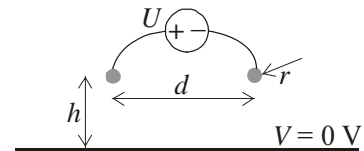


OSNOVE ELEKTROTEHNIKE I (VSŠ)
izpit, 16. marec 2009

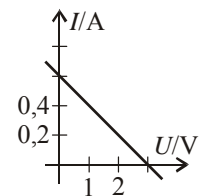
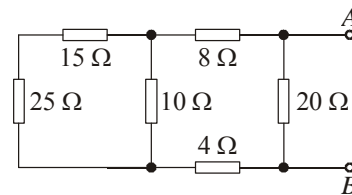
1. Določite polmer zunanje lupine sferičnega kondenzatorja, da bo pri pritisnjeni napetosti $U = 20 \text{ kV}$ med lupinama električna poljska jakost ob notranji lupini enaka 1 MV/m . Polmer notranje lupine je 10 cm .

2. Vodnika simetričnega dvovoda dolžine 10 m ležita vzporedno nad ozemljeno prevodno ploščo. Med njiju je priključen vir napetosti $U = 5 \text{ kV}$. 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 odklopimo). Za koliko procentov se spremeni akumulacija električne energije v polju obeh kondenzatorjev skupaj, ko enega od njiju v celoti potopimo v olje relativne dielektričnosti 5 ?

4. Določite napetost na sestavljenem bremenu med sponkama A in B , če med njiju priklopimo vir z dano karakteristiko.



5. Na voljo imamo grelna ploščo z dvema uporovnima spiralama upornosti $R_A = 20 \Omega$ in $R_B = 80 \Omega$, napajanje z napetostjo $U = 160 \text{ V}$ in pretikalno, 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 (VSS)

izpit, 16. marec 2009

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:

$$U = \int_{r_1}^{r_2} E(r) dr = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r^2} = E_0 r_1^2 \left[\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right] = 20 \text{ kV},$$

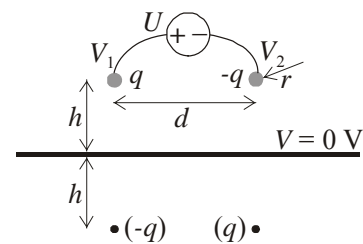
iz katere določimo polmer zunanje krogle $r_2 \cong 12,5 \text{ cm}$.

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 $l = 10 \text{ m}$) določa napetost vira, ki je enaka razliki potencialov vodnikov: $U = V_1 - V_2$. Njiju zapišemo kot vsoto prispevkov dveh parov nabojev:

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

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

$$U = V_1 - V_2 = 2V_1 = \frac{q}{\pi\epsilon_0} \ln \frac{2hd}{r\sqrt{(2h)^2 + d^2}} \Rightarrow Q_{1,2} = \pm ql = \pm \frac{\pi\epsilon_0 l U}{\ln(2hd/r\sqrt{(2h)^2 + d^2})} \cong \pm 455 \text{ nC}.$$



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 petkrat, skupna kapacitivnost pa je zato $6C$. Nova energija v sistemu je

$$W_{e2} = 0,5 \frac{Q^2}{6C}. \text{ Odstotek spremembe akumulirane energije je } \frac{W_{e2} - W_{e1}}{W_{e1}} \cdot 100\% = \underline{\underline{-66,6\%}}.$$

4. Iz karakteristike realnega napetostnega vira določimo napetost odprtih sponk, tok kratkega stika in notranjo upornost vira:

$$U_o = 3 \text{ V}, I_k = 0,6 \text{ A} \Rightarrow R_{\text{not.}} = U_o / I_k = 5 \Omega.$$

Izračunamo še nadomestno upornost bremena med sponkama A in B:

$$R_{\text{nad.}} = ((15 \Omega + 25 \Omega) \parallel 10 \Omega + 8 \Omega + 4 \Omega) \parallel 20 \Omega = 10 \Omega.$$

Napetost na bremenu med tema sponkama je:

$$U = \frac{U_o}{R_{\text{nad.}} + R_{\text{not.}}} R_{\text{not.}} = \frac{3 \text{ V}}{10 \Omega + 5 \Omega} 10 \Omega = \underline{\underline{2 \text{ V}}}.$$

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: $R_1 = 20 \Omega$, $R_2 = 80 \Omega$, $R_3 = 100 \Omega$ in $R_4 = 16 \Omega$. Posamezne moči sledijo iz formule: $P_k = U^2 / R_k$ in so $P_1 = 1280 \text{ W}$, $P_2 = 320 \text{ W}$, $P_3 = 256 \text{ W}$ in $P_4 = 1600 \text{ W}$.