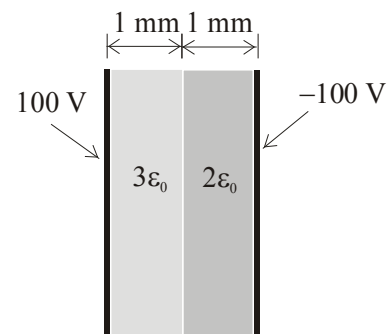


OSNOVE ELEKTROTEHNIKE I (UNI)
izpit, 2. julij 2009

1. Polmera žile in plašča koaksialnega kabla sta $a = 1$ cm in $b = 3$ cm, relativna dielektričnost izolacije med njima pa je $\epsilon_r = 2,8$. Kabel je priključen na napetost $U = 50$ kV. Izračunajte največjo vrednost poljske jakosti v kablu.
2. Vzporedni daljnovodni vrvi polmera 1 cm in dolžine 10 km sta obešeni na višini 6 m nad zemljo na medosni oddaljenosti 5 m. Kolikšna sta naboja $\pm Q$ na vrveh, ko je med njiju priključena napetost $U = 200$ kV?

3. Plošči ploščnega kondenzatorja priključimo na potenciala ± 100 V. Določite gostoto električne energije v desnem dielektriku.



4. Vzdlž 5 m dolgega bakrenega vodnika preseka 10 (mm)² se temperatura linearno spreminja. Na začetku vodnika je temperatura 0 °C, na koncu pa 100 °C. Specifična električna prevodnost in temperaturni koeficient bakra se nanašata na sobno temperaturo 20 °C in sta 56 MS/m oziroma $0,004$ K⁻¹. Kolikšna je električna upornost tega vodnika?
5. Breme spremenljive upornosti je vključeno v enosmerno linearno vezje. Ko je upornost bremena $1,6$ k Ω , je tok skozi njega 2 mA, ko je njegova upornost $3,6$ k Ω , pa je tok skozi njega 1 mA. Kolikšen je tok skozi breme, ko je moč na njem maksimalna?

OSNOVE ELEKTROTEHNIKE I (UNI)
izpit, 2. julij 2009, rešitve

1. Električno polje v koaksialnem kablu določa radialna komponenta poljske jakosti, ki upada obratno sorazmerno z oddaljenostjo od osi kabla: $E_\rho(\rho) = A\rho^{-1}$. Njen integral med žilo in plaščem ustreza

napetosti: $U = \int_a^b E_\rho(\rho) d\rho = A \ln(b/a) \Rightarrow A = U / \ln(b/a)$. Poljska jakost ima največjo vrednost ob žili: $E_\rho(a) = Aa^{-1} = U / (a \ln(b/a)) \cong \underline{\underline{4,55 \text{ MV/m}}}$.

2. Pri določanju polja nad zemljo moramo upoštevati naboja na vrveh in oba zrcalna naboja. Zaradi simetrije problema se potenciala vrvi razlikujeta le v predznaku: $V_Q = -V_{-Q} = U/2$. Potencial vrvi z

nabojem Q zapišemo takole: $V_Q = \frac{Q/10 \text{ km}}{2\pi\epsilon_0} \cdot \ln \frac{12 \text{ m} \cdot 5 \text{ m}}{0,01 \text{ m} \cdot 13 \text{ m}} = \frac{U}{2}$. Od tu sledita iskana naboja:

$$\pm Q = \pm \frac{\pi\epsilon_0 \cdot 10 \text{ km}}{\ln(60/0,13)} U \cong \underline{\underline{\pm 9,06 \text{ mC}}}$$

3. Glede na dana potenciala plošč je vektor poljske jakosti v dielektrikih usmerjena v desno; bodi to smer osi X . Polje je pravokotno na mejo dielektrikov in velja: $D_{1x} - D_{2x} = 2\epsilon_0 E_{1x} - 3\epsilon_0 E_{2x} = 0$. Iz napetosti med levo in desno ploščo ter zveze $E_{1x} \cdot 1 \text{ mm} + E_{2x} \cdot 1 \text{ mm} = (5/3)E_{1x} \cdot 1 \text{ mm} = 200 \text{ V}$ sledi $E_{1x} = 120 \text{ kV/m}$. Gostota električne energije v desnem dielektriku je: $w_e = \frac{1}{2} 2\epsilon_0 E_{1x}^2 \cong \underline{\underline{127 \text{ mJ/m}^3}}$.

4. Upornost vodnika zapišemo kot integral diferencialnih upornosti: $R = \int_0^l \frac{\rho(x) dx}{S} = \overline{\rho(x)} l / S$, kjer smo

z $\overline{\rho(x)}$ označili poprečno vrednost specifične električne upornosti na dolžini l tega vodnika. Ker je temperatura po dolžini linearno porazdeljena, je $\rho(x) = \rho_{20} (1 + \alpha(100x/l - 20) \text{ K})$. Njeno poprečje je enako specifični upornosti na polovici dolžine, kjer je temperatura $50 \text{ }^\circ\text{C}$, kar znese ravno $20 \text{ n}\Omega\text{m}$. Od tu je $R = \overline{\rho(x)} l / S = \underline{\underline{10 \text{ m}\Omega}}$.

5. Enosmerno linearno vezje modelirajmo z napetostnim virom napetosti U_g in zaporednim uporom upornosti R_g , vanj vključeno breme pa z uporom upornosti R_b . Iz napetostne enačbe zanke z virom in dvema uporoma sledi: $U_g = (R_g + R_b)I$. Vanjo vstavimo dani vrednosti upornosti bremena in toka:

$U_g = (R_g + 1,6 \text{ k}\Omega) \cdot 2 \text{ mA} = (R_g + 3,6 \text{ k}\Omega) \cdot 1 \text{ mA}$ in izračunamo notranjo upornost ter napetost vira: $R_g = 400 \text{ }\Omega$, $U_g = 4 \text{ V}$. Pri upornosti bremena, ki je enaka notranji upornosti vira, torej $400 \text{ }\Omega$, bo moč na njem maksimalna, tok skozenj pa enak $\underline{\underline{5 \text{ mA}}}$.