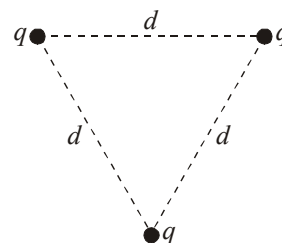


**OSNOVE ELEKTROTEHNIKE I (VSP)**  
**izpit, 4. junij 2003**

1. Tri vzporedne, osamljene, galvansko povezane daljnovodne vrvi v zraku oblikujejo trojček. Njihove debeline so dosti manjše od medosnih razdalj, ki so enake  $d$ . Izrazite absolutno vrednost električne sile na enoto dolžine ene od vrvi, če je dolžinska gostota naboja na vsaki vrvi enaka  $q$ !



2. Zračni ploščni kondenzator ima razmak med ploščama  $d$  in kapacitivnost  $C$ . Nato vstavimo vzporedno med plošči stekleno ploščo debeline  $d/2$  in električne susceptibilnosti  $\chi_e = 7$ . Za koliko odstotkov se bo povečala kapacitivnost kondenzatorja?
3. Med žici simetričnega zračnega dvovoda polmerov 6 mm in medosne razdalje 40 cm je priključena napetost 3 kV. Kolikšna je akumulirana energija v električnem polju dvovoda v dolžini 750 metrov? (ekscentričnost in vpliv zemlje zanemarimo)
4. Temperatura 10 metrov dolge bakrene žice se med začetkom in koncem povečuje linearno od  $-20\text{ }^\circ\text{C}$  do  $80\text{ }^\circ\text{C}$ . Za koliko odstotkov je upornost žice drugačna od tiste, pri enotni temperaturi  $30\text{ }^\circ\text{C}$  vzdolž cele žice? ( $\alpha_{\text{Cu}} = 0.004\text{ K}^{-1}$ )
5. Na voljo imamo dve žarnici moči 10 W in 5 W in enake nazivne napetosti 6 V ter dvanajstvoltni akumulator. Predlagajte vezavo žarnic in upora na akumulator, da bo zagotovljeno njuno pravilno napajanje! Kolikšna mora biti upornost upora, ter kolikšna moč se sprošča na njem v predlagani vezavi?

Rešitve so objavljene na: <http://torina.fe.uni-lj.si/oe>.

## OSNOVE ELEKTROTEHNIKE I (VSP)

izpit, 4. junij 2003

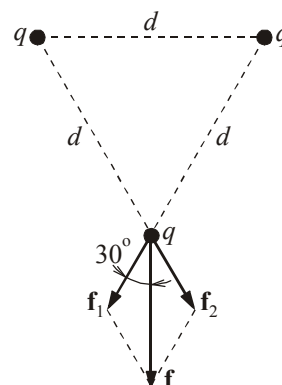
Rešitve

1. Absolutna vrednost sile, s katero zgornja leva (ali zgornja desna) vrh deluje na enoto dolžine spodnje vrvi je

$$f_1 = f_2 = q \frac{q}{2\pi\epsilon_0 d} = \frac{q^2}{2\pi\epsilon_0 d},$$
 kjer je  $\frac{q}{2\pi\epsilon_0 d}$  absolutna vrednost

električne poljske jakosti zgornje leve (ali desne) vrvi na mestu spodnje vrvi. Absolutno vrednost sile  $\bar{f}$  na enoto dolžine spodnje vrvi določimo s seštevanjem sil  $\bar{f}_1$  in  $\bar{f}_2$  (paralelogramsko pravilo za seštevanje vektorjev; glej sliko):

$$f = 2f_1 \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}q^2}{2\pi\epsilon_0 d}.$$



2. Kapacitivnost zračnega kondenzatorja pred vstavitvijo steklene plošče je  $C = \epsilon_0 A/d$ , kjer smo z  $A$  označili površino plošč. Po vstavitvi steklene plošče, ki zapolni polovico razmaka med ploščama ( $d/2$ ), je kapacitivnost kondenzatorja enaka nadomestni kapacitivnosti zaporedne vezave dveh kondenzatorjev: zračnega, s kapacitivnostjo  $C_z = \epsilon_0 \frac{A}{d/2} = 2C$ , ter steklenega, s kapacitivnostjo  $C_{st} = \epsilon_0 (\chi_e + 1) \frac{A}{d/2} = 16C$ .

Kapacitivnost te zaporedne vezave je  $C_1 = \frac{C_z C_{st}}{C_z + C_{st}} = \frac{2C \cdot 16C}{2C + 16C} = \frac{16}{9} C$ . Kapacitivnost se

po vstavitvi steklene plošče poveča za  $\frac{C_1 - C}{C} = 16/9 - 1 \cong 0.778 = \boxed{77.8\%}$ .

3. Energijo, akumulirano v električnem polju dvovoda, določimo iz njegove kapacitivnosti  $C$  in napetosti  $U = 3 \text{ kV}$ :  $W_e = \frac{CU^2}{2}$ . Kapacitivnost simetričnega dvovoda je

$C = \frac{\pi\epsilon_0 l}{\ln(d/\rho_0)}$ , kjer so  $l = 750 \text{ m}$  dolžina dvovoda,  $d = 40 \text{ cm}$  njegova medosna razdalja

in  $\rho_0 = 6 \text{ mm}$  polmer njegovih žic. Akumulirana energija je  $W_e = \frac{\pi\epsilon_0 l U^2}{2 \ln(d/\rho_0)} \cong \boxed{22.4 \text{ mJ}}$ .

4. Ker je specifična upornost linearno odvisna od temperature in ker se temperatura žice med začetkom in koncem spreminja linearno od  $\vartheta_1 = -20^\circ \text{C}$  do  $\vartheta_2 = 80^\circ \text{C}$ , se tudi specifična upornost spreminja linearno vzdolž žice. Zato je upornost žice enaka, kot bi njena temperatura bila po celi dolžini enaka srednji vrednosti  $(\vartheta_1 + \vartheta_2)/2 = 30^\circ \text{C}$ . Upornost žice je torej enaka kot pri žici z enotno temperaturo  $30^\circ \text{C}$ .

5. Iz podatkov za moči ( $P_1 = 10 \text{ W}$  in  $P_2 = 5 \text{ W}$ ) in nazivno napetost ( $U = 6 \text{ V}$ ) žarnic določimo njuni upornosti:  $R_1 = U^2/P_1 = 3.6 \Omega$  in  $R_2 = U^2/P_2 = 7.2 \Omega$ . Na voljo imamo vir z napetostjo  $U_g = 12 \text{ V}$ , na vsaki od žarnic pa

mora biti polovica te napetosti ( $6 \text{ V}$ ). To lahko dosežemo na dva načina. Prvič tako, da žarnici povežemo zaporedno in obenem vzporedno k drugi žarnici dodamo upor upornosti  $7.2 \Omega$ , s čimer zagotovimo, da bo upornost te vzporedne vezave enaka kot je upornost prve žarnice (glej zgornjo sliko). Moč upora določimo iz napetosti

na njem in njegove upornosti:  $P = \frac{(6 \text{ V})^2}{7.2 \Omega} = 5 \text{ W}$ .

Druga možnost je, da žarnici povežemo vzporedno. Nadomestna upornost te vezave je

$$(3.6 \Omega) \parallel (7.2 \Omega) = \frac{(3.6 \Omega) \cdot (7.2 \Omega)}{(3.6 \Omega) + (7.2 \Omega)} = 2.4 \Omega.$$

Zaporedno s to vezavo moramo dodati upor upornosti

$2.4 \Omega$ , da bo polovica napetosti akumulatorja na tem uporu in druga polovica na vzporedni vezavi žarnic (glej spodnjo sliko). Moč, ki se sprošča na uporu, je tokrat

$$P = \frac{(6 \text{ V})^2}{2.4 \Omega} = 15 \text{ W}. \quad (\text{S stališča porabe moči je vsekakor bolj ugodna prva vezava.})$$

