

24. ELEKTRIČNO POLJE (4.19. - 4.47.)

4.19. Na naboj $2,0 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ u nekoj točki električnog polja djeluje sila $0,015 \text{ N}$. Kolika je jakost polja u toj točki?

$$Q = 2 \cdot 10^{-7} [\text{C}]$$

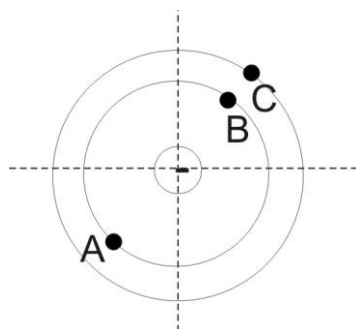
$$F = 0,015 [\text{N}]$$

$$E = ?$$

$$E = \frac{F}{Q}$$

$$E = \frac{0,015}{2 \cdot 10^{-7}} = 75000 \left[\frac{\text{N}}{\text{C}} \right]$$

4.20. Točke A, B i C nalaze se u električnom polju točkaste množine naboja, kako je prikazano na slici. a) Koliki rad treba utrošiti da bismo neki naboj prenijeli iz točke A u točku B? b) Usporedi rad koji bi trebalo utrošiti da se taj naboj prenese iz A u C s radom pri prenošenju iz B u C.



a)

$$W_{AB} = Q \cdot \Delta\phi$$

$$W_{AB} = Q \cdot (\phi_B - \phi_A)$$

$$W_{AB} = Q \cdot 0$$

$$W_{AB} = 0$$

b)

$$W_{AC} = Q \cdot \Delta\phi$$

$$W_{AC} = Q \cdot (\phi_C - \phi_A)$$

$$W_{BC} = Q \cdot \Delta\phi$$

$$W_{BC} = Q \cdot (\phi_C - \phi_A)$$

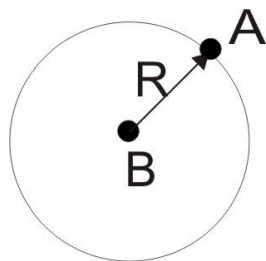
$$\phi_A = \phi_B$$

$$W_{AC} = W_{BC}$$

a) $W_{AB} = ?$

b) $W_{AC}, W_{BC} = ?$

4.21. Kolika je razlika potencijala između neke točke na površini nabijene metalne kugle i neke točke u unutrašnjosti kugle?



potencijal u unutrašnjosti kugle:

$$\phi_B = 4 \cdot k \cdot \pi \cdot \sigma \cdot R$$

potencijal na površini kugle:

$$\phi_A = \frac{4 \cdot k \cdot \pi \cdot \sigma \cdot R^2}{r}$$

$$\phi_A = \frac{4 \cdot k \cdot \pi \cdot \sigma \cdot R^2}{R}$$

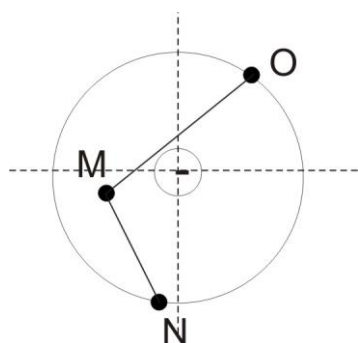
$$\phi_A = 4 \cdot k \cdot \pi \cdot \sigma \cdot R$$

$$\phi_{AB} = \phi_B - \phi_A$$

$$\phi_{AB} = 4 \cdot k \cdot \pi \cdot \sigma \cdot R - 4 \cdot k \cdot \pi \cdot \sigma \cdot R$$

$$\phi_{AB} = 0$$

4.22. Usporedi rad što ga treba utrošiti pri prijenosu naboja u električnom polju iz točke M u N i iz točke M u O na slici.



$$W_{MN} = Q \cdot \Delta\phi$$

$$W_{MN} = Q \cdot (\phi_N - \phi_M)$$

$$W_{MO} = Q \cdot \Delta\phi$$

$$W_{MO} = Q \cdot (\phi_O - \phi_M)$$

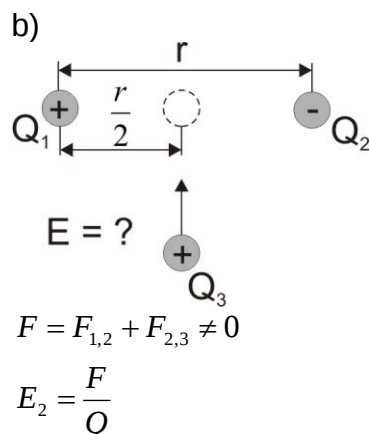
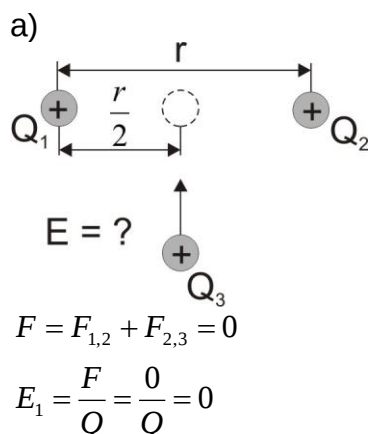
$$\phi_N = \phi_O$$

$$W_{MN} = W_{MO}$$

4.23. Dva se naboja jednaka veličinom nalaze na nekoj međusobnoj udaljenosti. U kojem će slučaju jakost polja u točki koja se nalazi na polovici njihove međusobne udaljenosti biti veća: kad su naboji istoimeni ili kad su raznoimeni?

$$Q_1 = Q_2$$

$$E = ?$$



$$E_2 > E_1$$

4.24. Odredi jakost električnog polja i potencijal u točki koja je udaljena 1 nm od jezgre atoma helija naboja $+2e$. Kolika je potencijalna energija protona u toj točki?

$$Q = +2 \cdot e$$

$$r = 1 \text{ [nm]} = 10^{-9} \text{ [m]}$$

$$E = ?, \phi = ?, E_P = ?$$

$$E = k \cdot \frac{Q}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2,16 \cdot 10^{-19}}{(10^{-9})^2} = 2,88 \cdot 10^9 \left[\frac{\text{N}}{\text{C}} \right]$$

$$\phi = k \cdot \frac{Q}{r} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2,16 \cdot 10^{-19}}{10^{-9}} = 2,88 \text{ [V]}$$

$$E_P = W = Q \cdot \phi = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2,88 = 4,61 \cdot 10^{-19} \text{ [J]}$$

4.25. Kugla polumjera 2 cm nabijena je negativno do potencijala 2000 V. Odredi masu svih elektrona koji čine naboj kugle.

$$r = 2 \text{ [cm]} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ [m]}$$

$$\phi = 2000 \text{ [V]}$$

$$m = ?$$

$$\phi = k \cdot \frac{Q}{r} \Rightarrow Q = \frac{\phi \cdot r}{k} = \frac{2000 \cdot 2 \cdot 10^{-2}}{9 \cdot 10^9} = 4,44 \cdot 10^{-9} \text{ [C]}$$

$$n = \frac{Q}{e} = \frac{4,44 \cdot 10^{-9}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,775 \cdot 10^{10} \text{ elektrona}$$

$$m = m_e \cdot n = 9,11 \cdot 10^{-31} \cdot 2,775 \cdot 10^{10} = 2,52 \cdot 10^{-20} \text{ [kg]}$$

4.26. Na izoliranoj metalnoj kugli polumjera 5 cm nalazi se naboj $1,66 \cdot 10^{-6} \text{ C}$. Koliki je potencijal: a) u središtu kugle, b) na površini kugle, c) u točki koja je udaljena 1m od središta kugle?

$$r = 5 \text{ [cm]} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ [m]}$$

$$Q = ?$$

$$\phi = ?$$

a)

$$\phi = k \cdot \frac{Q}{r} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1,66 \cdot 10^{-6}}{5 \cdot 10^{-2}} = 298800 \text{ [V]}$$

b)

$$\phi = k \cdot \frac{Q}{r} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1,66 \cdot 10^{-6}}{5 \cdot 10^{-2}} = 298800 \text{ [V]}$$

c)

$$\phi = k \cdot \frac{Q}{r_1} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1,66 \cdot 10^{-6}}{1 + 5 \cdot 10^{-2}} = 14940 \text{ [V]}$$

4.27. Koliki rad moramo utrošiti da u električnom polju premjestimo naboj 10^{-8} C iz jedne točke polja u drugu ako je razlika potencijala između tih točaka 900 V?

$$Q = 10^{-8} \text{ [C]}$$

$$\phi_{AB} = 900 \text{ [V]}$$

$$W = ?$$

$$W = Q \cdot U = Q \cdot \phi_{AB} = 10^{-8} \cdot 900 = 9 \cdot 10^{-6} \text{ [J]}$$

4.28. Osam kapljica vode, od kojih svaka ima polumjer 1 mm i naboj 10^{-10} C , slije se u jednu veću kap. Koliki je potencijal nastale kapi?

$$n = 8$$

$$r = 1 \text{ [mm]} = 10^{-3} \text{ [m]}$$

$$Q = 10^{-10} \text{ [C]}$$

$$\phi = ?$$

$$V = \frac{4}{3} \cdot r^3 \cdot \pi$$

$$V = \frac{4}{3} \cdot (10^{-3})^3 \cdot \pi$$

$$V = 4,188 \cdot 10^{-9} \text{ [m}^3\text{]}$$

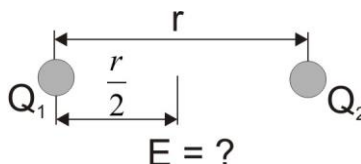
$$V_1 = 8 \cdot V = 8 \cdot 4,188 \cdot 10^{-9} = 3,35 \cdot 10^{-8} \text{ [m}^3\text{]}$$

$$V_1 = \frac{4}{3} \cdot r^3 \cdot \pi \Rightarrow R = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot V_1}{4 \cdot \pi}} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 3,35 \cdot 10^{-8}}{4 \cdot \pi}} = 0,002 \text{ [m]}$$

$$\phi = k \cdot \frac{Q_1}{R} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{8 \cdot 10^{-10}}{0,002} = 3600 \text{ [V]}$$

4.29. Dva naboja $Q_1 = 1,5 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ i $Q_2 = 3 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ nalaze se u zraku i udaljeni su međusobno za $r = 60 \text{ cm}$. Kolika je jakost električnog polja u sredini između njih?

$$\begin{aligned} Q_1 &= 1,5 \cdot 10^{-8} \text{ [C]} \\ Q_2 &= 3 \cdot 10^{-7} \text{ [C]} \\ r &= 60 \text{ [cm]} = 0,6 \text{ [m]} \\ E &= ? \end{aligned}$$



$$E_1 = k \cdot \frac{Q_1}{\left(\frac{r}{2}\right)^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1,5 \cdot 10^{-8}}{(0,3)^2} = 1500 \left[\frac{\text{N}}{\text{C}} \right]$$

$$E_2 = k \cdot \frac{Q_2}{\left(\frac{r}{2}\right)^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{3 \cdot 10^{-7}}{(0,3)^2} = 30000 \left[\frac{\text{N}}{\text{C}} \right]$$

$$E = E_2 - E_1 = 30000 - 1500 = 28500 \left[\frac{\text{N}}{\text{C}} \right] \text{ u smjeru prema } Q_1$$

4.30. Odredi rad koji se utroši kad se kroz prostor, u kojemu je razlika potencijala 10 V, giba elektron.

$$\begin{aligned} U &= \phi_{AB} = 10 \text{ [V]} \\ Q &= e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ [C]} \\ W &= ? \end{aligned}$$

$$W = Q \cdot U = Q \cdot \phi_{AB} = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10 = 1,6 \cdot 10^{-18} \text{ [J]}$$

4.31. U kojem će slučaju jakost električnog polja u nekoj točki polja i sila koja djeluje na naboj u toj točki biti suprotnog predznaka?

$$\begin{aligned} Q &= 1 \text{ [C]} \\ m &= ? \end{aligned}$$

$$E = k \cdot \frac{Q}{r^2}$$

ako je $Q < 0$, tada je i $E < 0$, a sila $F > 0$

$$F = Q \cdot E$$

4.32. Dvije horizontalne usporedne ploče u vakuumskoj cijevi međusobno su udaljene 4 cm i spojene na napon 220 V. Nađi: a) Jakost električnog polja u prostoru između ploča (uz pretpostavku da je polje homogeno), b) stalnu silu koja djeluje na elektron u prostoru između ploča, c) energiju koju postiže elektron kad se pomakne za 4 cm u smjeru suprotnome od smjera polja, d) omjer električne i gravitacijske sile koja djeluje na elektron u polju između ploča.

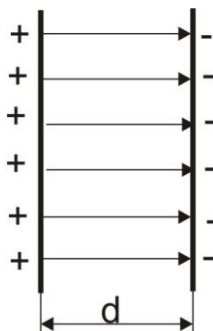
$$\begin{aligned} d &= 4 \text{ [cm]} = 0,04 \text{ [m]} \\ U &= 220 \text{ [V]} \end{aligned}$$

$$\text{a) } E = ?$$

$$\text{b) } F = ?$$

$$\text{c) } W = ?$$

$$\text{d) } \frac{F_E}{F_G} = ?$$



$$\text{a) } E = \frac{U}{d} = \frac{220}{0,04} = 5500 \left[\frac{\text{V}}{\text{m}} \right]$$

$$\text{b) } F = Q \cdot E = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5500 = 8,8 \cdot 10^{-16} \text{ [N]}$$

$$\text{c) } E_p = W = Q \cdot \phi = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 220 = 3,52 \cdot 10^{-17} \text{ [J]}$$

$$\text{d) } \frac{F_E}{F_G} = \frac{Q \cdot E}{m_e \cdot g} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5500}{9,11 \cdot 10^{-31} \cdot 9,81} = 9,84 \cdot 10^{13}$$

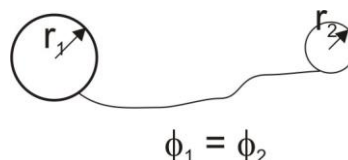
4.33. Metalna kugla polumjera 10 cm spojena je tankim vodičem s drugom kuglom koja ima polumjer 5 cm. Na obje kugle dovedemo ukupan naboj iznosa $1,2 \cdot 10^{-7}$ C. Koliki je naboj svake kugle?

$$r_1 = 10 \text{ [cm]} = 0,1 \text{ [m]}$$

$$r_2 = 5 \text{ [cm]} = 0,05 \text{ [m]}$$

$$Q = 1,2 \cdot 10^{-7} \text{ [C]}$$

$$Q_1, Q_2 = ?$$



$$\phi_1 = k \cdot \frac{Q_1}{r_1} \quad \phi_2 = k \cdot \frac{Q_2}{r_2}$$

$$k \cdot \frac{Q_1}{r_1} = k \cdot \frac{Q_2}{r_2}$$

$$Q_1 \cdot r_2 = Q_2 \cdot r_1$$

$$Q = Q_1 + Q_2 \Rightarrow Q_2 = Q - Q_1$$

$$Q_1 \cdot r_2 = (Q - Q_1) \cdot r_1$$

$$Q_1 \cdot r_2 = Q \cdot r_1 - Q_1 \cdot r_1$$

$$Q_1 \cdot (r_1 + r_2) = Q \cdot r_1$$

$$Q_1 = \frac{Q \cdot r_1}{r_1 + r_2} = \frac{1,2 \cdot 10^{-7} \cdot 0,1}{0,1 + 0,05} = 8 \cdot 10^{-8} \text{ [C]}$$

$$Q_2 = Q - Q_1 = 1,2 \cdot 10^{-7} - 8 \cdot 10^{-8} = 4 \cdot 10^{-8} \text{ [C]}$$

4.34. Koliki rad treba utrošiti da se u praznini prenese naboj $0,2 \cdot 10^{-7}$ C iz beskonačnosti u točku koja je 1 cm udaljena od površine kugle polumjera 1 cm? Na kugli je površinska gustoća naboja 10^{-5} C/m².

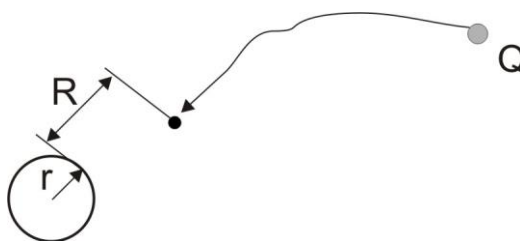
$$Q = 0,2 \cdot 10^{-7} \text{ [C]}$$

$$R = 1 \text{ [cm]} = 0,01 \text{ [m]}$$

$$r = 1 \text{ [cm]} = 0,01 \text{ [m]}$$

$$\sigma = 10^{-5} \text{ [C/m}^2\text{]}$$

$$W = ?$$



$$\sigma = \frac{Q_1}{4 \cdot r^2 \cdot \pi} \Rightarrow Q_1 = \sigma \cdot 4 \cdot r^2 \cdot \pi$$

$$Q_1 = 10^{-5} \cdot 4 \cdot 0,01^2 \cdot \pi = 1,25 \cdot 10^{-8} \text{ [C]}$$

$$\phi_1 = k \cdot \frac{Q_1}{R + r} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1,25 \cdot 10^{-8}}{0,02} = 5625 \text{ [V]}$$

$$W = Q \cdot \phi_1 = 0,2 \cdot 10^{-7} \cdot 5625 = 1,125 \cdot 10^{-4} \text{ [J]}$$

4.35. Naboj iznosa 4 nC dovodi se iz neizmjernosti na pozitivno nabijen vodič. Pritom se utroši rad 2 J. Koliki je potencijal vodiča?

$$Q = 4 \text{ [nC]} = 4 \cdot 10^{-9} \text{ [C]}$$

$$W = 2 \text{ [J]}$$

$$\phi = ?$$

$$\phi = \frac{W}{Q} = \frac{2}{4 \cdot 10^{-9}} = 5 \cdot 10^8 \text{ [V]}$$

4.36. Izrazite u elektronvoltima: a) energiju elektrona koji se giba brzinom 10^3 m/s , b) srednju energiju translacijskoga gibanja molekula plina pri 0°C , c) energiju koju ima molekula dušika na visini 100 m iznad površine Zemlje.

$$v = 10^3 \text{ [m/s]}$$

$$\text{a) } E_e = ?$$

$$\text{b) } \bar{E} = ?$$

$$\text{c) } E = ?$$

$$W = Q \cdot U = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1 = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ [J]}$$

$$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{a) } E_e = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{9,11 \cdot 10^{-31} \cdot (10^3)^2}{2} = 4,55 \cdot 10^{-25} \text{ [J]} = 2,846 \cdot 10^{-6} \text{ [eV]}$$

$$\text{b) } \bar{E} = \frac{3}{2} \cdot k_B \cdot T = \frac{3}{2} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 273,15 = 5,65 \cdot 10^{-21} \text{ [J]} = 0,0353 \text{ [eV]}$$

$$\text{c) }$$

$$E = m \cdot g \cdot h = M \cdot u \cdot g \cdot h = 28 \cdot 10^{-3} \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \cdot 9,81 \cdot 100 = 4,559 \cdot 10^{-26} \text{ [J]} = 2,849 \cdot 10^{-7} \text{ [eV]}$$

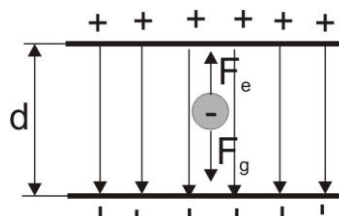
4.37. Dvije usporedne metalne ploče, međusobno udaljene 1,8 cm, priključene su na napon $2,4 \cdot 10^4 \text{ V}$. Taj napon proizvodi električno polje koje ima smjer vertikalno prema dolje. Odredi naboj što ga ima kapljica ulja mase $2,2 \cdot 10^{-10} \text{ g}$ koja miruje u električnom polju.

$$d = 1,8 \text{ [cm]} = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ [m]}$$

$$U = 2,4 \cdot 10^4 \text{ [V]}$$

$$m = 2,2 \cdot 10^{-10} \text{ [g]} = 2,2 \cdot 10^{-13} \text{ [kg]}$$

$$Q = ?$$



$$F_e = F_g$$

$$Q \cdot E = m \cdot g$$

$$Q \cdot \frac{U}{d} = m \cdot g$$

$$Q = \frac{m \cdot g \cdot d}{U} = \frac{2,2 \cdot 10^{-13} \cdot 9,81 \cdot 1,8 \cdot 10^{-2}}{2,4 \cdot 10^4} = -1,61 \cdot 10^{-18} \text{ [C]}$$

4.38. Elektron je postigao brzinu 10^6 m/s pošto je prešao put od jedne metalne nabijene ploče do druge. Razmak između ploča bio je 5,3 mm. Kolika je bila jakost električnog polja u kojemu se gibao elektron?

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ [C]}$$

$$v = 10^6 \text{ [m/s]}$$

$$d = 5,3 \text{ [mm]} = 5,3 \cdot 10^{-3} \text{ [m]}$$

$$E = ?$$

$$W = Q \cdot U$$

$$\frac{m \cdot v^2}{2} = e \cdot U$$

$$U = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot e} = \frac{9,11 \cdot 10^{-31} \cdot (10^6)^2}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,846 \text{ [V]}$$

$$E = \frac{U}{d} = \frac{2,846}{5,3 \cdot 10^{-3}} = 537,15 \left[\frac{\text{V}}{\text{m}} \right]$$

4.39. Koju bi brzinu postigla kuglica mase 5 g i naboja $5 \mu\text{C}$ kad bi se gibala s mjesta potencijala $\phi_1 = 30000$ V na mjesto potencijala $\phi_2 = 3000$ V? Početna brzina kuglice je nula.

$$m = 5 \text{ [g]} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ [kg]}$$

$$Q = 5 \text{ [}\mu\text{C]} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ [C]}$$

$$\phi_1 = 30000 \text{ [V]}$$

$$\phi_2 = 3000 \text{ [V]}$$

$$v = ?$$

$$W = Q \cdot U$$

$$\frac{m \cdot v^2}{2} = Q \cdot (\phi_1 - \phi_2)$$

$$v = \sqrt{\frac{2}{m} \cdot Q \cdot (\phi_1 - \phi_2)}$$

$$v = \sqrt{\frac{2}{5 \cdot 10^{-3}} \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot (30000 - 3000)} = 7,348 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

4.40. Elektron se giba u električnom polju koje ga ubrzava među točkama razlike potencijala 600 V. Za koliko se povećala energija elektrona ako on na svojem putu nije pretrpio nikakav gubitak energije?

$$U = 600 \text{ [V]}$$

$$\Delta W = ?$$

$$\Delta W = Q \cdot U = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 600 = 9,6 \cdot 10^{-17} \text{ [J]}$$

4.41. Jakost homogenoga električnog polja iznosi 4000 V/m. Nađi razliku potencijala između dvije točke koje su smještene (na istoj silnici) na udaljenosti 3 cm.

$$E = 4000 \text{ [V/m]}$$

$$d = 3 \text{ [cm]} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ [m]}$$

$$U = ?$$

$$E = \frac{U}{d} \Rightarrow U = E \cdot d$$

$$U = 4000 \cdot 3 \cdot 10^{-2} = 120 \text{ [V]}$$

4.42. U točki A jakost električnog polja iznosi 36 V/m, a u točki B 9 V/m. Kolika je jakost polja u točki C koja leži na sredini između točaka A i B?

$$E_A = 36 \text{ [V/m]}$$

$$E_B = 9 \text{ [V/m]}$$

$$E_C = ?$$

$$E_A = k \cdot \frac{Q}{r_A^2}$$

$$E_B = k \cdot \frac{Q}{r_B^2}$$

$$E_C = k \cdot \frac{Q}{r_C^2} = k \cdot \frac{Q}{\left(\frac{r_A + r_B}{2}\right)^2}$$

$$Q = \frac{E_A \cdot r_A^2}{k}$$

$$Q = \frac{E_B \cdot r_B^2}{k}$$

$$E_A \cdot r_A^2 = E_B \cdot r_B^2$$

$$36 \cdot r_A^2 = 9 \cdot r_B^2$$

$$6 \cdot r_A = 3 \cdot r_B$$

$$2 \cdot r_A = r_B$$

$$Q = \frac{E_B \cdot 4 \cdot r_A^2}{k} = \frac{36 \cdot r_A^2}{k}$$

$$E_C = k \cdot \frac{Q}{r_C^2} = k \cdot \frac{Q}{\left(\frac{r_A + r_B}{2}\right)^2} = k \cdot \frac{\frac{36 \cdot r_A^2}{k}}{\left(\frac{r_A + 2 \cdot r_A}{2}\right)^2} = \frac{36 \cdot r_A^2}{\frac{9 \cdot r_A^2}{4}} = 16 \left[\frac{\text{V}}{\text{m}} \right]$$

4.43. Metalni stalak i kuglicu nabijemo elektriziranim štapom. Kuglica se otkloni iz položaja C u položaj D, pri čemu je položaj točke D za 1 cm više od točke C. Razlika je potencijala $\phi_C - \phi_D = 500 \text{ V}$. Kuglica ima masu 10 mg. Koliki je naboj kuglice?

$$h = 1 \text{ [cm]} = 0,01 \text{ [m]}$$

$$\phi_C - \phi_D = 500 \text{ [V]}$$

$$m = 10 \text{ [mg]} = 10 \cdot 10^{-6} \text{ [kg]}$$

$$Q = ?$$

$$Q \cdot U = m \cdot g \cdot h$$

$$Q = \frac{m \cdot g \cdot h}{U} = \frac{m \cdot g \cdot h}{\phi_C - \phi_D} = \frac{10 \cdot 10^{-6} \cdot 9,81 \cdot 0,01}{500} = 1,962 \cdot 10^{-9} \text{ [C]}$$

4.44. Elektron uleti u homogeno električno polje u praznini i giba se u smjeru električnih silnica. Nakon koliko će vremena brzina elektrona biti jednaka nuli ako je jakost polja 90 N/C, a početna brzina elektrona $1,8 \cdot 10^3 \text{ km/s}$.

$$E = 90 \text{ [N/C]}$$

$$v_0 = 1,8 \cdot 10^3 \text{ [km/s]} = 1,8 \cdot 10^6 \text{ [m/s]}$$

$$t = ?$$

$$F = F_{el}$$

$$m \cdot a = Q \cdot E$$

$$a = \frac{e \cdot E}{m} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 90}{9,11 \cdot 10^{-31}} = 1,58 \cdot 10^{13} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

$$v = v_0 - a \cdot t$$

$$v = 0$$

$$0 = v_0 - a \cdot t \Rightarrow t = \frac{v_0}{a} = \frac{1,8 \cdot 10^6}{1,58 \cdot 10^{13}} = 1,139 \cdot 10^{-7} \text{ [s]}$$

4.45. U homogeno električno polje jakosti 3000 V/m uleti okomito na silnice polja elektron brzinom $5 \cdot 10^3$ km/s. a) Koliko će elektron skrenuti od svojega početnog smjera pošto u polju prijeđe put 8 cm? b) Kakav oblik ima staza elektrona?

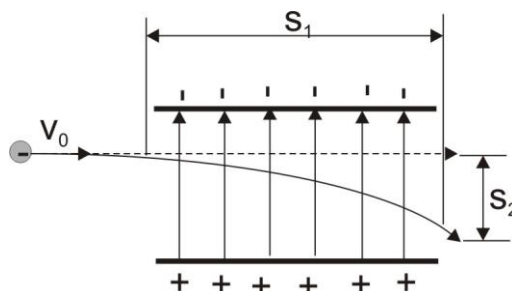
$$E = 3000 \text{ [V/m]}$$

$$v_0 = 5 \cdot 10^3 \text{ [km/s]} = 5 \cdot 10^6 \text{ [m/s]}$$

$$\text{a) } s_1 = 8 \text{ [cm]} = 0,08 \text{ [m]}$$

$$s_2 = ?$$

$$\text{b) oblik staze} = ?$$



a)

$$F = F_{el}$$

$$m \cdot a = Q \cdot E$$

$$a = \frac{e \cdot E}{m} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 3000}{9,11 \cdot 10^{-31}} = 5,268 \cdot 10^{14} \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

$$s_1 = v_0 \cdot t \Rightarrow t = \frac{s_1}{v_0} = \frac{0,08}{5 \cdot 10^6} = 1,6 \cdot 10^{-8} [s]$$

$$s_2 = \frac{a \cdot t^2}{2} = \frac{5,268 \cdot 10^{14} \cdot (1,6 \cdot 10^{-8})^2}{2} = 6,74 \cdot 10^{-2} [m]$$

b) staza ima oblik parabole

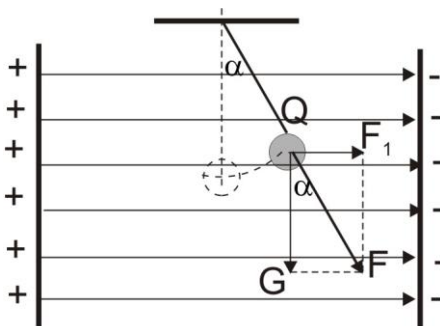
4.46. Za koliki će se kut otkloniti kuglica od staniola mase 0,4 g, obješena na svilenjoj niti ako je stavimo u horizontalno homogeno polje jakosti 10^5 N/C? Naboj je kuglice $4,9 \cdot 10^{-9}$ C.

$$m = 0,4 \text{ [g]} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ [kg]}$$

$$E = 10^5 \text{ [V/m]}$$

$$Q = 4,9 \cdot 10^{-9} \text{ [C]}$$

$$\alpha = ?$$



$$G = m \cdot g \quad F_1 = Q \cdot E$$

$$\tan \alpha = \frac{F_1}{G} = \frac{Q \cdot E}{m \cdot g} = \frac{4,9 \cdot 10^{-9} \cdot 10^5}{4 \cdot 10^{-4} \cdot 9,81} = 0,1248$$

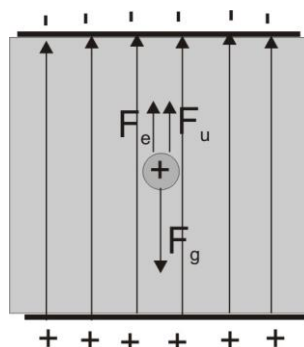
$$\alpha = 7,117^\circ$$

4.47. Aluminijsku kuglicu mase 9 g, naboja 10^{-7} C, stavimo u ulje. Kolika je jakost električnog polja koje djeluje na kuglicu ako kuglica u ulju lebdi, a polje ima smjer vertikalno prema gore?

$$m = 9 \text{ [g]} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ [kg]}$$

$$Q = 10^{-7} \text{ [C]}$$

$$E = ?$$



$$F_G = m \cdot g$$

$$F_U = \rho \cdot V \cdot g$$

$$F_E = Q \cdot E$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{9 \cdot 10^{-3}}{2700} = 3,33 \cdot 10^{-6} \text{ [m}^3\text{]}$$

$$F_G = F_U + F_E$$

$$m \cdot g = \rho \cdot V \cdot g + Q \cdot E$$

$$E = \frac{m \cdot g - \rho \cdot V \cdot g}{Q}$$

$$E = \frac{9 \cdot 10^{-3} \cdot 9,81 - 900 \cdot 3,33 \cdot 10^{-6} \cdot 9,81}{10^{-7}} = 588600 \left[\frac{\text{V}}{\text{m}} \right]$$