

Zadatak 041 (Anamarija, gimnazija)

Koliku brzinu postigne elektron ako se u vakuumu ubrzava homogenim poljem jakosti 10 N/C u vremenu 1 μ s? ($e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ C, $m = 9.11 \cdot 10^{-31}$ kg)

Rješenje 041

$$E = 10 \text{ N/C}, \quad t = 1 \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ s}, \quad e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}, \quad m = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}, \quad v = ?$$

$$\left. \begin{array}{l} v = a \cdot t \\ F = m \cdot a, \quad F = e \cdot E \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} v = a \cdot t \\ m \cdot a = e \cdot E \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} a = \frac{v}{t} \\ a = \frac{e \cdot E}{m} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{v}{t} = \frac{e \cdot E}{m} \quad | \cdot t \Rightarrow v = \frac{e \cdot E}{m} \cdot t =$$

$$= \frac{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{C}}}{9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}} \cdot 10^{-6} \text{ s} = 1.76 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 1760 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Vježba 041

Koliku brzinu postigne elektron ako se u vakuumu ubrzava homogenim poljem jakosti 20 N/C u vremenu 1 μ s? ($e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ C, $m = 9.11 \cdot 10^{-31}$ kg)

Rezultat: 3510 km/s.

Zadatak 042 (Anamarija, gimnazija)

Kroz bakrenu žicu presjeka 1 mm² teče struja jakosti 10 A. Kolikom silom djeluje električno polje na svaki elektron u žici? ($\rho = 0.0172 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$, $e = 1.602 \cdot 10^{-19}$ C)

Rješenje 042

$$S = 1 \text{ mm}^2 = 10^{-6} \text{ m}^2, \quad I = 10 \text{ A}, \quad \rho = 0.0172 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}, \quad e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}, \quad F = ?$$

$$\left. \begin{array}{l} F = e \cdot E, \quad E = \frac{U}{d} \\ U = I \cdot R, \quad R = \rho \cdot \frac{d}{S} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} F = e \cdot \frac{U}{d} \\ U = I \cdot R, \quad R = \rho \cdot \frac{d}{S} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} F = e \cdot \frac{I \cdot R}{d} \\ R = \rho \cdot \frac{d}{S} \end{array} \right\} \Rightarrow F = e \cdot \frac{I \cdot \rho \cdot \frac{d}{S}}{d} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F = e \cdot \frac{I \cdot \rho}{S} = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot \frac{10 \text{ A} \cdot 0.0172 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}}{10^{-6} \text{ m}^2} = 2.76 \cdot 10^{-20} \text{ N}$$

Vježba 042

Kroz bakrenu žicu presjeka 1 mm² teče struja jakosti 20 A. Kolikom silom djeluje električno polje na svaki elektron u žici? ($\rho = 0.0172 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$, $e = 1.602 \cdot 10^{-19}$ C)

Rezultat: $5.51 \cdot 10^{-20}$ N.

Zadatak 043 (Anamarija, gimnazija)

Odredite jakost električnog polja u bakrenoj žici polumjera 0.5 mm kada kroz nju teče struja jakosti 10 A. ($\rho = 0.0172 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$)

Rješenje 043

$$r = 0.5 \text{ mm} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}, \quad I = 10 \text{ A}, \quad \rho = 0.0172 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}, \quad E = ?$$

$$\left. \begin{array}{l} U = I \cdot R, \quad E = \frac{U}{d} \\ R = \rho \cdot \frac{d}{S} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} E = \frac{I \cdot R}{d} \\ R = \rho \cdot \frac{d}{S} \end{array} \right\} \Rightarrow E = \frac{I \cdot \rho \cdot \frac{d}{S}}{d} \Rightarrow E = \frac{I \cdot \rho}{S} \Rightarrow E = \frac{I \cdot \rho}{r^2 \cdot \pi}$$

$$= \frac{10 \text{ A} \cdot 0.0172 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}}{(5 \cdot 10^{-4} \text{ m})^2 \cdot \pi} = 0.22 \frac{\text{V}}{\text{m}} \left(0.22 \frac{\text{N}}{\text{C}} \right).$$

Vježba 043

Odredite jakost električnog polja u bakrenoj žici polumjera 0.5 mm kada kroz nju teče struja jakosti 20 A. ($\rho = 0.0172 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$)

Rezultat: $0.44 \frac{\text{V}}{\text{m}} \left(0.44 \frac{\text{N}}{\text{C}} \right).$

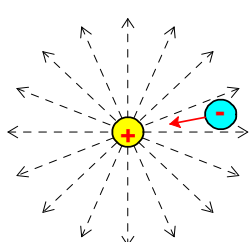
Zadatak 044 (Slavica, strojarski fakultet)

Odredite električno polje protona na udaljenosti 0.05 nm. Kolika je sila na elektron u toj točki? (elementarni električni naboj $e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $k = 8.99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$)

Rješenje 044

$$r = 0.05 \text{ nm} = 5 \cdot 10^{-11} \text{ m}, \quad Q_1 (\text{proton}) = +e = +1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}, \\ Q_2 (\text{elektron}) = -e = -1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}, \quad k = 8.99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2, \quad E = ?, \quad F = ?$$

Ako je izvor električnog polja točkasta množina naboja Q smještena u prazninu (vakuumu), onda je jakost električnog polja u nekoj točki polja na udaljenosti r od naboja dana (prema Coulombovu zakonu) izrazom:



$$E = k \cdot \frac{Q}{r^2} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{električno polje} \\ \text{protona} \end{array} \right] \Rightarrow E = k \cdot \frac{Q_1}{r^2} \Rightarrow E = k \cdot \frac{e}{r^2} = \\ = 8.99 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{(5 \cdot 10^{-11} \text{ m})^2} = 5.76 \cdot 10^{11} \frac{\text{N}}{\text{C}}.$$

Sila na elektron u toj točki glasi:

$$F = Q_2 \cdot E \Rightarrow F = -e \cdot E = -1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 5.76 \cdot 10^{11} \frac{\text{N}}{\text{C}} = -9.23 \cdot 10^{-8} \text{ N}.$$

Predznak minus znači da je sila privlačna.

Vježba 044

Odredite električno polje protona na udaljenosti $5 \cdot 10^{-2} \text{ nm}$. Kolika je sila na elektron u toj točki? (elementarni električni naboj $e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $k = 8.99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$)

Rezultat: $E = 5.76 \cdot 10^{11} \frac{\text{N}}{\text{C}}, \quad F = -9.23 \cdot 10^{-8} \text{ N}.$

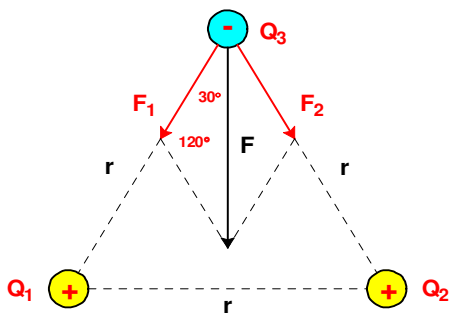
Zadatak 045 (Slavica, strojarski fakultet)

U vrhovima jednakostraničnog trokuta stranice 1 nm nalaze se dva protona i elektron. Kolika je električna sila na elektron? (elementarni električni naboj $e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $k = 8.99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$)

Rješenje 045

$$r = 1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}, \quad Q_1 (\text{proton}) = +e = +1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}, \\ Q_2 (\text{proton}) = +e = +1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}, \quad Q_3 (\text{elektron}) = -e = -1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}, \quad k = 8.99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2, \\ F = ?$$

Između naboja Q_1 (proton) i Q_3 (elektron) djeluje privlačna sila F_1 (naboji imaju suprotne predznake), a između Q_2 (proton) i Q_3 (elektron), također, djeluje privlačna sila F_2 . Iz slike vidi se da na naboj Q_3 (elektron) djeluju sile F_1 i F_2 kojima je rezultantna sila F .



$$\begin{aligned}
 \left. \begin{aligned} F_1 &= k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_3}{r^2} \\ F_2 &= k \cdot \frac{Q_2 \cdot Q_3}{r^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} F_1 &= -k \cdot \frac{e^2}{r^2} \\ F_2 &= -k \cdot \frac{e^2}{r^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} F_1 &= -k \cdot \left(\frac{e}{r}\right)^2 \\ F_2 &= -k \cdot \left(\frac{e}{r}\right)^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \\
 \Rightarrow [F_1 = F_2] &\Rightarrow F_1 = F_2 = \\
 &= -8.99 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \cdot \left(\frac{1.602 \cdot 10^{-19} C}{10^{-9} m}\right)^2 = -2.31 \cdot 10^{-10} N.
 \end{aligned}$$

Sile su privlačne.

Rezultantnu silu F računski ćemo odrediti pomoću kosinusa poučka:

$$\begin{aligned}
 F^2 &= F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos 120^\circ \Rightarrow F^2 = F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) \Rightarrow [F_1 = F_2] \Rightarrow \\
 \Rightarrow F^2 &= F_1^2 + F_1^2 + F_1^2 \Rightarrow F^2 = 3 \cdot F_1^2 \quad / \sqrt{\quad} \Rightarrow F = F_1 \cdot \sqrt{3} = 2.31 \cdot 10^{-10} N \cdot \sqrt{3} = 4 \cdot 10^{-10} N.
 \end{aligned}$$

Vježba 045

U vrhovima jednakostraničnog trokuta stranice 1 nm nalaze se dva elektrona i proton. Kolika je električna sila na proton? (elementarni električni naboj $e = 1.602 \cdot 10^{-19} C$, $k = 8.99 \cdot 10^9 Nm^2/C^2$)

Rezultat: $F = 4 \cdot 10^{-10} N$.

Zadatak 046 (Ivana, maturantica)

Kolika je jakost električnog polja koje elektronu daje akceleraciju $9.81 m/s^2$? (naboj elektrona $e = 1.602 \cdot 10^{-19} C$, masa elektrona $m = 9.11 \cdot 10^{-31} kg$)

Rješenje 046

$$a = 9.81 m/s^2, \quad e = 1.602 \cdot 10^{-19} C, \quad m = 9.11 \cdot 10^{-31} kg, \quad E = ?$$

$$\left. \begin{aligned} F &= e \cdot E - \text{električna sila} \\ F &= m \cdot a - \text{drugi Newtonov poučak} \end{aligned} \right\} \Rightarrow e \cdot E = m \cdot a \Rightarrow E = \frac{m \cdot a}{e} =$$

$$= \frac{9.11 \cdot 10^{-31} kg \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}}{1.602 \cdot 10^{-19} C} = 5.58 \cdot 10^{-11} \frac{N}{C}.$$

Vježba 046

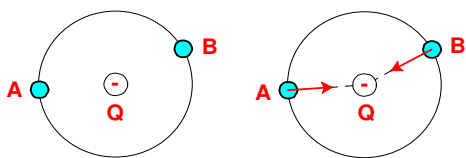
Kolika je jakost električnog polja koje elektronu daje akceleraciju $19.62 m/s^2$? (naboj elektrona $e = 1.602 \cdot 10^{-19} C$, masa elektrona $m = 9.11 \cdot 10^{-31} kg$)

Rezultat: $1.12 \cdot 10^{-10} \frac{N}{C}$.

Zadatak 047 (Ivana, maturantica)

Je li u točkama A i B jakost električnog polja jednaka? Nacrtajte vektore električnog polja u tim točkama?

Rješenje 047



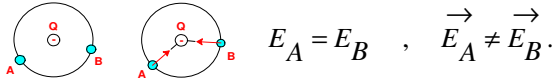
Budući da su točke A i B na istoj udaljenosti od točkaste množine naboja Q , slijedi da su vektori po iznosu jednaki, a po smjeru različiti:

$$E_A = E_B, \quad \vec{E}_A \neq \vec{E}_B.$$

Vježba 047

Je li u točkama A i B jakost električnog polja jednaka? Nacrtajte vektore električnog polja u tim točkama?

Rezultat:



Zadatak 048 (Ivana, maturantica)

Poznato je da jakost električnog polja na površini Zemlje iznosi 130 N/C. Kolikom (negativnom) količinom naboja je naelektrizirana Zemlja ako je njezin polumjer 6370 km? ($\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$)

Rješenje 048

$$E = 130 \text{ N/C}, \quad R = 6370 \text{ km} = 6.37 \cdot 10^6 \text{ m}, \quad \epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2, \quad Q = ?$$

$$E = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R^2} \Rightarrow Q = 4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot R^2 \cdot E =$$

$$= 4 \cdot \pi \cdot 8.854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2} \cdot (6.37 \cdot 10^6 \text{ m})^2 \cdot 130 \frac{\text{N}}{\text{C}} = 5.87 \cdot 10^5 \text{ C}.$$

Vježba 048

Poznato je da jakost električnog polja na površini Zemlje iznosi 130 N/C. Kolikom (negativnom) količinom naboja je naelektrizirana Zemlja ako je njezin polumjer 6400 km? ($\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$)

Rezultat: $5.92 \cdot 10^5 \text{ C}.$

Zadatak 049 (Tony, srednja škola)

Dvije nabijene kugle nakon dodira imaju naboje $Q_1 = 400 \text{ nC}$ i $Q_2 = 200 \text{ nC}$. Kako se odnose njihovi obujmovi?

Rješenje 049

$$Q_1 = 400 \text{ nC}, \quad Q_2 = 200 \text{ nC}, \quad V_1 : V_2 = ?$$

Električni kapacitet vodiča jednak je omjeru naboja Q koji se nalazi na vodiču i potencijala φ :

$$C = \frac{Q}{\varphi}.$$

Dvije nabijene kugle nakon dodira imaju jednake potencijale. Naboj na kuglama nakon dodira je

$$Q_1 = C_1 \cdot \varphi \text{ i } Q_2 = C_2 \cdot \varphi.$$

Kapacitet kugle polumjera R iznosi:

$$C = 4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot R.$$

Budući da su potencijali jednaki, slijedi:

$$\left. \begin{array}{l} Q_1 = C_1 \cdot \varphi \\ Q_2 = C_2 \cdot \varphi \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} \varphi = \frac{Q_1}{C_1} \\ \varphi = \frac{Q_2}{C_2} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{Q_1}{C_1} = \frac{Q_2}{C_2} \Rightarrow \frac{Q_1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot R_1} = \frac{Q_2}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot R_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{Q_1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot R_1} = \frac{Q_2}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot R_2} \quad / \cdot 4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \Rightarrow \frac{Q_1}{R_1} = \frac{Q_2}{R_2} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{Q_1}{Q_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{400 \text{ nC}}{200 \text{ nC}} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = 2 \Rightarrow R_1 = 2 \cdot R_2.$$

Računamo omjer obujmova:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{4}{3} \cdot R_1^3 \cdot \pi}{\frac{4}{3} \cdot R_2^3 \cdot \pi} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{R_1^3}{R_2^3} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^3 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \left(\frac{2 \cdot R_2}{R_2}\right)^3 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = 2^3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = 8 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{8}{1} \Rightarrow V_1 : V_2 = 8 : 1.$$

Vježba 049

Dvije nabijene kugle nakon dodira imaju naboje $Q_1 = 600 \text{ nC}$ i $Q_2 = 200 \text{ nC}$. Kako se odnose njihovi obujmovi?

Rezultat: 27 : 1.

Zadatak 050 (Tony, srednja škola)

Kondenzatore kapaciteta $1 \mu\text{F}$ i $4 \mu\text{F}$ spojimo u seriju i tako spojene priključimo na izvor napona 450 V . a) Koliki je kapacitet tako spojenih kondenzatora?

b) Koliki je napon na priključnicama svakog kondenzatora?

Rješenje 050

$$C_1 = 1 \mu\text{F}, \quad C_2 = 4 \mu\text{F}, \quad U = 450 \text{ V}, \quad C = ?, \quad \varphi_1 = ?, \quad \varphi_2 = ?$$

a) Ukupni kapacitet dva serijski spojena kondenzatora je:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow \frac{1}{C} = \frac{C_2 + C_1}{C_1 \cdot C_2} \Rightarrow C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{1 \mu\text{F} \cdot 4 \mu\text{F}}{1 \mu\text{F} + 4 \mu\text{F}} = 0.8 \mu\text{F}.$$

b) Naboj na svakoj ploči kondenzatora je isti i iznosi $Q = C \cdot U$.

Napon na priključnici prvog kondenzatora iznosi:

$$\varphi_1 = \frac{Q}{C_1} \Rightarrow \varphi = \frac{C \cdot U}{C_1} = \frac{0.8 \mu\text{F} \cdot 450 \text{ V}}{1 \mu\text{F}} = 360 \text{ V}.$$

Napon na priključnici drugog kondenzatora je:

$$\varphi_2 = \frac{Q}{C_2} \Rightarrow \varphi = \frac{C \cdot U}{C_2} = \frac{0.8 \mu\text{F} \cdot 450 \text{ V}}{4 \mu\text{F}} = 90 \text{ V}. \quad [\text{ili } \varphi_2 = 450 \text{ V} - 360 \text{ V} = 90 \text{ V}]$$

Vježba 050

Kondenzatore kapaciteta $2 \mu\text{F}$ i $3 \mu\text{F}$ spojimo u seriju i tako spojene priključimo na izvor napona 450 V .

a) Koliki je kapacitet tako spojenih kondenzatora?

b) Koliki je napon na priključnicama svakog kondenzatora?

Rezultat: $C = 1.2 \mu\text{F}$, $\varphi_1 = 270 \text{ V}$, $\varphi_2 = 180 \text{ V}$.

Zadatak 051 (Tony, srednja škola)

Kondenzator kapaciteta 20 pF nabijen je na napon 500 V . Koliko se topline razvije pri izbijanju kondenzatora ako pretpostavimo da se 80% njegove energije pretvori u toplinu iskre?

Rješenje 051

$$C = 20 \text{ pF} = 2 \cdot 10^{-11} \text{ F}, \quad U = 500 \text{ V}, \quad p = 80\% = 0.80, \quad Q = ?$$

$$\left. \begin{array}{l} Q = p \cdot W \\ W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 \end{array} \right\} \Rightarrow Q = p \cdot \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 = 0.80 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^{-11} \text{ F} \cdot (500 \text{ V})^2 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ J}.$$

Vježba 051

Kondenzator kapaciteta 20 pF nabijen je na napon 500 V . Koliko se topline razvije pri izbijanju kondenzatora ako pretpostavimo da se 80% njegove energije pretvori u toplinu iskre?

Rezultat: $Q = 4 \cdot 10^{-6} \text{ J}$.

Zadatak 052 (Tony, srednja škola)

Kondenzator kapaciteta $4\mu\text{F}$ nabijemo do napona 450 V i spojimo u paralelu s praznim kondenzatorom kapaciteta $5\mu\text{F}$. Koliki će biti kapacitet baterije i koliki joj je napon?

Rješenje 052

$$C_1 = 4\mu\text{F}, \quad U_1 = 450\text{ V}, \quad C_2 = 5\mu\text{F}, \quad C = ?, \quad U = ?$$

Ukupni kapacitet dva paralelno spojena kondenzatora je:

$$C = C_1 + C_2 = 4\mu\text{F} + 5\mu\text{F} = 9\mu\text{F}.$$

Budući da je kondenzator kapaciteta C_1 nabijen do napona U_1 , naboj na njegovim pločama iznosi:

$$Q = C_1 \cdot U_1.$$

Sada računamo kapacitet baterije (količina naboja je ista):

$$Q = C_1 \cdot U_1 = C \cdot U \Rightarrow U = \frac{C_1 \cdot U_1}{C} = \frac{4\mu\text{F} \cdot 450\text{ V}}{9\mu\text{F}} = 200\text{ V}.$$

Vježba 052

Kondenzator kapaciteta $3\mu\text{F}$ nabijemo do napona 450 V i spojimo u paralelu s praznim kondenzatorom kapaciteta $6\mu\text{F}$. Koliki će biti kapacitet baterije i koliki joj je napon?

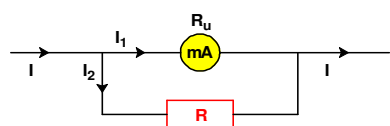
Rezultat: $C = 9\mu\text{F}$, $U = 150\text{ V}$.

Zadatak 053 (Branko, geodetska škola)

Miliampermetar unutarnjeg otpora 4Ω pokazuje pri punom odklonu kazaljke struju jakosti 2 mA . Istim instrumentom želimo izmjeriti struju jakosti 100 mA . Koliki je otpor odgovarajućeg usporednog otpornika?

Rješenje 053

$$R_u = 4\Omega, \quad I_1 = 2\text{ mA} = 2 \cdot 10^{-3}\text{ A}, \quad I = 100\text{ mA} = 0.1\text{ A}, \quad R = ?$$



Sa slike vidi se:

$$I = I_1 + I_2, \quad I_1 \cdot R_u = I_2 \cdot R.$$

Otpor usporednog otpornika iznosi:

$$\left. \begin{array}{l} I = I_1 + I_2 \\ I_1 \cdot R_u = I_2 \cdot R \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} I_2 = I - I_1 \\ R = \frac{I_1 \cdot R_u}{I_2} \end{array} \right\} \Rightarrow R = \frac{I_1 \cdot R_u}{I - I_1} = \frac{2 \cdot 10^{-3}\text{ A} \cdot 4\Omega}{0.1\text{ A} - 2 \cdot 10^{-3}\text{ A}} = 0.08\Omega.$$

Vježba 053

Miliampermetar unutarnjeg otpora 8Ω pokazuje pri punom odklonu kazaljke struju jakosti 2 mA . Istim instrumentom želimo izmjeriti struju jakosti 100 mA . Koliki je otpor odgovarajućeg usporednog otpornika?

Rezultat: 0.16Ω .

Zadatak 054 (Anamarija, gimnazija)

Meteorološki balon, polumjera 10 cm , poveća u gornjim slojevima atmosfere svoj polumjer 10% . Za koliko se promijeni potencijal balona?

Rješenje 054

$$r_1 = 10\text{ cm} = 0.1\text{ m}, \quad r_2 = r_1 + \frac{10}{100} \cdot r_1 = r_1 + 0.10 \cdot r_1 = 1.10 \cdot r_1 = 1.10 \cdot 0.1\text{ m} = 0.11\text{ m},$$

$\Delta\varphi = ?$

Ako je izvor električnog polja točkasta množina naboja Q ili nabijena kugla, onda je potencijal u točki na udaljenost r od naboja, odnosno središta kugle, za vakuum jednak

$$\varphi = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r}.$$

Promjena potencijala balona iznosi:

$$\Delta\varphi = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\varphi_1} \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{\varphi_2}{\varphi_1} - \frac{\varphi_1}{\varphi_1} \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{\varphi_2}{\varphi_1} - 1 \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{\frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r_2}}{\frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r_1}} - 1 \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{r_1}{r_2} - 1 =$$

$$= \frac{0.1 \text{ m}}{0.11 \text{ m}} - 1 = -0.09 = -\frac{9}{100} = -9\%.$$

Potencijal se smanjio 9%.

Vježba 054

Meteorološki balon, polumjera 10 cm, poveća u gornjim slojevima atmosfere svoj polumjer 5%. Za koliko se promijeni potencijal balona?

Rezultat: Potencijal se smanjio 5%.

Zadatak 055 (Anamarija, gimnazija)

Meteorološki balon, polumjera 10 cm, poveća u gornjim slojevima atmosfere svoj polumjer 10%. Za koliko se promijeni jakost električnog polja na njemu?

Rješenje 055


$$r_1 = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}, \quad r_2 = r_1 + \frac{10}{100} \cdot r_1 = r_1 + 0.10 \cdot r_1 = 1.10 \cdot r_1 = 1.10 \cdot 0.1 \text{ m} = 0.11 \text{ m},$$

$\Delta E = ?$

Ako je izvor električnog polja točkasta množina naboja Q smještena u praznini (vakuumu), onda je jakost električnog polja u nekoj točki polja na udaljenosti r od naboja dana (prema Coulombovu zakonu) izrazom

$$E = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2}.$$

Promjena jakosti električnog polja na balonu iznosi:



$$\Delta E = \frac{E_2 - E_1}{E_1} \Rightarrow \Delta E = \frac{E_2}{E_1} - \frac{E_1}{E_1} \Rightarrow \Delta E = \frac{E_2}{E_1} - 1 \Rightarrow \Delta E = \frac{\frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r_2^2}}{\frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r_1^2}} - 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta E = \frac{r_1^2}{r_2^2} - 1 \Rightarrow \Delta E = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 - 1 = \left(\frac{0.1 \text{ m}}{0.11 \text{ m}}\right)^2 - 1 = -0.17 = -\frac{17}{100} = -17\%.$$

Jakost električnog polja smanjila se 17%.

Vježba 055

Meteorološki balon, polumjera 10 cm, poveća u gornjim slojevima atmosfere svoj polumjer 5%. Za koliko se promijeni jakost električnog polja na njemu?

Rezultat: Jakost električnog polja smanjila se 9%.

Zadatak 056 (Maja, medicinska škola)

Količina od N = 27 identičnih kapljica žive, od kojih svaka nosi naboj q = 2 pC i ima polumjer r = 0.1 cm, spoje se u jednu veliku kaplju. Koliki je potencijal velike kaplje? (k = 8.99 · 10⁹ Nm²/C²)

Rješenje 056

$$N = 27, \quad q = 2 \text{ pC} = 2 \cdot 10^{-12} \text{ C}, \quad r = 0.1 \text{ cm} = 0.001 \text{ m}, \quad k = 8.99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2,$$

$$\varphi = ?$$

Ako je izvor električnog polja točkasta množina naboja Q ili nabijena kugla, onda je potencijal u točki na udaljenosti r od naboja, odnosno središta kugle, za vakuum jednak

$$\varphi = k \cdot \frac{Q}{r}$$

Pretpostavimo da kaplje imaju oblik kuglica. Neka je R polumjer velike kaplje. Iz jednakosti volumena slijedi:

$$\frac{4}{3} \cdot R^3 \cdot \pi = N \cdot \frac{4}{3} \cdot r^3 \cdot \pi \quad / \cdot \frac{3}{4 \cdot \pi} \Rightarrow R^3 = N \cdot r^3 \quad / \sqrt[3]{} \Rightarrow R = \sqrt[3]{N \cdot r^3} \Rightarrow R = r \cdot \sqrt[3]{N}$$

Potencijal velike kaplje iznosi:

$$\left. \begin{array}{l} Q = N \cdot q, \quad R = r \cdot \sqrt[3]{N} \\ \varphi = k \cdot \frac{Q}{R} \end{array} \right\} \Rightarrow \varphi = k \cdot \frac{N \cdot q}{r \cdot \sqrt[3]{N}} = 8.99 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \cdot \frac{27 \cdot 2 \cdot 10^{-12} C}{0.001 m \cdot \sqrt[3]{27}} = 161.82 V$$

Vježba 056

Količina od N = 8 identičnih kapljica žive, od kojih svaka nosi naboj q = 2 pC i ima polumjer r = 0.1 cm, spoje se u jednu veliku kaplju. Koliki je potencijal velike kaplje? (k = 8.99 · 10⁹ Nm²/C²)

Rezultat: 71.92 V.

Zadatak 057 (Ivan, kemijska škola)

Koliku brzinu postigne elektron ako se u vakuumu ubrzava homogenim poljem jakosti 10 N/C u vremenu 1 μs? (naboj elektrona e = 1.602 · 10⁻¹⁹ C, masa elektrona m = 9.11 · 10⁻³¹ kg)

Rješenje 057

$$E = 10 \text{ N/C}, \quad t = 1 \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ s}, \quad e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}, \quad m = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}, \quad v = ?$$

$$\left. \begin{array}{l} F = m \cdot a \\ F = e \cdot E \\ v = a \cdot t \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} m \cdot a = e \cdot E \\ a = \frac{v}{t} \end{array} \right\} \Rightarrow m \cdot \frac{v}{t} = e \cdot E \quad / \cdot \frac{t}{m} \Rightarrow v = \frac{e \cdot E \cdot t}{m}$$

$$= \frac{1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{C}} \cdot 10^{-6} \text{ s}}{9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}} = 1758507.135 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 1.8 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 1800 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Vježba 057

Koliku brzinu postigne elektron ako se u vakuumu ubrzava homogenim poljem jakosti 20 N/C u vremenu 1 μs? (naboj elektrona e = 1.602 · 10⁻¹⁹ C, masa elektrona m = 9.11 · 10⁻³¹ kg)

Rezultat: ≈ 3500 km/s.

Zadatak 058 (Krešimir, student)

Pločasti kondenzator kapaciteta 50 μF spojen je na bateriju i nabijen nabojem 150 μC. Baterija se zatim odvoji od kondenzatora, a među ploče se umjesto zraka stavi sredstvo relativne permitivnosti 2.5. Koliki je tada napon među pločama kondenzatora?

Rješenje 058

$$C = 50 \mu\text{F} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ F}, \quad Q = 150 \mu\text{C} = 1.5 \cdot 10^{-4} \text{ C}, \quad \epsilon_r = 2.5, \quad U_1 = ?$$

Kapacitet pločastog kondenzatora upravno je razmjeran površini S jedne ploče, a obrnuto razmjeran udaljenosti d između ploča:

$$C = \frac{Q}{U} \quad \text{ili} \quad C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{S}{d},$$

gdje je U napon između ploča, ε_r relativna permitivnost sredstva.

Budući da su zadani kapacitet kondenzatora C i naboj Q, napon među pločama iznosi:

$$C = \frac{Q}{U} \Rightarrow U = \frac{Q}{C}$$

Kada je među pločama zrak za kapacitet kondenzatora, dakle, vrijedi:

$$\left. \begin{array}{l} C = \frac{Q}{U} \\ C = \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{Q}{U} = \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d} \Rightarrow Q = \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d} \cdot U.$$

Kada je među pločama sredstvo relativne permitivnosti ϵ_r za kapacitet kondenzatora vrijedi:

$$\left. \begin{array}{l} C = \frac{Q}{U_1} \\ C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{S}{d} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{Q}{U_1} = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{S}{d} \Rightarrow Q = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{S}{d} \cdot U_1.$$

Iz sustava jednačbi dobije se traženi napon U_1 :

$$\left. \begin{array}{l} Q = \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d} \cdot U \\ Q = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{S}{d} \cdot U_1 \end{array} \right\} \Rightarrow \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d} \cdot U = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{S}{d} \cdot U_1 \cdot \frac{d}{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot S} \Rightarrow U_1 = \frac{1}{\epsilon_r} \cdot U \Rightarrow U_1 = \frac{1}{\epsilon_r} \cdot \frac{Q}{C} =$$

$$= \frac{1}{2.5} \cdot \frac{1.5 \cdot 10^{-4} \text{ C}}{5 \cdot 10^{-5} \text{ F}} = 1.2 \text{ V}.$$

Vježba 058

Pločasti kondenzator kapaciteta $50 \mu\text{F}$ spojen je na bateriju i nabijen nabojem $150 \mu\text{C}$. Baterija se zatim odvoji od kondenzatora, a među ploče se umjesto zraka stavi sredstvo relativne permitivnosti 1.5. Koliki je tada napon među pločama kondenzatora? ($\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$)

Rezultat: 2 V.

Zadatak 059 (Malecka, medicinska škola)

Potencijal u točki A iznosi 600 V, a potencijal u točki B iznosi 200 V. Koliki rad treba obaviti da se naboj od 20 mAs premjesti iz točke A u točku B?

Rješenje 059

$$\varphi_A = 600 \text{ V}, \quad \varphi_B = 200 \text{ V}, \quad Q = 20 \text{ mAs} = 20 \text{ mC} = 0.02 \text{ C}, \quad W = ?$$

Rad što se utroši pri prijenosu naboja Q iz točke potencijala φ_1 u točku potencijala φ_2 jednak je promjeni potencijalne energije naboja, tj.

$$W = Q \cdot (\varphi_1 - \varphi_2).$$

Obavljeni rad iznosi:

$$W = Q \cdot (\varphi_A - \varphi_B) = 0.02 \text{ C} \cdot (600 \text{ V} - 200 \text{ V}) = 8 \text{ J}.$$

Vježba 059

Potencijal u točki A iznosi 700 V, a potencijal u točki B iznosi 300 V. Koliki rad treba obaviti da se naboj od 20 mAs premjesti iz točke A u točku B?

Rezultat: 8 J.

Zadatak 060 (Mimi, gimnazija)

Električna energija pločastog kondenzatora, kapaciteta $25 \mu\text{F}$, iznosi 2 J. Koliki je napon na krajevima kondenzatora?

Rješenje 060

$$C = 25 \mu\text{F} = 2.5 \cdot 10^{-5} \text{ F}, \quad W = 2 \text{ J}, \quad U = ?$$

Energija nabijenog kondenzatora jednaka je

$$W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2,$$

gdje je C kapacitet kondenzatora, U napon između ploča kondenzatora.

Napon na krajevima kondenzatora iznosi:

$$W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 \Rightarrow 2 \cdot W = C \cdot U^2 \Rightarrow U^2 = \frac{2 \cdot W}{C} \sqrt{} \Rightarrow U = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{C}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \text{ J}}{2.5 \cdot 10^{-5} \text{ F}}} = 400 \text{ V}.$$

Vježba 060

Električna energija pločastog kondenzatora, kapaciteta 50 μF , iznosi 4 J. Koliki je napon na krajevima kondenzatora?

Rezultat: 400 V.

www.halapa.com