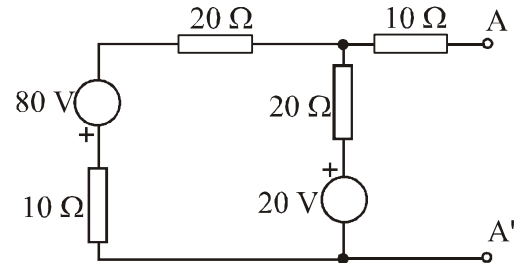


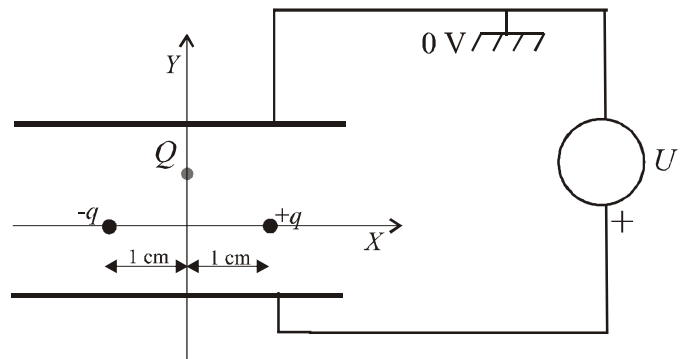
## OSNOVE ELEKTROTEHNIKE I (VŠŠ)

Izpit, 2. 9. 2008

1. Določite Nortonovo nadomestno vezje med sponkama A in A'.

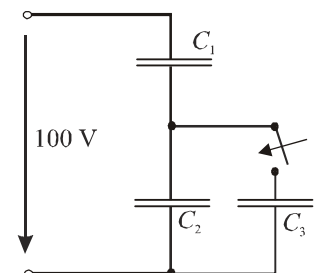


2. Med ravnima ploščama, razmaknjenima za 3 cm (ploščni kondenzator), je napetost  $U = 1000$  V. V točki  $(0, 1, 0)$  cm se nahaja kapljica z nabojem  $Q = 2 \cdot 10^{-9}$  C. Poleg tega sta vzporedno z osjo Z (usmerjena »ven« iz lista) med ploščama še nitki z linijsko gostoto naboja  $q = \pm 5 \cdot 10^{-9}$  As/m. Določite vektor sile na kapljico, pri čemer zanemarite silo težnosti in zrcaljenje nabojev.



3. Ravnina  $Y = 0$  predstavlja mejo dveh dielektrikov. V prostoru  $Y > 0$  je vektor električne poljske jakosti  $\vec{E}_1 = (2, 1, 5) \frac{\text{kV}}{\text{m}}$  in  $\epsilon_1 = 6$ . V prostoru  $Y < 0$  je  $\epsilon_2 = 2$ . Določite električno poljsko jakost in gostoto električne energije v prostoru  $Y < 0$ . Na meji med dielektrikoma ni prostega naboja.
4. Na ploščni zračni kondenzator s površino plošče  $A = 10 \text{ cm}^2$  in razmakom med ploščama  $d = 1 \text{ cm}$  priključimo napetost 100 V. Kolikšna je sprememba napetosti na kondenzatorju, če vir odklopimo in v kondenzator vložimo dielektrični listič debeline  $a = 0,5 \text{ cm}$  z  $\epsilon_r = 4$ ?

5. Dva zaporedno vezana kondenzatorja kapacitivnosti  $C_1 = 10 \text{ pF}$  in  $C_2 = 40 \text{ pF}$  priključimo na enosmerni napetostni vir napetosti 100 V. Nato vir odklopimo in kondenzatorju  $C_2$  vzporedno priključimo še kondenzator  $C_3 = 40 \text{ pF}$ . Kolikšna je napetost na skupni vezavi kondenzatorjev?



## OSNOVE ELEKTROTEHNIKE I (VŠŠ)

Izpit, 2. 9. 2008, rešitve

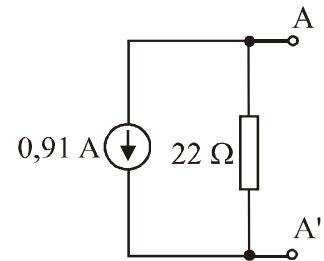
1. Vezje med sponkama A in A' nadomestimo z Nortonovim virom, sestavljenim iz nadomestne (notranje) upornosti med sponkama A in A' pri deaktiviranih virih:

$$R_N = (10 \Omega + 20 \Omega) \parallel 20 \Omega + 10 \Omega = \underline{\underline{22 \Omega}} \text{ in tokom kratkega stika}$$

med sponkama A in A', ki ga določimo preko Theveninove napetosti odprtih sponk med A in A':

$$U_T = 20 \text{ V} - \frac{80 \text{ V} + 20 \text{ V}}{10 \Omega + 20 \Omega + 20 \Omega} 20 \Omega = -20 \text{ V}.$$

$$\text{Tako dobimo } I_N = \frac{U_T}{R_N} \cong \underline{\underline{-0,91 \text{ A}}}.$$



2. Določimo električno poljsko jakost na mestu naboja  $Q$  in izračunamo silo nanj  $\vec{F} = Q\vec{E}$ :

$$\vec{E}_U = \vec{e}_y \frac{U}{d}, \quad \vec{E}_q = 2 \left( -\vec{e}_x \frac{q}{2\pi\epsilon_0 \sqrt{2}10^{-2} \text{ m}} \frac{\sqrt{2}}{2} \right); \quad \vec{E} = \vec{E}_U + \vec{E}_q \cong (\vec{e}_y 33,33 - \vec{e}_x 8,99) \frac{\text{kV}}{\text{m}}$$

$$\vec{F} = Q\vec{E} \cong (\vec{e}_y 66,66 - \vec{e}_x 17,98) \mu\text{N}.$$

3.  $\vec{E}_2$  dobimo z upoštevanjem mejnih pogojev za normalno in tangencialno komponento polja. Iz  $D_{n2} = D_{n1}$  sledi  $2E_{y2} = 6 \cdot 1 \text{ kV/m}$ , iz  $E_{t2} = E_{t1}$  pa  $E_{x2} = E_{x1} = 2 \text{ kV/m}$  in

$$E_{z2} = E_{z1} = 5 \text{ kV/m}. \text{ Sledi } \vec{E}_2 = (\underline{\underline{2,3,5}}) \text{ kV/m}. \text{ Gostota električne energije je } w_e = \frac{1}{2} \epsilon E^2,$$

$$\text{od koder je } w_e (Y < 0) = \frac{1}{2} 2\epsilon_0 (2^2 + 3^2 + 5^2) (\text{kV/m})^2 \cong \underline{\underline{336 \mu\text{J}}}.$$

4. Po odklopu vira se na ploščah kondenzatorja nahaja naboj  $\pm Q_1$ , ki se ohrani tudi potem, ko med plošči vložimo dielektrični listič. Pred vložitvijo vzorca velja

$$Q_1 = C_1 U_1, \text{ kjer je } C_1 = \epsilon_0 \frac{A}{d}, \text{ po vložitvi pa se spremeni skupna kapacitivnost}$$

$$\frac{1}{C_2} = \frac{d-a}{\epsilon_0 A} + \frac{a}{\epsilon_r \epsilon_0 A}, \text{ prosti naboj pa ostane nespremenjen } Q_1 = Q_2. \text{ Sledi}$$

$$U_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{Q_1}{C_2} = \frac{C_1 U_1}{C_2} = \underline{\underline{160 \text{ V}}}. \text{ Sprememba napetosti je } \Delta U = U_2 - U_1 = \underline{\underline{60 \text{ V}}}.$$

5. Kapacitivnost zaporedno vezanih kondenzatorjev je  $C_{12} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{10 \text{ pF} \cdot 40 \text{ pF}}{10 \text{ pF} + 40 \text{ pF}} = 8 \text{ pF}$ , naboj

pa  $Q_{12} = 8 \text{ pF} \cdot 100 \text{ V} = 800 \text{ pC}$ . Po odklopu vira in priključitvi dodatnega kondenzatorja je

$$\text{skupna kapacitivnost kondenzatorjev } C_{123} = \frac{C_1 \cdot C_2 \parallel C_3}{C_1 + C_2 \parallel C_3} = \frac{10 \text{ pF} \cdot 80 \text{ pF}}{10 \text{ pF} + 80 \text{ pF}} = 8,88 \text{ pF}. \text{ Ker se skupni}$$

$$\text{naboj ohrani, je napetost na priključnih sponkah sedaj } U_{123} = \frac{Q_{12}}{C_{123}} = \frac{800 \text{ pC}}{8,88 \text{ pF}} = \underline{\underline{90 \text{ V}}}.$$