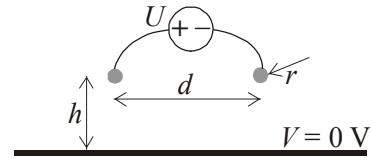


OSNOVE ELEKTROTEHNIKE I (VSŠ)
izpit, 26. januar 2007

1. Določite polmer zunanje lupine sferičnega kondenzatorja, da bo pri pritisnjeni napetosti $U = 50 \text{ kV}$ med lupinama električna poljska jakost ob notranji lupini enaka 1 MV/m . Polmer notranje lupine je 15 cm .

2. Vodnika simetričnega dvovoda dolžine 5 m ležita vzporedno nad ozemljeno prevodno ploščo. Med njiju je priključen vir napetosti $U = 400 \text{ V}$. Izračunajte naboja na vodnikih. ($h = 3 \text{ cm}$, $d = 6 \text{ cm}$, $r = 2 \text{ mm}$)



3. Dva enaka vzporedno vezana zračna ploščna kondenzatorja predhodno naelektrimo (priključimo na vir in odključimo). Za koliko procentov se spremeni akumulacija električne energije v polju obeh kondenzatorjev skupaj, ko enega od njiju v celoti potopimo v olje relativne dielektričnosti 3 ?
4. Dva akumulatorja z napetostima odprtih sponk $U_{o1} = U_{o2} = 12 \text{ V}$ in notranjima upornostima $R_1 = 0,3 \Omega$ in $R_2 = 0,6 \Omega$ vezemo vzporedno. Določite Nortonovo nadomestno vezje tako sestavljenega vira.
5. Na voljo imamo grelna ploščo z dvema uporovnim spiralama upornosti $R_A = 30 \Omega$ in $R_B = 60 \Omega$, napajanje z napetostjo $U = 180 \text{ V}$ in pretikalo, ki omogoča štiri možne vezave spiral na napajanje (1) samo prva, 2) samo druga spirala, 3) zaporedna in 4) vzporedna vezava spiral); s tem pa tudi štiri moči grelne plošče. Kolikšne so posamezne moči grelne plošče?

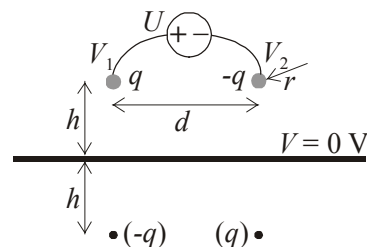
OSNOVE ELEKTROTEHNIKE I (VSŠ)
izpit, 26. januar 2007
REŠITVE

1. Električno poljsko jakost ob notranji lupini in polmer notranje lupine določa naboj na notranji lupini kondenzatorja: $E_0 = Q/4\pi\epsilon_0 r_0^2 \Rightarrow Q = 4\pi\epsilon_0 E_0 r_0^2$. Integracija polja med lupinama da napetost:

$$U = \int_{r_1}^{r_2} E(r) dr = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r^2} = E_0 r_1^2 \left[\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right] = 50 \text{ kV},$$

iz katere določimo polmer zunanje krogle $r_2 \cong 22,5 \text{ cm}$.

2. Glede na priključitev vira sta vzdolžni gostoti nabojev na vodnikih enakih absolutnih vrednosti, vendar nasprotnih predznakov, ($\pm ql$). Polje naboja ozemljene prevodne plošče določata polji zrcalnih nabojev ($\pm q$). Naboja $Q_{1,2} = \pm ql$ vodnikov (dolžine $l = 5 \text{ m}$) določa napetost vira, ki je enaka razliki potencialov vodnikov: $U = V_1 - V_2$. Njiju zapišemo kot vsoto prispevkov dveh parov nabojev:



$$V_1 = \frac{q}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{d}{r} + \frac{q}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{2h}{\sqrt{(2h)^2 + d^2}} = \frac{q}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{2hd}{r\sqrt{(2h)^2 + d^2}}$$

$$V_2 = \frac{q}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{r}{d} + \frac{q}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{\sqrt{(2h)^2 + d^2}}{2h} = \frac{q}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{r\sqrt{(2h)^2 + d^2}}{2hd} = -V_1$$

$$U = V_1 - V_2 = 2V_1 = \frac{q}{\pi\epsilon_0} \ln \frac{2hd}{r\sqrt{(2h)^2 + d^2}} \Rightarrow Q_{1,2} = \pm ql = \pm \frac{\pi\epsilon_0 l U}{\ln \left(2hd / r\sqrt{(2h)^2 + d^2} \right)} \cong \pm 18,2 \text{ nC}.$$

3. Pred potopitvijo enega kondenzatorja v olje je naboj na obeh skupaj Q , skupna kapacitivnost pa $2C$. Električna energija v sistemu je $W_{e1} = 0,5 \frac{Q^2}{2C}$. Po potopitvi se kapacitivnost

potopljenega poveča trikrat, skupna kapacitivnost pa je zato $4C$. Nova energija v sistemu je

$$W_{e2} = 0,5 \frac{Q^2}{4C}. \text{ Odstotek spremembe akumulirane energije je } \frac{W_{e2} - W_{e1}}{W_{e1}} \cdot 100\% = -50\%.$$

4. Če akumulatorja vežemo vzporedno, je napetost odprtih sponk še vedno

$$U_o = U_{o1} = U_{o2} = 12 \text{ V}, \text{ notranja upornost pa je } R_{\text{not.}} = R_1 \parallel R_2 = 0,3 \Omega \parallel 0,6 \Omega = 0,2 \Omega. \text{ Tok}$$

kratkega stika takšnega vira je $I_k = U_o / R_{\text{not.}} = 60 \text{ A}$. Nortonovo nadomestno vezje

sestavljenega vira oblikujeta tokovni vir s tokom 60 A in vzporedni upornik upornosti $0,2 \Omega$.

5. Pretikalo omogoča štiri stike spiralnih uporov grela na napajalno napetost: 1) samo prva, 2) samo druga spirala, 3) zaporedna in 4) vzporedna vezava spiral. Nadomestne upornosti so po vrsti: $R_1 = 30 \Omega, R_2 = 60 \Omega, R_3 = 90 \Omega$ in $R_4 = 20 \Omega$. Posamezne moči sledijo iz formule:

$$P_k = U^2 / R_k \text{ in so } P_1 = 1080 \text{ W}, P_2 = 540 \text{ W}, P_3 = 360 \text{ W in } P_4 = 1620 \text{ W}.$$