilon_r (d - h))$. Po zasuku posode sta poljski jakosti v zraku in olju enaki (saj je polje vzporedno z mejo olje-zrak) in določeni s količnikom $E = V / d$. Spremembo

električne poljske jakosti določa kvocient $\eta = \frac{E - E_o}{E_o} = \underline{\underline{300 \%}}$.

4. Vodnik moremo razumeti kot niz vzporednih niti diferencialnega prereza, vzdolž katerih je napetost in s tem tudi vzdolžna komponenta E vektorja poljske jakosti enaka. Vzdolžna komponenta gostote toka v traku je $J(x) = \gamma(x)E$, tok I pa je enak njenemu integralu po prerezu traku:

$$I = b \int_0^a J(x) dx = \gamma_0 E b \int_0^a e^{x/a} dx = (e - 1) E \gamma_0 a b.$$

Od tu sledita jakost E in gostota J :

$$E = \frac{I}{(e - 1) \gamma_0 a b} \Rightarrow J(x) = \frac{I}{(e - 1) a b} e^{x/a}.$$

5. Notranja upornost vira je enaka kvocientu napetosti odprtih sponk in toka kratkega stika:

$$R_{\text{not.}} = 12 \text{ V} / (30 \text{ A}) = 0,4 \Omega. \text{ Nadomestna upornost vezja uporov je}$$

$$R_{\text{nad.}} = 3 \Omega \parallel (4 \Omega + 3 \Omega) \parallel 6 \Omega = 2 \Omega. \text{ Tok skozi sponki vira določa kvocient napetosti odprtih sponk}$$

$$\text{vira in vsote notranje in nadomestne upornosti: } I = \frac{12 \text{ V}}{0,4 \Omega + 2 \Omega} = \underline{\underline{5 \text{ A}}}.$$