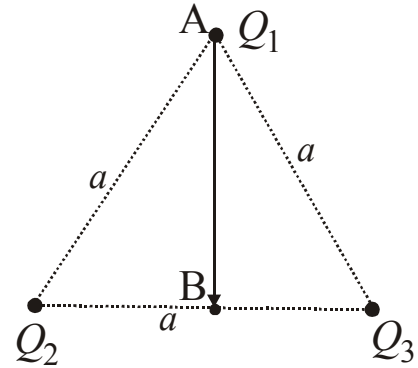


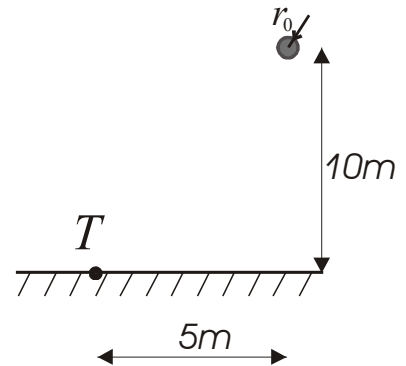
OSNOVE ELEKTROTEHNIKE I (UNI)

Izpit 1.2.2002

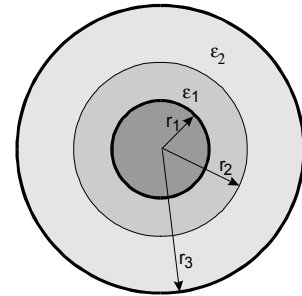
1. Koliko dela je potrebno vložiti oziroma se ga pridobi iz polja za premik točkaste elektrine Q_1 iz točke A v točko B? ($Q_2=Q_3=2 \mu\text{C}$, $Q_1=-2Q_2=-4 \mu\text{C}$, $a=1 \text{ cm}$)



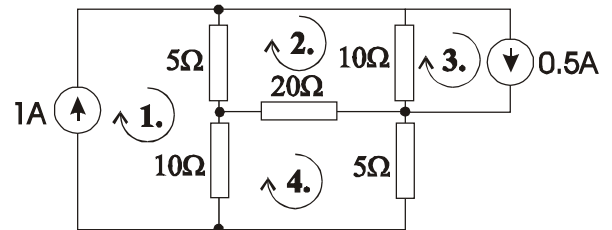
2. 10 m nad zemljo se nahaja naelektrena daljnovodna vrv polmera $r_0=1 \text{ cm}$. 5 m stran od navpičnice na zemlji (točka T) izmerimo električno poljsko jakost 500V/m . Kolikšna je napetost med vrvjo in zemljo?



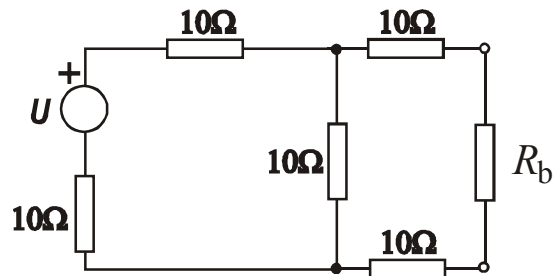
3. Določite napetost med žilo in plaščem koaksialnega kabla na sliki, pri kateri pride do preboja, če preboj nastopi v dielektriku z ϵ_1 ko je dosežena prebojna trdnost $E_{p1}=120 \text{ kV/m}$! ($\epsilon_1 = 4\epsilon_0$, $\epsilon_2 = 2\epsilon_0$, $r_1 = 0,5\text{cm}$, $r_2 = 1\text{cm}$, $r_3 = 2\text{cm}$)



4. S pomočjo zanke metode določite napetost na uporu 20Ω !



5. Kolikšna naj bo napetost U generatorja in upornost bremena R_b , da bo na bremenu maksimalna moč $P_{\text{max}}=30\text{W}$?



REŠITVE IZPITA IZ OSNOV ELEKTROTEHNIKE I (UNI), 1.2.2002

1. Določimo (potencialno) energijo sistema elektrin pred premikom in po premiku ter izračunamo razliko: (V_1 , V_2 in V_3 so potenciali na mestu elektrin Q_1 , Q_2 in Q_3 , ki jih določajo preostali naboji!)

$$W_A = \frac{1}{2}(Q_1V_1 + Q_2V_2 + Q_3V_3)$$

$$V_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{Q_2}{a} + \frac{Q_3}{a}\right), V_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{Q_1}{a} + \frac{Q_3}{a}\right), V_3 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{Q_1}{a} + \frac{Q_2}{a}\right)$$

$$W_A = \frac{1}{2} \frac{1}{4\pi\epsilon_0 a} (Q_1(Q_2 + Q_3) + Q_2(Q_1 + Q_3) + Q_3(Q_1 + Q_2)) = \frac{-8Q_2^2}{8\pi\epsilon_0 a}$$

$$W_B = \frac{-16Q_2^2}{8\pi\epsilon_0 a}$$

$$\Delta W = W_B - W_A = -\frac{Q_2^2}{\pi\epsilon_0 a} = \frac{-(2 \cdot 10^{-6} \text{ As})^2}{\pi \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot 10^{-2} \text{ m}} = \underline{\underline{-14,38 \text{ J}}}$$

Negativni rezultat pomeni, da Q_1 pridobi iz polja 14,38 J!

2. Zapišemo električno poljsko jakost na zemlji kot prispevek naboja na vrvi in njenega zrcalnega naboja in določimo naboj na vrvi. Nato izračunamo še potencial vrvi, ki je obenem tudi napetost med vrvjo in zemljo: (r je razdalja od žice do točke T , $h=5\text{m}$)

$$E_T = 2 \cdot \frac{q}{2\pi\epsilon_0 r} \cdot \frac{h}{r} = \frac{q \cdot h}{2\pi\epsilon_0 r^2} \Rightarrow \frac{q}{2\pi\epsilon_0} = \frac{E_T \cdot r^2}{2h} = \frac{500 \frac{\text{V}}{\text{m}} (5^2 + 10^2) \text{ m}^2}{2 \cdot 10 \text{ m}} = 3125 \text{ V}$$

$$V = -\frac{q}{2\pi\epsilon_0} \ln r_0 - \frac{-q}{2\pi\epsilon_0} \ln 2h = \frac{q}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{2h}{r_0} = 3125 \text{ V} \cdot \ln \frac{2 \cdot 10 \text{ m}}{10^{-2} \text{ m}} = \underline{\underline{23,8 \text{ kV}}}$$

3. Določimo prebojno napetost U_{preb} v primeru, da doseže el. polje maksimalno vrednost v prvem dielektriku

$$U_{\text{preb}} = \int_{r_1}^{r_2} E_1 \cdot dr + \int_{r_2}^{r_3} E_2 \cdot dr = \frac{q}{2\pi\epsilon_1} \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r} + \frac{q}{2\pi\epsilon_2} \int_{r_2}^{r_3} \frac{dr}{r} = \frac{q}{2\pi} \left(\frac{1}{\epsilon_1} \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{\epsilon_2} \ln \frac{r_3}{r_2} \right) \Rightarrow q$$

$$E_{1\text{max}} = \frac{q}{2\pi\epsilon_1 r_1} = \frac{U_{\text{preb}}}{\frac{1}{\epsilon_1} \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{\epsilon_2} \ln \frac{r_3}{r_2}} \cdot \frac{1}{\epsilon_1 r_1} \Rightarrow U_{\text{preb}} \approx \underline{\underline{1248 \text{ V}}}$$

4. Sistem znančnih enačb je:

$$\begin{cases} (5+10+20)J_2 - 5 \cdot 1 - 10 \cdot 0,5 - 20J_4 = 0 \\ (10+20+5)J_4 - 10 \cdot 1 - 20J_2 = 0 \end{cases}$$

$$35J_2 - 20J_4 = 10$$

$$-20J_2 + 35J_4 = 10$$

$$35J_2 - 20 \frac{10+20J_2}{35} = 10$$

$$J_2 = 0,667 \text{ A}, J_4 = 0,667 \text{ A}$$

$$U_{20\Omega} = \underline{\underline{0 \text{ V}}}$$

5. Določimo Theveninovo nadomestno vezje (napetost in upornost). Theveninova upornost mora biti enaka iskani upornosti, napetost vira pa dobimo iz izraza za maksimalno prenešeno moč ($R=10 \Omega$)

$$U_{\text{Th}} = R \cdot \frac{U}{3R} = \frac{U}{3}$$

$$R_{\text{Th}} = 2R + \frac{2R \cdot R}{2R + R} = \frac{8}{3}R$$

$$R_b = R_{\text{Th}} = \frac{8}{3}R = \underline{\underline{26,67 \Omega}}$$

$$P_{\text{max}} = \frac{U_{\text{Th}}^2}{4R_b} \Rightarrow U_{\text{Th}} = 2\sqrt{R_b P_{\text{max}}} = \frac{U}{3} \Rightarrow U = \underline{\underline{170 \text{ V}}}$$