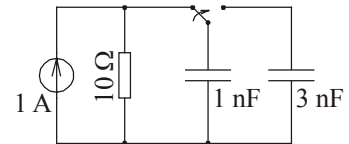


OSNOVE ELEKTROTEHNIKE I (UNI)
izpit, 24. januar 2006

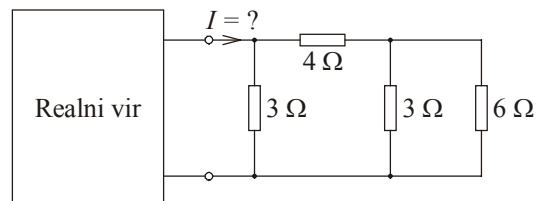
1. V ravnini $z=0$ je v točki $T_1(0, 0)$ naboj $Q_1 = 10 \text{ nC}$, v točki $T_2(0, 1 \text{ cm})$ pa naboj $Q_2 = -10 \text{ nC}$. Izračunajte vektor električne poljske jakosti \mathbf{E} v točki $T_3(1 \text{ cm}, 1 \text{ cm})$.

2. Zračni dvovod oblikujeta dva vzporedna vodnika polmera $a = 1 \text{ cm}$, dolžine $l = 10 \text{ m}$ in medosne razdalje $d = 40 \text{ cm}$, ki se nahajata vzporedno nad razsežno kovinsko ploščo na višini $h = 100 \text{ cm}$. Izračunajte kapacitivnost dvovoda.

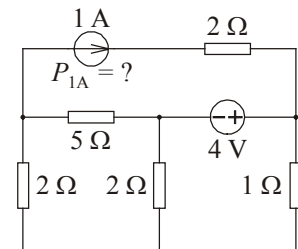
3. Razmik med ploščama desnega kondenzatorja je 1 mm . Kolikšna bo poljska jakost med ploščama desnega kondenzatorja po preklopu stikala v desni položaj?



4. Realen enosmerni vir ima napetost odprtih sponk 4 V in tok kratkega stika $0,5 \text{ A}$. Določite tok I skozi sponki vira, ko na vir priključimo narisano uporovno vezje?



5. Izračunajte moč tokovnega vira.



$$\epsilon_0 \approx \frac{10^{-9}}{36\pi} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$$

OSNOVE ELEKTROTEHNIKE I (UNI)
izpit, 24. januar 2006, rešitve

1. Iskan vektor poljske jakosti je enak vsoti vektorjev \mathbf{E}_1 in \mathbf{E}_2 :

$$\mathbf{E}_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{(\mathbf{r}_3 - \mathbf{r}_1)}{|\mathbf{r}_3 - \mathbf{r}_1|^3} Q_1 \cong 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Vm}}{\text{C}} \cdot \frac{((1-0) \text{ cm}, (1-0) \text{ cm})}{|(1-0) \text{ cm}, (1-0) \text{ cm}|^3} \cdot 10^{-8} \text{ C} \cong (318, 318) \text{ kV/m},$$

$$\mathbf{E}_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{(\mathbf{r}_3 - \mathbf{r}_2)}{|\mathbf{r}_3 - \mathbf{r}_2|^3} Q_2 \cong 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Vm}}{\text{C}} \cdot \frac{((1-0) \text{ cm}, (1-1) \text{ cm})}{|(1-0) \text{ cm}, (1-1) \text{ cm}|^3} \cdot (-10^{-8} \text{ C}) \cong (-900, 0) \text{ kV/m}.$$

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_1 + \mathbf{E}_2 \cong (318, 318) \text{ kV/m} + (-900, 0) \text{ kV/m} = \underline{\underline{(-582, 318) \text{ kV/m}}}.$$

2. Naj sta vodnika naelektrena z nabojeja $\pm Q$. Električno polje med vodnikoma in podlago določajo štirje premi naboji gostot $\pm Q/l$: dva v osi vodnikov in dva v zrcalnih legah. Potenciala levega in desnega vodnika določajo srednje oddaljenosti nabojev do površin vodnikov; zaradi simetrije velja:

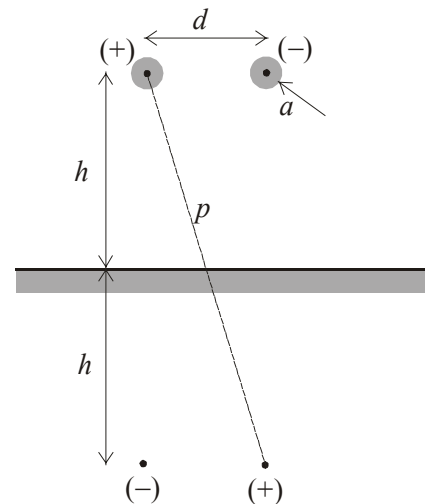
$$V_{\text{levi}} = -V_{\text{desni}} = \frac{Q/l}{2\pi\epsilon_0} \cdot \ln \frac{2h}{a} + \frac{Q/l}{2\pi\epsilon_0} \cdot \ln \frac{d}{p} = \frac{Q/l}{2\pi\epsilon_0} \cdot \ln \frac{2hd}{ap}.$$

Napetost U med vodnikoma je

$$U = V_{\text{levi}} - V_{\text{desni}} = 2V_{\text{levi}} = \frac{Q/l}{\pi\epsilon_0} \cdot \ln \frac{2hd}{ap}.$$

Od tu sledi kapacitivnost:

$$C = Q/U = \frac{\pi\epsilon_0 l}{\ln \frac{2hd}{ap}} = \frac{\pi\epsilon_0 l}{\ln \frac{2hd}{a\sqrt{4h^2 + d^2}}} = \underline{\underline{75,7 \text{ pF}}}.$$



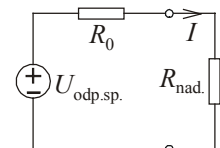
3. Pred preklopom stikala je napetost levega kondenzatorja enaka napetosti odprtih sponk vira, $U_0 = (10 \Omega) \cdot (1 \text{ A}) = 10 \text{ V}$, elektrina na njem pa je $Q_0 = U_0 \cdot 1 \text{ nF} = 10 \text{ nC}$. Po preklopu stikala sta napetosti kondenzatorjev enaki; označimo ju U . Celotna elektrina na zgornjih ploščah kondenzatorjev po preklopu je enaka celotni pred preklopom: $Q_{\text{lev.}} + Q_{\text{des.}} = Q_0 \Rightarrow (1 \text{ nF} + 3 \text{ nF}) \cdot U = 10 \text{ nC}$. Od tu je $U = 2,5 \text{ V}$. Poljska jakost med ploščama desnega kondenzatorja je $E_{\text{des.}} = U/1 \text{ mm} = \underline{\underline{2,5 \text{ kV/m}}}$.

4. Notranja upornost vira je: $R_0 = U_{\text{odp.sp.}} / I_{\text{krat.st.}} = 8 \Omega$. Tok I skozi sponki vira je

odvisen tudi od nadomestne upornosti $R_{\text{nad.}}$ uporovnega vezja: $I = \frac{U_{\text{odp.sp.}}}{R_0 + R_{\text{nad.}}}$.

Nadomestno upornost določimo z upoštevanjem vzporednih in zaporednih vezav:

$$R_{\text{nad.}} = 3 \Omega \parallel (4 \Omega + (3 \Omega \parallel 6 \Omega)) = 2 \Omega. \text{ Tok } I \text{ je enak: } I = \frac{4 \text{ V}}{8 \Omega + 2 \Omega} = \underline{\underline{0,4 \text{ A}}}.$$



5. Izberimo metodo spojiščnih potencialov; referenčno naj je srednje spojišče. Zaradi idealnosti virov sta potenciala desnega in zgornjega spojišča znana. Potenciala spojišč A in B določimo na podlagi zapisa I. Kirchhoffovega zakona za ti spojišči:

$$\left. \begin{aligned} 1 \text{ A} + \frac{V_A}{5 \Omega} + \frac{V_A - V_B}{2 \Omega} &= 0 \\ \frac{V_B - V_A}{2 \Omega} + \frac{V_B}{2 \Omega} + \frac{V_B - 4 \text{ V}}{1 \Omega} &= 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow V_A = 0, V_B = 2 \text{ V}.$$

Moč tokovnega vira je enaka produktu njegove napetosti in toka:

$$P_{1A} = (6 \text{ V} - V_A) \cdot 1 \text{ A} = \underline{\underline{6 \text{ W}}}.$$

