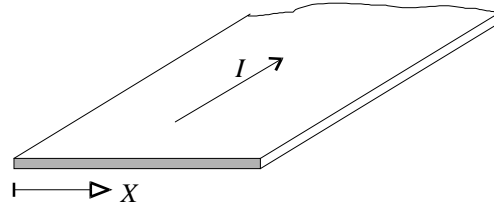


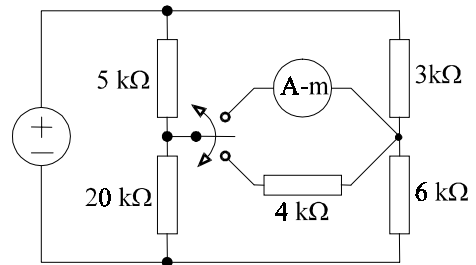
OSNOVE ELEKTROTEHNIKE I (UNI)
izpit, 24. januarja 2001

1. Točkast naboj z elektrino $Q = -1\mu\text{C}$ se nahaja na oddaljenosti 2 cm od ozemljene kovinske stene. Koliko dela opravi polje električnih sil, če dopuščamo, da se naboj približa steni na polovico začetne oddaljenosti?
2. Dve daljnovidni vrvi polmera 1 cm in dolžine 10 km sta obešeni ena nad drugo na višinah 5 in 10 m nad zemljo in oblikujeta dvovod. Izračunajte kapacitivnost takšnega dvovoda!
3. Med plošči nabitega (in nikamor priključenega) zračnega ploščnega kondenzatorja s poljem 300 kV/m in razmakom 2 mm med ploščama vstavimo izolacijski listič debeline 1 mm in relativne dielektričnosti 6. Izračunajte napetost med ploščama kondenzatorja!

4. Ploščati vodnik širine a in debeline b vodi tok I . Določite porazdelitev tokovne gostote $J(x)$, če je (zaradi temperaturnega gradienta med robovoma traku) specifična električna upornost nehomogena in podana z izrazom $\rho(x) = Ax + B$!



5. V zgornjem položaju stikala kaže A-meter ($R_A \cong 0\Omega$) tok 2 mA. Kolikšen bo tok skozi stikalo v spodnjem položaju? Napotek: Norton!



OSNOVE ELEKTROTEHNIKE I (UNI)
izpit, 24. januarja 2001, rešitve

1. Coulombovo silo na naboj Q pred ozemljeno prevodno steno določa njemu zrcalni naboj $-Q$; težnja te sile je naboj približati k steni. Če je naboj Q na oddaljenosti s od stene, potem je sila nanj enaka $F(s) = |Q|^2 / 4\pi\epsilon_0(2s)^2 = 2,25 \cdot 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{m}^2 / \text{s}^2$. Za premik $-ds$ opravi sila delo $dA = -F(s)ds$. Celotno delo je integral: $A = - \int_{0,02 \text{ m}}^{0,01 \text{ m}} F(s)ds = 0,1125 \text{ J}$.

2. Predpostavimo, da je dvovod naelektrjen z nabojema $\pm Q$; da je zgornja vrh naelektrjena z nabojem Q , spodnja pa z nasprotnim nabojem. Upoštevati moramo še oba zrcalna naboja. Potencial zgornje vrvi je $V_z = \frac{Q/10 \text{ km}}{2\pi\epsilon_0} \cdot \ln \frac{20 \text{ m} \cdot 5 \text{ m}}{0,01 \text{ m} \cdot 15 \text{ m}} = 18Q \cdot 10^5 \text{ F}^{-1} \cdot \ln \frac{2000}{3}$, potencial spodnje vrvi pa je $V_s = \frac{Q/10 \text{ km}}{2\pi\epsilon_0} \cdot \ln \frac{0,01 \text{ m} \cdot 15 \text{ m}}{10 \text{ m} \cdot 5 \text{ m}} = 18Q \cdot 10^5 \text{ F}^{-1} \cdot \ln \frac{3}{1000}$. Razlika potencialov je napetost $U = V_z - V_s = 18Q \cdot 10^5 \text{ F}^{-1} \cdot \ln \frac{2 \cdot 10^6}{9}$. Kvocient Q/U je kapacitivnost

$$C = \frac{10^{-5}}{18 \cdot \ln(2 \cdot 10^6 / 9)} \cong 45,13 \text{ nF}.$$

3. Polje v zračnem delu kondenzatorja ostaja nespremenjeno, saj polariziran listič zunaj sebe nima polja. V samem lističu je polje šestkrat šibkejše in znaša 50 kV/m . Celotna napetost med ploščama je vsota dveh: $U = 1 \text{ mm} \cdot 300 \text{ kV/m} + 1 \text{ mm} \cdot 50 \text{ kV/m} = 350 \text{ V}$.

4. Ploščati vodnik moremo razumeti kot neskončen niz vzporednih tokovnih nitk, v katerih je poljska jakost enaka; bodi enaka E . Tokovna gostota se nadalje izraža kot $J(x) = E / \rho(x)$.

Tok I je integral te gostote: $I = b \int_0^a J(x)dx = bE \int_0^a \frac{dx}{Ax+B} = \frac{bE}{A} \ln \frac{aA+B}{B}$. Od tu je konstanta

$$E = \frac{AI}{b \ln \frac{aA+B}{B}}, \text{ s tem pa tudi gostota sama: } J(x) = \frac{AI / \rho(x)}{b \ln \frac{aA+B}{B}} = \frac{AI / (Ax+B)}{b \ln \frac{aA+B}{B}}.$$

5. Tok, ki ga izmeri ampermeter, moremo razumeti kot kratkostični tok med zadevnima sponkama mostičnega vezja, torej kot tok Nortonovega nadomestnega vezja preostalega vezja. Notranja upornost preostalega vezja z vidika teh sponk (pri deaktiviranem napetostnem viru) pa je $5 \text{ k}\Omega \parallel 20 \text{ k}\Omega + 3 \text{ k}\Omega \parallel 6 \text{ k}\Omega = 4 \text{ k}\Omega + 2 \text{ k}\Omega = 6 \text{ k}\Omega$. V spodnjem položaju stikala se Nortonov tok razdeli na dva dela v obratnem razmerju vzporednih upornosti $6 \text{ k}\Omega$ in $4 \text{ k}\Omega$:

skozi štirikiloohmski upornik teče tok $\frac{6}{4+6} \cdot 2 \text{ mA} = 1,2 \text{ mA}$.