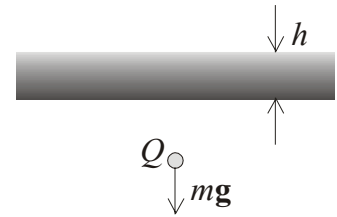


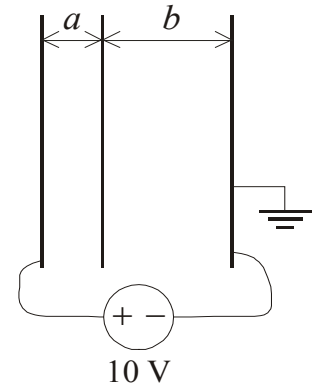
# OSNOVE ELEKTROTEHNIKE I (UNI)

1. kolokvij, 13. december 2007

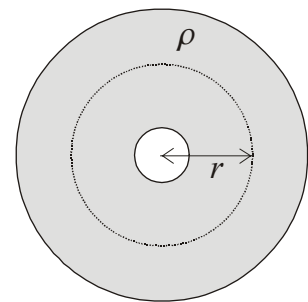
1. V vodoravnem razsežnem oblaku debeline  $h = 10$  m ima električni naboj gostoto  $\rho = 1 \mu\text{C}/\text{m}^3$ . Pod oblakom je kroglica z maso  $m = 2$  g. Kolikšen naboj bi morala imeti kroglica, da bi električna sila, ki deluje nanjo, uravnotežila silo teže?



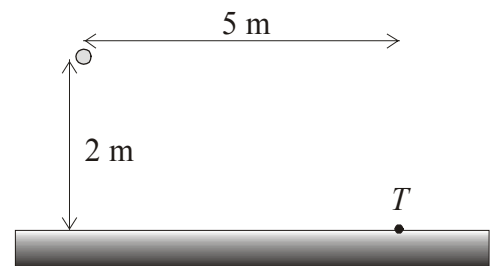
2. Določite potencial nevtralne srednje plošče ( $a = 4$  cm,  $b = 10$  cm).



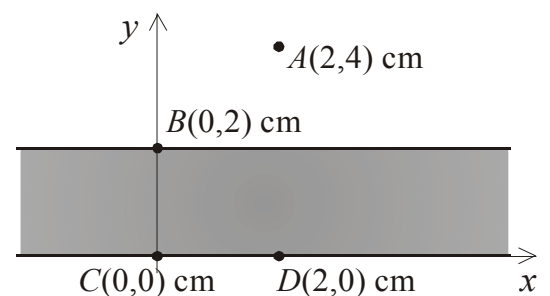
3. Med krogelni lupini polmerov  $a = 1$  cm in  $b = 3$  cm je ujet naboj, ki ima gostoto  $\rho = 100$  nC/m<sup>3</sup>. Določite električno poljsko jakost na radiju  $r = 2,5$  cm.



4. Daljnovidna vrv polmera  $r = 1$  mm je obešena na višini  $h = 2$  m nad zemljo in ima potencial  $V = 1$  kV. Določite površinsko gostoto naboja na zemlji v točki  $T$ .



5. V prazen prostor s homogenim električnim poljem smo vstavili razsežen izolant debeline  $d = 2$  cm. Znale so sledeče napetosti:  $U_{AB} = 10$  V,  $U_{BC} = 5$  V in  $U_{CD} = 8$  V. Izračunajte relativno dielektričnost izolanta.



## OSNOVE ELEKTROTEHNIKE I (UNI)

### 1. kolokvij, 13. december 2007, rešitve

1. Os  $y$  usmerimo navzgor. Sila težnosti je  $\mathbf{F}_g = m\mathbf{g} = -\mathbf{e}_y mg$ . Njo uravnoteži privlačna električna sila  $\mathbf{F}_e = Q\mathbf{E}$ , kjer je  $\mathbf{E}$  električna poljska jakost oblaka nabojev na mestu kroglice, če je  $\mathbf{F}_e + \mathbf{F}_g = 0$ . Razsežen oblak nabojev ima električno polje izven sebe takšno kot naelektrana ravnina z nabojem gostote  $\sigma = \rho h$ , zato je  $\mathbf{E} = -\mathbf{e}_y \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = -\mathbf{e}_y \frac{\rho h}{2\epsilon_0}$ . Iz predhodnega sledi:  $Q = -\frac{2\epsilon_0 mg}{\rho h} \cong \underline{\underline{-34,7 \text{ nC}}}$ .

2. Ker je srednja (druga) plošča nevtralna, je električna poljska jakost med njo in desno (tretjo, z  $V_3 = 0 \text{ V}$ ) ploščo ter njo in levo (prvo, z  $V_1 = 10 \text{ V}$ ) enaka in homogena. Zapišimo dve napetosti:  $U_{13} = E(a+b) = V_1 - V_3 = 10 \text{ V}$  in  $U_{23} = Eb = V_2 - V_3 = V_2$ . Iz njiju sledi  $V_2 = \frac{b}{a+b} \cdot 10 \text{ V} \cong \underline{\underline{7,14 \text{ V}}}$ .

3. Polje krogelnega oblaka je radialno. Če za sklenjeno ploskev izberemo k oblaku koncentrično krogelno lupino polmera  $r = 2,5 \text{ cm}$ , potem je pretok vektorja poljske jakosti skozi njo (po Gaussovem zakonu) enak kvocientu objetega naboja in influenčne konstante:

$$E_r 4\pi r^2 = \frac{4\pi\rho(r^3 - a^3)/3}{\epsilon_0}. \text{ Od tu je } E_r = \frac{\rho}{3\epsilon_0} \left( r - \frac{a^3}{r^2} \right) \cong \underline{\underline{88,2 \frac{\text{V}}{\text{m}}}}.$$

4. S pomočjo izraza za kapacitivnost nadzemnega vodnika določimo linijsko gostoto naboja  $q$  na vrvi:  $q = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln(2h/r)} V$ . Če os  $y$  usmerimo navzgor, je površinska gostota naboja v točki  $T$  ( $d = 5 \text{ m}$ ) določena z enačbo  $\sigma(T) = \epsilon_0 \mathbf{e}_y \cdot \mathbf{E}(T_+)$ . Vektor električne poljske jakosti tik nad zemljo določata naboj  $q$  na vrvi

$$(h = 2 \text{ m}) \text{ in njegov zrcalni naboj } (-q): \mathbf{E}(T) = -2\mathbf{e}_y \frac{q}{2\pi\epsilon_0 \sqrt{h^2 + d^2}} \cdot \frac{h}{\sqrt{h^2 + d^2}} = -\mathbf{e}_y \frac{qh}{\pi\epsilon_0 (h^2 + d^2)}.$$

$$\text{Od tu sledi: } \sigma(T) = -\frac{2\epsilon_0 V h}{(h^2 + d^2) \ln(2h/r)} \cong \underline{\underline{-147 \text{ pC/m}^2}}.$$

5. Glede na mejna pogoja sta tangencialni komponenti  $E_x = E_{x0}$  poljskih jakosti v in izven izolanta enaki, normalni komponenti v ( $E_y$ ) in izven ( $E_{y0}$ ) pa sta v razmerju iskane relativne dielektričnosti:

$E_{y0} = \epsilon_r E_y$ . Zaradi homogenosti polj v posameznih prostorih izrazimo napetosti med točkami s produkti razdalj in ustreznih komponent poljskih jakosti:  $U_{AB} = -E_{x0}d - E_{y0}d$ ,  $U_{BC} = -E_y d$  in  $U_{CD} = E_x d$ . Iz tretje sledi  $E_x = E_{x0} = 400 \text{ V/m}$ , iz druge sledi  $E_y = -250 \text{ V/m}$  in iz prve sledi  $E_{y0} = -900 \text{ V/m}$ . Iz zadnjih dveh vrednosti izide  $\epsilon_r = E_{y0} / E_y = \underline{\underline{3,6}}$ .