

1.1. Povijesni uvod

1.2. Električni naboj

1.3. Coulombov zakon

1.4. Električno polje

1.5. Električni kapacitet

Elementarni naboj je najmanji električni naboj koji može imati slobodna čestica. Jednak je naboju elektrona i iznosi $1,602 \cdot 10^{-19}$ C.

Zakon očuvanja naboja: ukupni električni naboj zatvorenog sustava ne mijenja se s vremenom.

$$\Delta Q = 0$$

Coulombova sila je električna sila između dva točkasta naboja. Razmjerna je iznosima naboja, a obrnuto razmjerna kvadratu udaljenosti među njima.

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

Električno polje je vektorska veličina, svojstvo prostora koje izvire iz električnog naboja. Jedinica SI električnog polja je volt po metru (V/m).

Električno polje točkastog naboja:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{Q}{r^2} = \frac{\sigma}{\epsilon},$$

gdje je površinska gustoća naboja:

$$\sigma = \frac{Q}{S},$$

a permitivnost:

$$\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$$
$$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}.$$

Električna potencijalna energija je energija koju električni naboj ima u električnom polju. Jedinica SI električne potencijalne energije je džul (J).

Za točkasti naboj:

$$E_p = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{Q_1 Q_2}{r}$$

Električni potencijal je skalarna veličina, svojstvo prostora koje izvire iz električnog naboja. Jedinica SI električnog potencijala je volt.

Za točkasti naboj:

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

Električni napon je razlika potencijala. Jedinica SI za napon je volt (V).

$$U = \Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$$

Električni kapacitet je sposobnost tijela da čuva električni naboj. Jedinica SI za električni kapacitet je farad (F).

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

Kapacitet pločastog kondenzatora:

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{S}{d}$$

Kapacitet kuglastog kondenzatora:

$$C = 4\pi \varepsilon_0 \varepsilon_r R$$

Kapacitet paralelnog spoja:

$$C_{\text{uk}} = \sum_i C_i$$

Kapacitet serijskog spoja:

$$\frac{1}{C_{\text{uk}}} = \sum_i \frac{1}{C_i}$$

Električno polje pločastog kondenzatora:

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

Energija pohranjena u kondenzatoru:

$$W = \frac{1}{2} CU^2$$

1.2. Električni naboj

1. Odredite broj elektrona u količini naboja od 2 mC.

Rješenje: $1,25 \cdot 10^{16}$

2. Početni naboj metalne kugle iznosi $+8 \mu\text{C}$. Koliki će biti ukupni naboj ako se na kuglu dovede $6 \cdot 10^{13}$ elektrona?

Rješenje: $-1,6 \mu\text{C}$

3. Koliki broj elektrona sadrži naboj od 2 μC ?

Rješenje: $1,25 \cdot 10^{13}$

1.3. Coulombov zakon

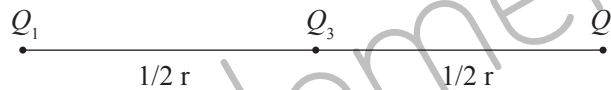
1. Koliko iznosi Coulombova sila između 3 nC i 2 mC koji se nalaze u zraku na udaljenosti od 8 cm?

Rješenje: 8,4 N

2. Dvije jednake kugle nose isti (negativni) električni naboj i privlače se silom F_1 . Kad se s prve kugle uzme pola njezinog naboja i premjesti na drugu kuglu, tad se kugle privlače silom F_2 . Kakav je odnos sila F_1 i F_2 ?

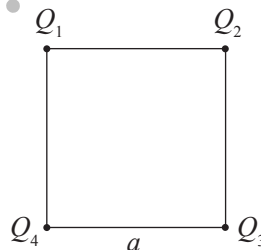
Rješenje: 4 : 3

3. Odredite iznos Coulombove sile na naboj Q_3 na slici. Naboji su iznosa $Q_1 = 1 \text{ nC}$, $Q_2 = 2 \text{ nC}$ i $Q_3 = 3 \text{ nC}$, a $r = 2 \text{ m}$.



Rješenje: $27 \cdot 10^{-9} \text{ N}$

4. Odredite iznos Coulombove sile na naboj Q_2 na slici. Naboji iznosa 1 nC nalaze se u vrhovima kvadrata stranice $a = 10 \text{ cm}$.



Rješenje: $2,25 \cdot 10^{-6} \text{ N}$

5. Tri točkasta naboja smještena su u koordinatnom sustavu na sljedeći način: prvi, veličine $5 \mu\text{C}$, u ishodištu, drugi, veličine $-2 \mu\text{C}$, u točki $(0, a)$ i treći, veličine kao prvi, u točki (a, a) . Koliki je iznos rezultantne sile koja djeluje na treći naboj ako je $a = 0,1 \text{ m}$?

Rješenje: $7,98 \text{ N}$

6. Tri su naboja smještena u koordinatnom sustavu: u točki $(0,3 \text{ m})$ nalazi se naboj od $+18 \mu\text{C}$, u ishodištu naboj od $-12 \mu\text{C}$, a u točki $(3 \text{ m}, 0)$ naboj od $+45 \mu\text{C}$. Odredite iznos i smjer ukupne elektrostatske sile koja djeluje na treći naboj.

Rješenje: $0,38 \text{ N}$, 49° ispod negativnog dijela osi x

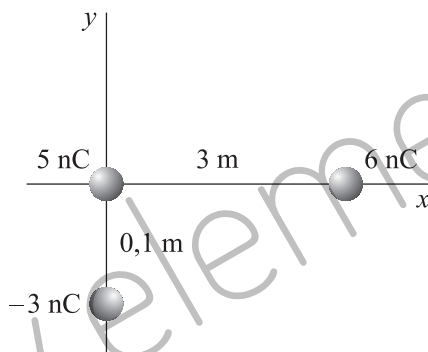
7. Koliko se velikom silom odbijaju dva komadića bakra, svaki mase 1 g , koji se nalaze na udaljenosti od 100 km , ako su svim atomima jednog i drugog komadića "oduzeti" elektroni, odnosno svi su atomi u uzorcima potpuno ionizirani?

Rješenje: $2,07 \cdot 10^6 \text{ N}$

8. U Zagrebu se svim atomima u 1 mg bakra "skinu" elektroni, koji se odnesu u Rijeku (180 km od Zagreba) i tamo se prenesu na (neutralnu) kuglicu. Kolika sila vlada između "golih" atoma bakra (Zg) i kuglice (Ri). ($M_{\text{bakar}} = 64 \text{ g mol}^{-1}$, $Q_{\text{elektron}} = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)

Rješenje: $0,63 \text{ N}$

9. Tri naboja razmještena su kao što je prikazano na slici. Izračunajte iznos električne sile koja djeluje na naboj u ishodištu.



Rješenje: $1,38 \cdot 10^{-5} \text{ N}$

10. Naboj $Q' = 8 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ pričvršćen je za strop. Na naboj Q' obješen je konac duljine $l = 20 \text{ cm}$ koji visi vertikalno, a na njemu se nalazi kuglica naboja $Q_1 = 7 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ i mase 10 g . Na koju je udaljenost ispod Q_1 potrebno staviti naboj $Q_2 = Q'$ da se napetost konca smanji na polovinu vrijednosti?

Rješenje: $21,2 \text{ cm}$