

Zadatak 141 (Mirela, medicinska škola)

Odredite omjer naboja i mase čestice koja gibajući se iz točke u kojoj potencijal iznosi 6000 V u točku s potencijalom 3400 V postiže brzinu od $5 \cdot 10^5$ m/s. Početna brzina čestice je nula.

Rješenje 141

$$\varphi_1 = 6000 \text{ V}, \quad \varphi_2 = 3400 \text{ V}, \quad v = 5 \cdot 10^5 \text{ m/s}, \quad v_0 = 0 \text{ m/s}, \quad \frac{Q}{m} = ?$$

Razlika potencijala naziva se napon i možemo ga izračunati kao

$$U = \varphi_1 - \varphi_2.$$

Napon između dvije točke električnog polja jednak je radu što ga treba utrošiti pri prenošenju naboja Q iz jedne točke u drugu.

$$\left. \begin{array}{l} U = \frac{W}{Q} \\ U = \varphi_1 - \varphi_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{W}{Q} \Rightarrow W = Q \cdot (\varphi_1 - \varphi_2).$$

Tijelo mase m i brzine v ima kinetičku energiju

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2.$$

Kad tijelo obavlja rad, mijenja mu se energija. Promjena energije tijela jednaka je utrošenom radu. Budući da je utrošeni rad W, da bi se čestica ubrzala do brzine v, jednak promjeni njezine kinetičke energije ΔE_k , slijedi:

$$\begin{aligned} & \left. \begin{array}{l} W = Q \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) \\ W = \Delta E_k, \quad \Delta E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2 \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} W = Q \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) \\ W = \Delta E_k, \quad \Delta E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \end{array} \right\} \Rightarrow \\ \Rightarrow & \left. \begin{array}{l} W = Q \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) \\ W = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \end{array} \right\} \Rightarrow Q \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \Rightarrow Q \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \cdot \frac{1}{m \cdot (\varphi_1 - \varphi_2)} \Rightarrow \\ & \Rightarrow \frac{Q}{m} = \frac{v^2}{2 \cdot (\varphi_1 - \varphi_2)} = \frac{\left(5 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \cdot (6000 \text{ V} - 3400 \text{ V})} = 4.81 \cdot 10^7 \frac{\text{C}}{\text{kg}}. \end{aligned}$$

Vježba 141

Odredite omjer naboja i mase čestice koja gibajući se iz točke u kojoj potencijal iznosi 7000 V u točku s potencijalom 4400 V postiže brzinu od $5 \cdot 10^5$ m/s. Početna brzina čestice je nula.

Rezultat: $4.81 \cdot 10^7 \text{ C/kg}$.

Zadatak 142 (Mirela, medicinska škola)

Dva jednaka pozitivna naboja iznosa $1 \mu\text{C}$ smještene su u vakuumu u dva vrha jednakostraničnog trokuta stranice 0.5 m. Koliki je iznos električnog polja u trećem vrhu trokuta? ($k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$)

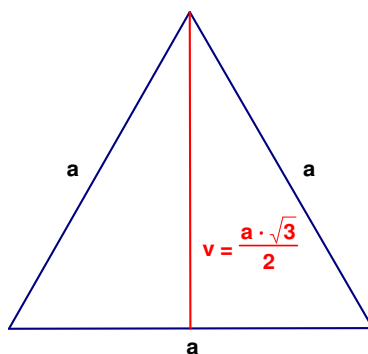
Rješenje 142

$$Q_1 = Q_2 = Q = 1 \mu\text{C} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ C}, \quad r = a = 0.5 \text{ m}, \quad k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}, \quad E_3 = ?$$

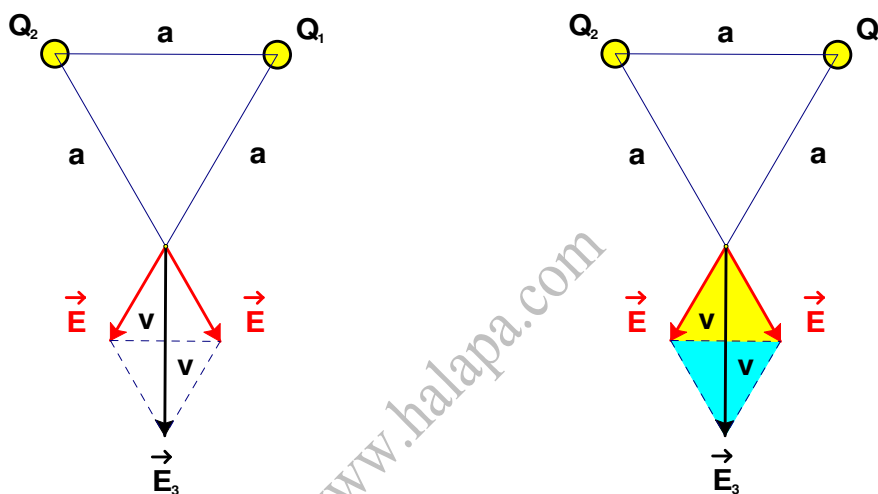
Ako je izvor električnog polja točkasta množina naboja Q smještena u praznini (vakuumu), onda je jakost električnog polja u nekoj točki polja na udaljenosti r od naboja dana (prema Coulombovu zakonu) izrazom

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

Jednakostraničan trokut ima sve tri stranice jednake. Visine su trokuta dužine kojima je jedan kraj vrh trokuta, a drugi sjecište okomice (koja prolazi promatranim vrhom) s pravcem na kojem leži suprotna stranica trokuta.



Sa slike vidi se.



Računamo iznose električnih polja od naboja Q_1 i Q_2 u trećem vrhu jednakostraničnog trokuta duljine stranice a .

$$\left. \begin{array}{l} E_1 = k \cdot \frac{Q_1}{r^2} \\ E_2 = k \cdot \frac{Q_2}{r^2} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} E_1 = k \cdot \frac{Q}{a^2} \\ E_2 = k \cdot \frac{Q}{a^2} \end{array} \right\} \Rightarrow E_1 = E_2 = E = k \cdot \frac{Q}{a^2}.$$

Iznos električnog polja E_3 u trećem vrhu trokuta je:

$$\left. \begin{array}{l} \left| \vec{E}_3 \right| = 2 \cdot v \\ v = \frac{E \cdot \sqrt{3}}{2} \\ E = k \cdot \frac{Q}{a^2} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} \left| \vec{E}_3 \right| = 2 \cdot v \\ v = \frac{k \cdot \frac{Q}{a^2} \cdot \sqrt{3}}{2} \end{array} \right\} \Rightarrow \left| \vec{E}_3 \right| = 2 \cdot \frac{k \cdot \frac{Q}{a^2} \cdot \sqrt{3}}{2} \Rightarrow \left| \vec{E}_3 \right| = 2 \cdot \frac{k \cdot \frac{Q}{a^2} \cdot \sqrt{3}}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left| \vec{E}_3 \right| = \frac{k \cdot Q \cdot \sqrt{3}}{a^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \cdot 1 \cdot 10^{-6} C \cdot \sqrt{3}}{(0.5 \text{ m})^2} = 62353.83 \frac{N}{C} \left(\frac{V}{m} \right) = 62.35383 \frac{kN}{C} \left(\frac{kV}{m} \right).$$

Zapamti!

$$\frac{N}{C} = \frac{V}{m}$$

Vježba 142

Dva jednaka pozitivna naboja iznosa 1000 nC smještena su u vakuumu u dva vrha jednakostraničnog trokuta stranice 50 cm. Koliki je iznos električnog polja u trećem vrhu trokuta? ($k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$)

Rezultat: 62.35383 kV/m.

Zadatak 143 (Megy, gimnazija)

Tri kondenzatora jednakog kapaciteta spojena su serijski i imaju ekvivalentni kapacitet C između točaka A i B. Ako jedan od kondenzatora kratko spojimo vodičem zanemarivog kapaciteta ekvivalentni kapacitet spoja bit će:

A) $2 \cdot C$ B) $\frac{3}{2} \cdot C$ C) $\frac{2}{3} \cdot C$ D) $\frac{1}{3} \cdot C$ E) $\frac{1}{6} \cdot C$

Rješenje 143

$$C, \quad X_1 = X_2 = X_3 = X, \quad C' = ?$$

Kapacitet C za n serijski spojenih kondenzatora možemo izračunati prema formuli:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

Recipročna vrijednost kapaciteta ekvivalentnog kondenzatora jednaka je zbroju recipročnih vrijednosti kapaciteta svakog pojedinog kondenzatora.



Budući da su tri kondenzatora, jednakog kapaciteta, spojena u seriju i imaju ekvivalentni kapacitet C, kapacitet svakoga pojedinog iznosi:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{X} + \frac{1}{X} + \frac{1}{X} \Rightarrow \frac{1}{C} = \frac{3}{X} \Rightarrow X = 3 \cdot C$$

Ako jedan od kondenzatora kratko spojimo, ekvivalentni kapacitet C' bit će:

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{X} + \frac{1}{X} \Rightarrow \frac{1}{C'} = \frac{2}{X} \Rightarrow 2 \cdot C' = X \Rightarrow 2 \cdot C' = 3 \cdot C \quad /: 2 \Rightarrow C' = \frac{3}{2} \cdot C$$

Odgovor je pod B.

Vježba 143

Četiri kondenzatora jednakog kapaciteta spojena su serijski i imaju ekvivalentni kapacitet C između točaka A i B. Ako jedan od kondenzatora kratko spojimo vodičem zanemarivog kapaciteta ekvivalentni kapacitet spoja bit će:

A) $3 \cdot C$ B) $\frac{3}{4} \cdot C$ C) $\frac{4}{3} \cdot C$ D) $\frac{1}{4} \cdot C$ E) $\frac{1}{3} \cdot C$

Rezultat: C.

Zadatak 144 (Megy, gimnazija)

U Millikanovu pokusu ustanovljeno je da kapljica ulja može imati naboj Q , $\frac{3 \cdot Q}{2}$, $2 \cdot Q$ i $\frac{5 \cdot Q}{2}$. Iz toga možemo zaključiti da je naboj kvantiziran pa je najmanja količina naboja:

- A) $\frac{Q}{2}$ B) Q C) $1.5 \cdot Q$ D) $2 \cdot Q$ E) $2.5 \cdot Q$

Rješenje 144

Električni naboj elektrona i protona ima isti iznos: $1.602 \cdot 10^{-19}$ C. To je najmanja količina naboja koju su fizičari dosad otkrili pokusima i zove se **elementarni naboj**. Utvrđeno je da se električni naboji javljaju samo u cjelobrojnim višekratnicima tog elementarnog naboja. Kažemo da je naboj kvantiziran, sastavljen od osnovnih kvanta elektriciteta

$$Q = N \cdot e,$$

gdje je N cijeli broj, e elementarni naboj.

Naboje koje može imati kapljica ulja možemo prikazati na sljedeći način:

$$\left. \begin{array}{l} Q = 2 \cdot \frac{Q}{2} \\ \frac{3 \cdot Q}{2} = 3 \cdot \frac{Q}{2} \\ 2 \cdot Q = 4 \cdot \frac{Q}{2} \\ \frac{5 \cdot Q}{2} = 5 \cdot \frac{Q}{2} \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{kvantizacija naboja} \\ Q = N \cdot e \end{array} \right] \Rightarrow \left. \begin{array}{l} Q = 2 \cdot \frac{Q}{2} \\ \frac{3 \cdot Q}{2} = 3 \cdot \frac{Q}{2} \\ 2 \cdot Q = 4 \cdot \frac{Q}{2} \\ \frac{5 \cdot Q}{2} = 5 \cdot \frac{Q}{2} \end{array} \right\}$$

Najmanja količina naboja je $\frac{Q}{2}$. Odgovor je pod A.

Vježba 144

U Millikanovu pokusu ustanovljeno je da kapljica ulja može imati naboj $3 \cdot Q$, $\frac{5 \cdot Q}{2}$, $4 \cdot Q$ i $\frac{7 \cdot Q}{2}$. Iz toga možemo zaključiti da je naboj kvantiziran pa je najmanja količina naboja:

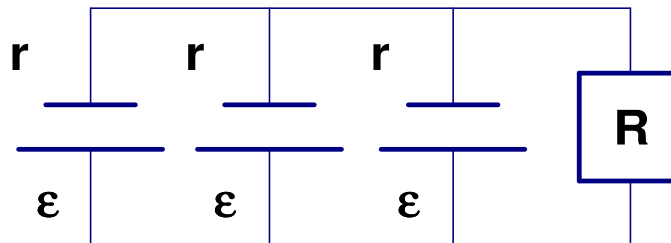
- A) $\frac{Q}{2}$ B) Q C) $1.5 \cdot Q$ D) $2 \cdot Q$ E) $2.5 \cdot Q$

Rezultat: A.

Zadatak 145 (Megy, gimnazija)

Tri jednaka izvora elektromotornog napona $\varepsilon = 1.5$ V, unutarnjeg otpora $r = 6 \Omega$ spojena su kao na slici na otpornik otpora $R = 18 \Omega$. Kolika struja prolazi kroz otpornik R?

- A) 0.45 A B) 0.36 A C) 0.24 A D) 0.083 A E) 0.075 A

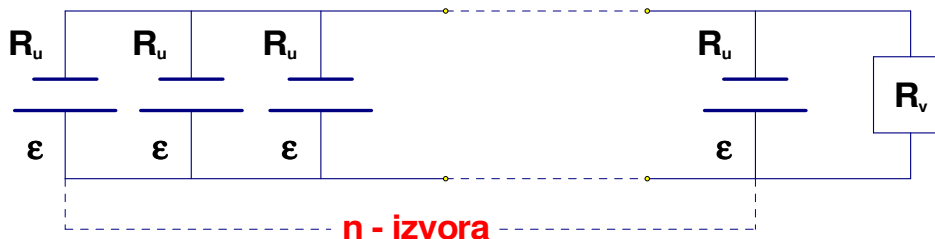


Rješenje 145

$$\varepsilon = 1.5 \text{ V}, \quad r = 6 \Omega, \quad R = 18 \Omega, \quad I = ?$$

Pri usporednom (paralelnom) spajanju n jednakih izvora elektromotornog napona ε i unutarnjeg otpora R_u jakost struje je jednaka

$$I = \frac{\varepsilon}{\frac{R_u}{n} + R_v}$$



Budući da su tri jednaka izvora elektromotornog napona ε i unutarnjeg otpora r spojeni usporedno, struja I koja prolazi kroz otpornik R iznosi:

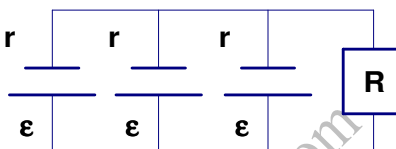
$$I = \frac{\varepsilon}{\frac{r}{n} + R} = \frac{1.5 \text{ V}}{\frac{6 \Omega}{3} + 18 \Omega} = 0.075 \text{ A.}$$

Odgovor je pod E.

Vježba 145

Tri jednaka izvora elektromotornog napona $\varepsilon = 3 \text{ V}$, unutarnjeg otpora $r = 6 \Omega$ spojena su kao na slici na otpornik otpora $R = 18 \Omega$. Kolika struja prolazi kroz otpornik R ?

- A) 0.25 A B) 0.15 A C) 0.05 A D) 0.30 A E) 0.10 A



Rezultat: B.

Zadatak 146 (Emy, gimnazija)

Napon na krajevima kondenzatora iznosi 2 kV. Kada se kondenzator "isprazni" spajanjem njegovih ploča metalnim vodičem u vodiču se oslobodi količina topline 627 J. Koliki je kapacitet kondenzatora?

Rješenje 146

$$U = 2 \text{ kV} = 2000 \text{ V}, \quad Q = 627 \text{ J}, \quad C = ?$$

Energija nabijenog kondenzatora kapaciteta C i napona među pločama U jednaka je

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

Zakon očuvanja energije:

- Energija se ne može ni stvoriti ni uništiti, već samo pretvoriti iz jednog oblika u drugi.
- Ukupna energija zatvorenog (izoliranog) sustava konstantna je bez obzira na to koji se procesi zbivaju u tom sustavu.
- Kad se u nekom procesu pojavi gubitak nekog oblika energije, mora se pojaviti i jednak prirast nekog drugog oblika energije.



Budući da se, zbog zakona očuvanja energije, električna energija kondenzatora potpuno pretvori u toplinsku energiju vodiča, slijedi:

$$\left. \begin{array}{l} W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 \\ W = Q \end{array} \right\} \Rightarrow Q = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 \Rightarrow Q = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 \cdot \frac{2}{U^2} \Rightarrow C = \frac{2 \cdot Q}{U^2} =$$

$$= \frac{2 \cdot 627 \text{ J}}{(2000 \text{ V})^2} = 3.135 \cdot 10^{-4} \text{ F} = 313.5 \text{ } \mu\text{F}.$$

Vježba 146

Napon na krajevima kondenzatora iznosi 2 kV. Kada se kondenzator "isprazni" spajanjem njegovih ploča metalnim vodičem u vodiču se oslobodi količina topline 1254 J. Koliki je kapacitet kondenzatora?

Rezultat: 627 μF .

Zadatak 147 (Ljilja, gimnazija)

Potencijal u unutrašnjosti nabijene šuplje metalne kugle

- A) pada prema središtu kugle
- B) povećava se prema središtu kugle
- C) jednak je nuli
- D) ne mijenja se
- E) rješenje ovisi o predznaku naboja.

Rješenje 147

Budući da je potencijal u unutrašnjosti vodiča konstantan i jednak potencijalu površine vodiča, slijedi da se potencijal u unutrašnjosti nabijene šuplje kugle ne mijenja.

Odgovor je pod D.

Važno je zapamtiti da se i električno polje nabijenog vodiča u svim točkama prostora neće promijeniti, ako puni masivni vodič zamijenimo sa šupljim vodičem jednakog oblika.

Vježba 147

Potencijal u unutrašnjosti nabijene šuplje metalne kugle

- A) pada prema središtu kugle
- B) povećava se prema središtu kugle
- C) jednak je nuli
- D) jednak je potencijalu na površini kugle
- E) rješenje ovisi o predznaku naboja.

Rezultat: D.

Zadatak 148 (Sandy, gimnazija)

Električna energija nabijenog kondenzatora, kapaciteta 25 μF , iznosi 2 J.

- a) Koliki je napon na krajevima kondenzatora?
- b) Koliki je naboj na svakoj ploči kondenzatora?
- c) Kolika je energija kondenzatora ako se jedna ploča uzemlji?

Rješenje 148

$$C = 25 \text{ } \mu\text{F} = 2.5 \cdot 10^{-5} \text{ F}, \quad W = 2 \text{ J}, \quad U = ?, \quad Q = ?, \quad W_1 = ?$$

Energija nabijenog kondenzatora kapaciteta C i napona među pločama U jednaka je

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

Kapacitet pločastog kondenzatora:

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

gdje je U napon između ploča.

a) Napon na krajevima ploča kondenzatora iznosi:

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

b) Računamo naboj Q na ploči kondenzatora.

1. inačica

$$Q = C \cdot U = 2.5 \cdot 10^{-5} \text{ F} \cdot 400 \text{ V} = 0.01 \text{ C}.$$

2. inačica

$$W = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot U \Rightarrow W = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot U \cdot \frac{2}{U} \Rightarrow Q = \frac{2 \cdot W}{U} = \frac{2 \cdot 2 \text{ J}}{400 \text{ V}} = 0.01 \text{ C}.$$

c) Budući da je jedna ploča kondenzatora uzemljena, napon između ploča smanjit će se za polovicu, tj.

$$U_1 = \frac{1}{2} \cdot U,$$

dok kapacitet kondenzatora ostaje isti. Energija kondenzatora, kada se jedna ploča uzemlji, iznosi:

$$\begin{aligned} W_1 &= \frac{1}{2} \cdot C \cdot U_1^2 \Rightarrow W_1 = \frac{1}{2} \cdot C \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot U\right)^2 \Rightarrow W_1 = \frac{1}{2} \cdot C \cdot \frac{1}{4} \cdot U^2 \Rightarrow W_1 = \frac{1}{4} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2\right) \Rightarrow \\ &\Rightarrow W_1 = \frac{1}{4} \cdot W = \frac{1}{4} \cdot 2 \text{ J} = 0.5 \text{ J}. \end{aligned}$$

Vježba 148

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

Rezultat: 400 V.

Zadatak 149 (Helena, gimnazija)

Koliki rad valja utrošiti da naboj od $6 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ prenesemo iz točke koja je 40 cm udaljena od točkastog naboja $4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ u točku koja je 60 cm udaljena od tog naboja? (konstanta k za vakuum ima vrijednost $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$)

Rješenje 149

$$Q = 6 \cdot 10^{-8} \text{ C}, \quad r_1 = 40 \text{ cm} = 0.4 \text{ m}, \quad Q_1 = 4 \cdot 10^{-6} \text{ C}, \quad r_2 = 60 \text{ cm} = 0.6 \text{ m}, \\ k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2, \quad W = ?$$

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

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

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.

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

Potencijali točkastog naboja Q_1 na udaljenostima r_1 i r_2 iznose:

$$\varphi_1 = k \cdot \frac{Q_1}{r_1}, \quad \varphi_2 = k \cdot \frac{Q_1}{r_2}.$$

Računamo rad koji treba utrošiti da naboj Q prenesemo iz jedne u drugu točku.

$$\begin{aligned} W &= Q \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) \Rightarrow W = Q \cdot \left(k \cdot \frac{Q_1}{r_1} - k \cdot \frac{Q_1}{r_2} \right) \Rightarrow W = k \cdot Q \cdot Q_1 \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) = \\ &= 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \cdot 6 \cdot 10^{-8} \text{ C} \cdot 4 \cdot 10^{-6} \text{ C} \cdot \left(\frac{1}{0.4 \text{ m}} - \frac{1}{0.6 \text{ m}} \right) = 0.0018 \text{ J} = 1.8 \cdot 10^{-3} \text{ J} = 1.8 \text{ mJ}. \end{aligned}$$

Vježba 149

Koliki rad valja utrošiti da naboj od $6 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ prenesemo iz točke koja je 4 dm udaljena od točkastog naboja $4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ u točku koja je 6 dm udaljena od tog naboja? (konstanta k za vakuum ima vrijednost $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$)

Rezultat: 1.8 mJ.

Zadatak 150 (Mary, srednja škola)

Pločasti kondenzator ispunjen je dielektrikom relativne permitivnosti 6. Površina svake ploče kondenzatora iznosi $6.2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$, ploče su međusobno razmaknute za 2 mm, a naboj na svakoj ploči iznosi $4 \cdot 10^{-8} \text{ C}$. (dielektričnost praznine $\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$)

- Odredite kapacitet kondenzatora
- Odredite napon između ploča kondenzatora.

Rješenje 150

$$\epsilon_r = 6, \quad S = 6.2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2, \quad d = 2 \text{ mm} = 0.002 \text{ m}, \quad Q = 4 \cdot 10^{-8} \text{ C}, \\ \epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2), \quad C = ?, \quad U = ?$$

Kapacitet kondenzatora je

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

gdje je Q naboj na jednoj ploči kondenzatora, U napon među pločama kondenzatora. Kapacitet pločastog kondenzatora upravo je razmjernan ploštini S jedne ploče, a obrnuto razmjernan udaljenosti između ploča

$$C = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d},$$

gdje je ϵ_r relativna permitivnost sredstva, ϵ_0 dielektričnost praznine.

- Kapacitet kondenzatora iznosi:

$$C = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d} = 6 \cdot 8.854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2} \cdot \frac{6.2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2}{0.002 \text{ m}} = 1.65 \cdot 10^{-10} \text{ F}.$$

- Napon između ploča kondenzatora je:

$$C = \frac{Q}{U} \Rightarrow C = \frac{Q}{U} \cdot \frac{U}{C} \Rightarrow U = \frac{Q}{C} = \frac{4 \cdot 10^{-8} \text{ C}}{1.65 \cdot 10^{-10} \text{ F}} = 242 \text{ V}.$$

Vježba 150

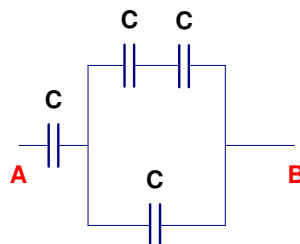
Pločasti kondenzator ispunjen je dielektrikom relativne permitivnosti 6. Površina svake ploče kondenzatora iznosi $12.4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$, ploče su međusobno razmaknute za 4 mm, a naboj na svakoj ploči iznosi $4 \cdot 10^{-8} \text{ C}$. Odredite kapacitet kondenzatora. (dielektričnost praznine $\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$)

Rezultat: $1.65 \cdot 10^{-10} \text{ F}$.

Zadatak 151 (Ivan, gimnazija)

Četiri kondenzatora jednakih kapaciteta $C = 5 \mu\text{F}$ spojena su kao na slici. Koliko iznosi ukupan kapacitet ovako spojenih kondenzatora između točaka A i B?

- A) $3 \mu\text{F}$ B) $5 \mu\text{F}$ C) $5.3 \mu\text{F}$ D) $8.3 \mu\text{F}$



Rješenje 151

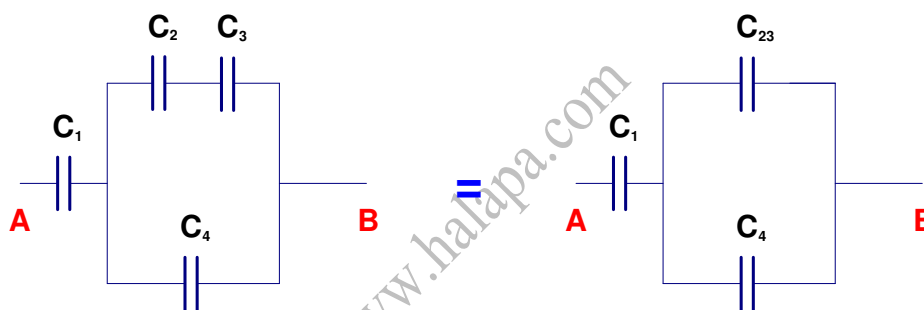
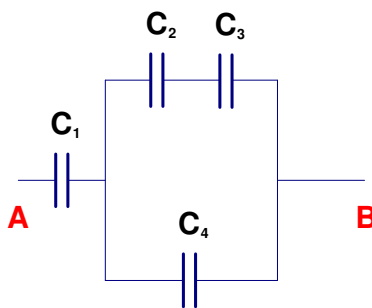
$$C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = C = 5 \mu\text{F}, \quad C_{AB} = ?$$

Ukupni kapacitet od n paralelno spojenih kondenzatora možemo naći iz izraza

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n = \sum_{i=1}^n C_i.$$

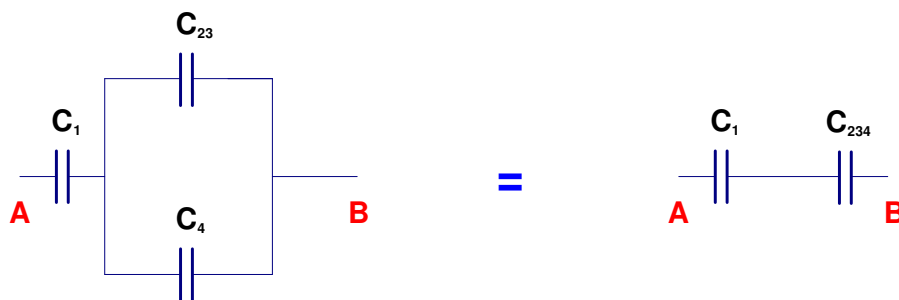
Ukupni kapacitet od n serijski spojenih kondenzatora možemo naći iz izraza

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}.$$



Kondenzatori C_2 i C_3 spojeni su serijski pa je njihov ukupni kapacitet C_{23} jednak

$$\frac{1}{C_{23}} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \Rightarrow \frac{1}{C_{23}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} \Rightarrow \frac{1}{C_{23}} = \frac{2}{C} \Rightarrow C_{23} = \frac{C}{2}.$$



Kondenzatori C_{23} i C_4 spojeni su paralelno pa je njihov ukupni kapacitet C_{234} jednak

$$C_{234} = C_{23} + C_4 \Rightarrow C_{234} = \frac{C}{2} + C \Rightarrow C_{234} = \frac{3 \cdot C}{2}.$$



Kondenzatori C_1 i C_{234} spojeni su serijski pa je njihov ukupni kapacitet (ukupni kapacitet spojenih kondenzatora između točaka A i B) C_{AB} jednak

$$\frac{1}{C_{AB}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_{234}} \Rightarrow \frac{1}{C_{AB}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{\frac{3}{2} \cdot C} \Rightarrow \frac{1}{C_{AB}} = \frac{1}{C} + \frac{2}{3 \cdot C} \Rightarrow \frac{1}{C_{AB}} = \frac{3+2}{3 \cdot C} \Rightarrow$$

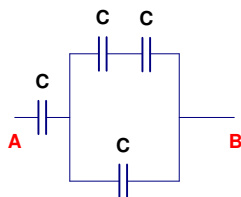
$$\Rightarrow \frac{1}{C_{AB}} = \frac{5}{3 \cdot C} \Rightarrow C_{AB} = \frac{3 \cdot C}{5} = \frac{3 \cdot 5 \mu F}{5} = 3 \mu F.$$

Odgovor je pod A.

Vježba 151

Četiri kondenzatora jednakih kapaciteta $C = 10 \mu F$ spojena su kao na slici. Koliko iznosi ukupan kapacitet ovako spojenih kondenzatora između točaka A i B?

- A) $4 \mu F$ B) $8 \mu F$ C) $6 \mu F$ D) $10 \mu F$



Rezultat: C.

Zadatak 152 (Jelena, srednja škola)

Na kojoj je međusobnoj udaljenosti dvaju elektrona električna sila među njima jednaka težini jednog elektrona? (konstanta k za vakuum ima vrijednost $k = 8.99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$, masa elektrona $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, naboj elektrona $e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, ubrzanje sile teže $g = 9.81 \text{ m/s}^2$)

Rješenje 152

$$k = 8.99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2, \quad m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}, \quad Q_1 = Q_2 = e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2, \quad r = ?$$

Električna sila između dvaju točkastih naboja (Coulombov zakon) u vakuumu dana je relacijom:

$$F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2},$$

gdje su Q_1 i Q_2 naboji, r njihova međusobna udaljenost, konstanta k za vakuum

$$k = 8.99 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}.$$

Težina tijela jest sila kojom tijelo zbog Zemljina privlačenja djeluje na horizontalnu podlogu ili ovjes. Za slučaj kad tijelo i podloga, odnosno ovjes, miruju ili se gibaju jednoliko po pravcu s obzirom na Zemlju, težina tijela je veličinom jednaka sili teže.

$$G = m \cdot g.$$

Budući da električna sila između dva elektrona mora po iznosu biti jednaka težini jednog elektrona, slijedi:

$$F = G \Rightarrow k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} = m_e \cdot g \Rightarrow k \cdot \frac{e \cdot e}{r^2} = m_e \cdot g \Rightarrow k \cdot \frac{e^2}{r^2} = m_e \cdot g \Rightarrow k \cdot \frac{e^2}{r^2} = m_e \cdot g \quad / \cdot \frac{r^2}{m_e \cdot g} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow r^2 = \frac{k \cdot e^2}{m_e \cdot g} \Rightarrow r^2 = \frac{k \cdot e^2}{m_e \cdot g} \quad / \sqrt{\quad} \Rightarrow r = \sqrt{\frac{k \cdot e^2}{m_e \cdot g}} \Rightarrow r = e \cdot \sqrt{\frac{k}{m_e \cdot g}} =$$

$$= 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot \sqrt{\frac{8.99 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}}{9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 5.08 \text{ m}.$$

Vježba 152

Na kojoj je međusobnoj udaljenosti dvaju elektrona električna sila među njima jednaka težini četiri elektrona? (konstanta k za vakuum ima vrijednost $k = 8.99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$, masa elektrona $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, naboj elektrona $e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, ubrzanje sile teže $g = 9.81 \text{ m/s}^2$)

Rezultat: 2.54 m.

Zadatak 153 (Filip, srednja škola)

Metalna kugla promjera 50 cm nalazi se u vakuumu. Koliko joj treba oduzeti elektrona da se potencijal poveća 5 V? (naboj elektrona $e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $\epsilon_r = 1.6$, $\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$)

Rješenje 153

$$2 \cdot r = 50 \text{ cm} \Rightarrow r = 25 \text{ cm} = 0.25 \text{ m}, \quad \varphi = 5 \text{ V}, \quad e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}, \quad \epsilon_r = 1.6, \\ \epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2), \quad N = ?$$

Potencijal točaka na površini nabijene kugle naboja Q i polumjera r jednak je

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

gdje je ϵ_r relativna permitivnost sredstva, ϵ_0 električna permitivnost za vakuum.

Električni naboj jest veličina kojom opisujemo svojstva elektrona i protona te drugih elementarnih čestica. Najmanji naboj poznat u prirodi upravo je naboj koji posjeduju elektron i proton. Zovemo ga elementarni naboj, a njegova vrijednost je

$$e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}.$$

Ukupni naboj bilo kojeg tijela (bilo pozitivno, bilo negativno nabijenoga) jednak je cijelom broju pomnoženome s elementarnim nabojem. Kažemo da je naboj kvantiziran, sastavljen od osnovnih kvanata elektriciteta.

$$Q = N \cdot e.$$

$$\left. \begin{array}{l} \varphi = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_r \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r} \\ Q = N \cdot e \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{supstitucije} \end{array} \right] \Rightarrow \varphi = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_r \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{N \cdot e}{r} \Rightarrow \\ \Rightarrow \varphi = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_r \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{N \cdot e}{r} \cdot \frac{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot r}{e} \Rightarrow N = \frac{\varphi \cdot 4 \cdot \pi \cdot \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot r}{e} = \\ = \frac{5 \text{ V} \cdot 4 \cdot \pi \cdot 1.6 \cdot 8.854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2} \cdot 0.25 \text{ m}}{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 1.39 \cdot 10^9.$$

Vježba 153

Metalna kugla promjera 100 cm nalazi se u vakuumu. Koliko joj treba oduzeti elektrona da se potencijal poveća 5 V? (naboj elektrona $e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $\epsilon_r = 1.6$, $\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$)

Rezultat: $2.78 \cdot 10^9$.

Zadatak 154 (Marija, srednja škola)

Dvije metalne kugle različitih polumjera imaju jednake množine naboja. Što možemo reći o njihovim potencijalima?

Rješenje 154

$$r_1, \quad r_2, \quad Q_1 = Q_2 = Q, \quad \frac{\varphi_1}{\varphi_2} = ?$$

Potencijal točaka na površini nabijene kugle naboja Q i polumjera r jednak je

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

Pretpostavimo da je polumjer r_1 prve kugle veći od polumjera r_2 druge kugle:

$$r_1 > r_2.$$

Računamo omjer potencijala prve i druge kugle:

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{k \cdot \frac{Q_1}{r_1}}{k \cdot \frac{Q_2}{r_2}} \Rightarrow \frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{k \cdot \frac{Q}{r_1}}{k \cdot \frac{Q}{r_2}} \Rightarrow \frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{k \cdot \frac{Q}{r_1}}{k \cdot \frac{Q}{r_2}} \Rightarrow \frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{r_2}{r_1} \Rightarrow \varphi_1 \cdot r_1 = \varphi_2 \cdot r_2.$$

Budući da je potencijal kugle obrnuto razmjeran s polumjerom kugle, slijedi da kugla s manjim polumjerom ima veći potencijal i obrnuto, kugla s većim polumjerom ima manji potencijal.

Dakle, vrijedi:

$$r_1 > r_2 \Rightarrow \varphi_1 < \varphi_2.$$

Vježba 154

Dvije metalne kugle različitih potencijala imaju jednake množine naboja. Što možemo reći o njihovim polumjerima?

Rezultat: $\varphi_1 < \varphi_2 \Rightarrow r_1 > r_2.$

Zadatak 155 (Marija, srednja škola)

Dvije jednake metalne kugle imaju različite množine naboja. Što možemo reći o potencijalima tih kugala?

Rješenje 155

$$Q_1, \quad Q_2, \quad r_1 = r_2 = r, \quad \frac{\varphi_1}{\varphi_2} = ?$$

Potencijal točaka na površini nabijene kugle naboja Q i polumjera r jednak je

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

Pretpostavimo da je naboj Q_1 prve kugle veći od naboja Q_2 druge kugle:

$$Q_1 > Q_2.$$

Računamo omjer potencijala prve i druge kugle:

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{k \cdot \frac{Q_1}{r_1}}{k \cdot \frac{Q_2}{r_2}} \Rightarrow \frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{k \cdot \frac{Q_1}{r}}{k \cdot \frac{Q_2}{r}} \Rightarrow \frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{k \cdot \frac{Q_1}{r}}{k \cdot \frac{Q_2}{r}} \Rightarrow \frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{Q_1}{Q_2} \Rightarrow \varphi_1 \cdot Q_2 = \varphi_2 \cdot Q_1.$$

Budući da je potencijal kugle upravo razmjeran s nabojem kugle, slijedi da kugla s manjim nabojem ima manji potencijal i obrnuto, kugla s većim nabojem ima veći potencijal.

Dakle, vrijedi:

$$Q_1 > Q_2 \Rightarrow \varphi_1 > \varphi_2.$$

Vježba 155

Dvije jednake metalne kugle imaju različite potencijale. Što možemo reći o naboju tih kugala?

Rezultat: $\varphi_1 > \varphi_2 \Rightarrow Q_1 > Q_2$.

Zadatak 156 (Marija, srednja škola)

Metalna izolirana kugla polumjera 5 cm ima potencijal 800 V. Koliki je naboj na kugli? ($k = 8.99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$)

Rješenje 156

$r = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}$, $\varphi = 800 \text{ V}$, $k = 8.99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$, $Q = ?$
Potencijal točaka na površini nabijene kugle naboja Q i polumjera r jednak je

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

Naboj na kugli iznosi:

$$\varphi = k \cdot \frac{Q}{r} \Rightarrow \varphi = k \cdot \frac{Q}{r} \cdot \frac{r}{k} \Rightarrow Q = \varphi \cdot \frac{r}{k} = 800 \text{ V} \cdot \frac{0.05 \text{ m}}{8.99 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}} = 4.45 \cdot 10^{-9} \text{ C}.$$

Vježba 156

Metalna izolirana kugla polumjera 10 cm ima potencijal 400 V. Koliki je naboj na kugli? ($k = 8.99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$)

Rezultat: $4.45 \cdot 10^{-9} \text{ C}$.

Zadatak 157 (Marija, srednja škola)

Dvije kugle polumjera r_1 i r_2 , a istog naboja Q , dovedemo u dodir. Kako se među njima podijele naboji?

Rješenje 157

r_1 , r_2 , Q , $\frac{Q_1}{Q_2} = ?$

Potencijal točaka na površini nabijene kugle naboja Q i polumjera r jednak je

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

Kugle se dodiruju pa su im potencijali jednaki:

$$\begin{aligned} \varphi_1 = \varphi_2 &\Rightarrow k \cdot \frac{Q_1}{r_1} = k \cdot \frac{Q_2}{r_2} \Rightarrow k \cdot \frac{Q_1}{r_1} = k \cdot \frac{Q_2}{r_2} \quad /: k \Rightarrow \frac{Q_1}{r_1} = \frac{Q_2}{r_2} \Rightarrow \frac{Q_1}{r_1} = \frac{Q_2}{r_2} \quad / \cdot \frac{r_1}{Q_2} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{r_1}{r_2}. \end{aligned}$$

Budući da je (uz stalan potencijal kugle) naboj kugle upravno razmjernan s polumjerom kugle

$$\varphi = k \cdot \frac{Q}{r} \Rightarrow \varphi = k \cdot \frac{Q}{r} \quad / \cdot \frac{r}{k} \Rightarrow Q = \frac{\varphi \cdot r}{k} \Rightarrow [\varphi = \text{konst.}] \Rightarrow Q \sim r$$

slijedi da se na:

- kugli manjeg polumjera nalazi manja količina naboja
- kugli većeg polumjera nalazi veća količina naboja.

Vježba 157

Dvije kugle polumjera $r_1 = r_2$, a istog naboja Q , dovedemo u dodir. Kako se među njima podijele naboji?

Rezultat: $Q_1 = Q_2$.

Zadatak 158 (Ana, srednja škola)

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

Rješenje 158

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

Energija kondenzatora, kao sposobnost obavljanja rada, nastaje kao posljedica električnih sila, tj. polja među razdvojenim nabojima, pa kažemo da kondenzatoru energiju daje električno polje. Energija nabijenog kondenzatora jednaka je

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

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

Stoti dio nekog broja naziva se postotak. Piše se kao razlomak s nazivnikom 100.

$$\text{Na primjer, } 9\% = \frac{9}{100}, \quad 81\% = \frac{81}{100}, \quad 4.5\% = \frac{4.5}{100}, \quad 0.3\% = \frac{0.3}{100}, \quad p\% = \frac{p}{100}.$$

Kako se računa "... p% od x...?"

$$\frac{p}{100} \cdot x.$$

Količina topline koja se razvije pri izbijanju kondenzatora iznosi:

$$W = \eta \cdot \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 = 0.80 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^{-11} \text{ F} \cdot (500 \text{ V})^2 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ J} = 2 \text{ } \mu\text{J}.$$

Vježba 158

Kondenzator kapaciteta 40 pF nabijen je na napon 500 V. Koliko se topline razvije pri izbijanju tog kondenzatora ako pretpostavimo da se 40% energije kondenzatora pretvori u toplinu iskre?

Rezultat: $2 \text{ } \mu\text{J}$.

Zadatak 159 (Željko, gimnazija)

Pločasti kondenzator nabijemo tako da ga priključimo na polove akumulatora. Zatim ga isključimo s akumulatora i smanjimo udaljenost među pločama kondenzatora dva puta. Kako će se promijeniti:

- naboj na pločama
- napon na pločama
- jakost električnog polja među njima
- energija kondenzatora?

Rješenje 159

$$d_1, \quad d_2 = \frac{1}{2} \cdot d_1, \quad Q_2 = ?, \quad U_2 = ?, \quad E_2 = ?, \quad W_2 = ?$$

Energija kondenzatora, kao sposobnost obavljanja rada, nastaje kao posljedica električnih sila, tj. polja među razdvojenim nabojima, pa kažemo da kondenzatoru energiju daje električno polje. Energija nabijenog kondenzatora jednaka je

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

gdje je Q naboj, a U napon između ploča kondenzatora.

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

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

gdje je Q naboj na ploči kondenzatora, U napon između ploča kondenzatora, ϵ_r relativna dielektričnost sredstva, ϵ_0 dielektričnost praznine (vakuuma), S površina jedne ploče kondenzatora, d razmak između ploča kondenzatora.

U homogenom električnom polju jakosti E vrijedi

$$E = \frac{U}{d},$$

gdje je U napon između ploča kondenzatora, a d udaljenost između ploča kondenzatora.

a)

Budući da smo kondenzator isključili s izvora, naboj na pločama nije se promijenio.

$$Q_2 = Q_1 = Q.$$

b)

Za napon U između ploča kondenzatora vrijedi:

$$\left. \begin{array}{l} C = \frac{Q}{U} \\ C = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d} \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{komparacije} \end{array} \right] \Rightarrow \frac{Q}{U} = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d} \Rightarrow \frac{Q}{U} = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d} \cdot U \cdot d \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q \cdot d = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot S \cdot U \Rightarrow Q \cdot d = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot S \cdot U \cdot \frac{1}{\epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot S} \Rightarrow U = \frac{Q \cdot d}{\epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot S}.$$

Kada pločasti kondenzator isključimo s akumulatora i smanjimo udaljenost među pločama kondenzatora dva puta za napon vrijedi:

$$\left. \begin{array}{l} U_2 = \frac{Q \cdot d_2}{\epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot S} \\ d_2 = \frac{1}{2} \cdot d_1 \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{supstitucije} \end{array} \right] \Rightarrow U_2 = \frac{Q \cdot \frac{1}{2} \cdot d_1}{\epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot S} \Rightarrow U_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q \cdot d_1}{\epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot S} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left[U_1 = \frac{Q \cdot d_1}{\epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot S} \right] \Rightarrow U_2 = \frac{1}{2} \cdot U_1.$$

c)

Jakost električnog polja među pločama kondenzatora iznosi:

$$\left. \begin{array}{l} E_2 = \frac{U_2}{d_2} \\ U_2 = \frac{1}{2} \cdot U_1 \quad , \quad d_2 = \frac{1}{2} \cdot d_1 \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{supstitucije} \end{array} \right] \Rightarrow E_2 = \frac{\frac{1}{2} \cdot U_1}{\frac{1}{2} \cdot d_1} \Rightarrow E_2 = \frac{\frac{1}{2} \cdot U_1}{\frac{1}{2} \cdot d_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_2 = \frac{U_1}{d_1} \Rightarrow \left[E_1 = \frac{U_1}{d_1} \right] \Rightarrow E_2 = E_1.$$

d)

Energija kondenzatora iznosi:

$$\left. \begin{array}{l} W_2 = \frac{1}{2} \cdot Q_2 \cdot U_2 \\ Q_2 = Q, U_2 = \frac{1}{2} \cdot U_1 \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{supstitucije} \end{array} \right] \Rightarrow W_2 = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot \frac{1}{2} \cdot U_1 \Rightarrow W_2 = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot Q \cdot U_1 \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left[W_1 = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot U_1 \right] \Rightarrow W_2 = \frac{1}{2} \cdot W_1.$$

Vježba 159

Pločasti kondenzator nabijemo tako da ga priključimo na polove akumulatora. Zatim ga isključimo s akumulatora i smanjimo udaljenost među pločama kondenzatora četiri puta. Kako će se promijeniti naboj na pločama?

Rezultat: Naboj na pločama se ne mijenja: $Q_2 = Q_1 = Q$.

Zadatak 160 (Željko, gimnazija)

Kondenzator je sastavljen od 100 listića staniola površine $10 \text{ cm} \cdot 12 \text{ cm}$, odijeljenih parafiniranim papirom ($\epsilon_r = 4$) debljine 0.2 mm . Svi neparni listići spojeni su zajedno, a isto tako i parni. Koliki je kapacitet tog kondenzatora?

Rješenje 160

$$n = 100 \text{ listića} \Rightarrow n - 1 \text{ paralelno spojenih kondenzatora, } S = 10 \text{ cm} \cdot 12 \text{ cm} = 120 \text{ cm}^2 = 1.2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2, \quad \epsilon_r = 4, \quad d = 0.2 \text{ mm} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}, \quad C = ?$$

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

$$C = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d}$$

gdje je ϵ_r relativna dielektričnost sredstva, ϵ_0 dielektričnost praznine (vakuuma), S površina jedne ploče kondenzatora, d razmak između ploča kondenzatora.

Spojimo li kondenzatore u paralelu, ukupni će kapacitet biti

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n.$$

Budući da je kapacitet jednog kondenzatora jednak

$$C_1 = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d},$$

ukupni kapacitet kondenzatora sastavljenog od n listića iznosi:

$$\left. \begin{array}{l} C_1 = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d} \\ C = (n-1) \cdot C_1 \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{supstitucije} \end{array} \right] \Rightarrow C = (n-1) \cdot \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d} \Rightarrow$$

$$= (100-1) \cdot 4 \cdot 8.854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2} \cdot \frac{1.2 \cdot 10^{-2} \frac{\text{m}^2}{\text{m}}}{2 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}}{\text{m}}} = 2.1 \cdot 10^{-7} \text{ F}.$$

Vježba 160

Kondenzator je sastavljen od 100 listića staniola površine $1 \text{ dm} \cdot 1.2 \text{ dm}$, odijeljenih parafiniranim papirom ($\epsilon_r = 4$) debljine 0.2 mm . Svi neparni listići spojeni su zajedno, a isto tako i parni. Koliki je kapacitet tog kondenzatora? (dielektričnost praznine $\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 / (\text{N} \cdot \text{m}^2)$)

Rezultat: $2.1 \cdot 10^{-7} \text{ F}$.