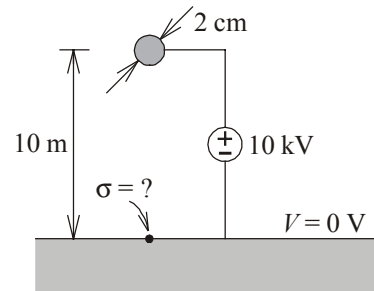


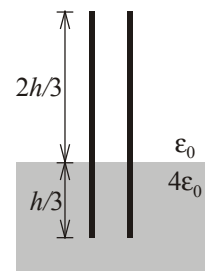
**OSNOVE ELEKTROTEHNIKE I (VSŠ)**  
**2. kolokvij, 17. 01. 2002**

1. V dielektriku s prebojno trdnostjo  $E_{\text{preb.}} = 15 \text{ MV/m}$  je porazdelitev potenciala podana z enačbo  $V(x, y) = (4x - 3y - 4) \cdot 10^6 \text{ V}$ , kjer je merska enota za koordinati  $x$  in  $y$  meter. Kolikokrat je dejanska poljska jakost v dielektriku manjša od prebojne?

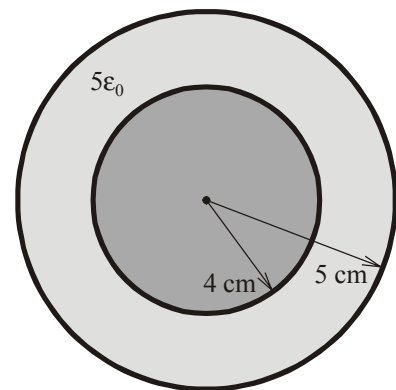
2. Nadzemni vodnik polmera  $1 \text{ cm}$  je obešen na višini  $10 \text{ m}$  nad zemljo. Med vodnikom in zemljo je priključen napetostni vir z napetostjo  $10 \text{ kV}$ . Kolikšna je ploskovna gostota elektrine na površini zemlje v točki, ki se nahaja točno pod vodnikom? (ekscentričnost zanemarite)



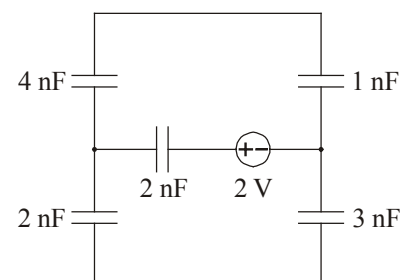
3. Zračni ploščni kondenzator je delno potopljen v olje (kot kaže slika) relativne dielektričnosti  $\epsilon_r = 4$ . Kolikšna je kapacitivnost kondenzatorja, če sta površini plošč  $S = 25 \text{ cm}^2$ , razmik med njima pa je  $d = 5 \text{ mm}$ ?



4. Sferični kondenzator z dielektrikom relativne dielektričnosti  $5$  naelektrimo z enosmernim napetostnim virom napetosti  $300 \text{ V}$ . Kolikšna je akumulirana energija v polju tega kondenzatorja?



5. V kondenzatorskem vezju na sliki določite elektrino na kondenzatorju s kapacitivnostjo  $4 \text{ nF}$ ?



## OSNOVE ELEKTROTEHNIKE I (VSS)

Rešitve 2. kolokvija, 17. 01. 2002

1.  $\vec{E} = -(\partial V/\partial x, \partial V/\partial y) = (-4\vec{e}_x + 3\vec{e}_y) \text{ MV/m}$

$$E = \sqrt{4^2 + 3^2} \text{ MV/m} = 5 \text{ MV/m} \quad ; \quad \boxed{E_{\text{preb.}}/E = 3}$$

2. Najprej določimo gostoto elektrine  $q$  na vodniku. Vpliv zemlje upoštevamo z zrcalno elektrino ( $-q$ ) na globini 10 m v zemlji. Izraz za potencial vodnika (ta potencial je enak napetosti napetostnega vira) zapišemo kot superpozicijo prispevka resnične elektrine na vodniku in prispevka zrcalne elektrine v zemlji:

$$V_{\text{vodnika}} = 10 \text{ kV} = \frac{q}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{2 \cdot 10 \text{ m}}{1 \text{ cm}} \Rightarrow q = \frac{2\pi\epsilon_0 \cdot 10 \text{ kV}}{\ln 2000}$$

Ploskovna gostota elektrine na površini zemlje je sorazmerna normalni komponenti električne poljske jakosti tik nad površino zemlje. Električno poljsko jakost zapišemo kot seštevek prispevka resnične elektrine na vodniku in prispevka zrcalne elektrine:

$$\sigma(T) = \epsilon_0 E_n(T_+) \quad ; \quad E_n(T_+) = -\frac{q}{2\pi\epsilon_0 \cdot 10 \text{ m}} + \frac{(-q)}{2\pi\epsilon_0 \cdot 10 \text{ m}} = -\frac{q}{\pi\epsilon_0 \cdot 10 \text{ m}} = -\frac{2 \cdot 10 \text{ kV}}{(10 \text{ m}) \cdot \ln 2000}$$

$$\sigma = -\frac{2\epsilon_0 \cdot 10 \text{ kV}}{(10 \text{ m}) \cdot \ln 2000} \approx \boxed{-2.33 \cdot 10^{-9} \text{ A} \cdot \text{s/m}^2}$$

3. Na delno potopljeni kondenzator lahko gledamo kot na vzporedno vezavo dveh kondenzatorjev, ki ju sestavljata potopljen ( $C_1$ ) in nepotopljen ( $C_2$ ) del kondenzatorja:

$$C = C_1 + C_2 \quad ; \quad C_1 = \epsilon_0 \frac{(2/3)S}{d} \quad , \quad C_2 = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{(1/3)S}{d}$$

$$C = (2 + \epsilon_r) \epsilon_0 \frac{S}{3d} = 6\epsilon_0 \frac{25 \text{ cm}^2}{3 \cdot 5 \text{ mm}} = \epsilon_0 \cdot 100 \text{ cm} \approx \boxed{8.854 \text{ pF}}$$

4. Energija, akumulirana v polju kondenzatorja, je  $W = QU/2$ , kjer sta  $Q$  in  $U$  naboj ter napetost na kondenzatorju. Napetost kondenzatorja je podana ( $U = 300 \text{ V}$ ), določiti moramo še naboj  $Q$ . Če izberemo krogelni koordinatni sistem z izhodiščem v središču kondenzatorja, potem je električna poljska jakost med elektrodama kondenzatorja podana z izrazom  $E(r) = \frac{Q}{4\pi\epsilon r^2}$ . Z integracijo te poljske jakosti od notranje ( $r = r_1 = 4 \text{ cm}$ ) do zunanje ( $r = r_2 = 5 \text{ cm}$ ) elektrode pridemo do izraza za napetost med elektrodama:

$$U = \frac{Q}{4\pi\epsilon} (1/r_1 - 1/r_2) \Rightarrow Q = \frac{4\pi\epsilon U}{1/r_1 - 1/r_2} \quad ; \quad W = \frac{2\pi\epsilon U^2}{1/r_1 - 1/r_2} = \frac{2\pi(5\epsilon_0)(300 \text{ V})^2}{1/(4 \text{ cm}) - 1/(5 \text{ cm})} \approx \boxed{5 \mu\text{J}}$$

5. Označimo elemente vezja (glej sliko). Nadomestno kapacitivnost zgornje veje označimo s  $C_{12}$ , spodnje pa s  $C_{34}$ :

$$C_{12} = \frac{4 \cdot 1}{4 + 1} \text{ nF} = 0.8 \text{ nF} \quad , \quad C_{34} = \frac{2 \cdot 3}{2 + 3} \text{ nF} = 1.2 \text{ nF}$$

Nadomestno kapacitivnost vzporedne vezave zgornje in spodnje veje označimo s  $C_{AB}$ :  $C_{AB} = C_{12} + C_{34} = 2 \text{ nF}$ .

Ker je ta kapacitivnost enaka kapacitivnosti  $C_0$  in ker

sta obe kapacitivnosti zaporedno vezani na napetostni vir, je padec napetosti na obeh enak polovici napetosti napetostnega vira:  $U_{AB} = U_0 = U/2 = 1 \text{ V}$ . Napetost  $U_{AB}$  je napetost med spojiščema  $A$  in  $B$  in zato je ta obenem napetost zgornje veje. Elektrina na nadomestni kapacitivnosti zgornje veje je:  $Q_{12} = C_{12} U_{AB} = 0.8 \text{ nC}$ . Zaradi zaporedne vezave v zgornji veji je to obenem elektrina na kondenzatorju s kapacitivnostjo  $C_1 = 4 \text{ nF}$ :  $Q_1 = Q_{12} = \boxed{0.8 \text{ nC}}$ .

