

Elektrostatické pole

1. Dve rovnako veľké guľôčky majú elektrické náboje $Q_1 = 24 \cdot 10^{-6} \text{C}$ a $Q_2 = -18 \cdot 10^{-6} \text{C}$.

a) Akou silou sa priťahujú zo vzdialenosti $r = 6 \text{ cm}$ vo vákuu?

b) Akou silou sa budú z tej istej vzdialenosti odpudzovať, keď sme ich predtým uviedli do vzájomného styku?

[a) $F = 1,078 \cdot 10^3 \text{N}$, b) $F = 22,46 \text{ N}$].

2. Dva kladné bodové náboje $Q_1 = 8 \mu\text{C}$ a $Q_2 = 5 \mu\text{C}$ sú pevne uložené vo vzdialenosti $d = 20 \text{ cm}$ od seba. Vypočítajte: a) V ktorom mieste na ich spojnici je výsledná intenzita ich spoločného elektrostatického poľa rovná nule. b) V ktorom bode na ich spojnici sú potenciály budené oboma nábojmi rovnaké?

[a) $x = 11,2 \text{ cm}$ od Q_1 , b) $x = 12,3 \text{ cm}$ od Q_1].

3. Tenká kovová tyčka dĺžky l je nabitá el. nábojom Q . Vypočítajte potenciál V a intenzitu E jej elektrostatického poľa v bode A, ktorý leží na predĺžení tyčky vo vzdialenosti a od jej konca.

$$\left[V = \frac{Q}{4\pi \varepsilon_0 l} \ln \frac{a+l}{a}, E = \frac{Q}{4\pi \varepsilon_0 a (a+l)} a_0 \right].$$

4. Častica prachu s nábojom Q je vo vzdialenosti r od osi veľmi dlhého priameho tenkého drôtu nabitého elektrickým nábojom tak, že dĺžková hustota náboja je λ . Aká elektrická sila pôsobí na časticu, keď obklopujúce prostredie je vákuum? (Vypočítajte pre hodnoty $Q = 3,2 \mu\text{C}$, $r = 1 \text{ cm}$, $\lambda = 2 \mu\text{Cm}^{-1}$).

$$\left[F = Q \frac{\lambda}{2\pi \varepsilon_0 r} = 11,5 \text{N} \right]$$

5. Dva kondenzátory C_1 a C_2 sú spojené sériovo a pripojené k zdroju napätia U .

1) Vypočítajte, aký je náboj a aké je napätie na každom z nich .

2) Nabité kondenzátory odpojíme od zdroja a tiež navzájom a znovu ich zapojíme, ale paralelne a to tak, že spojíme kladné elektródy a záporné elektródy kondenzátorov.

Vypočítajte, aký je náboj na nich a aké napätie po ustálení stavu. (Riešte pre hodnoty $C_1=1\mu\text{F}$, $C_2=2\mu\text{F}$, $U = 1200 \text{ V}$.)

$$\left[\begin{array}{l} 1) U_1 = \frac{C_2}{C_1 + C_2} U = 800 \text{ V}, U_2 = U - U_1 = 400 \text{ V}, Q_1 = Q_2 = Q = 800 \mu\text{C} \\ 2) U' = \frac{Q'}{C_1 + C_2} = \frac{2Q}{C_1 + C_2} = 533,3 \text{ V}, Q_1' = C_1 U' = 533,3 \mu\text{C}, Q_2' = Q' - Q_1' = C_2 U' = 1066,6 \mu\text{C} \end{array} \right]$$

6. Vypočítajte kapacitu valcového kondenzátora, ktorý tvoria dve súosové vodivé valcové plochy kruhového prierezu výšky h . Polomer vnútornej elektródy je r_1 a vonkajšej r_2 . Elektródy sú uložené vo vákuu.

(Vypočítajte pre hodnoty $r_1 = 0,4 \text{ mm}$, $r_2 = 6 \text{ mm}$, $h = 5 \text{ cm}$.)

$$\left[C = \frac{2\pi\epsilon_0 h}{\ln \frac{r_2}{r_1}}, C = 1 \text{ pF} \right]$$

7. Vypočítajte kapacitu guľového kondenzátora, ktorý tvoria dve sústredné vodivé guľové plochy s polormi r_1 a r_2 ($r_1 < r_2$), keď prostredie medzi elektródami je vyplnené dielektrikom s relatívnou permitivitou ϵ_r . Keď pripojíme kondenzátor na napätie $U = \text{konšt}$, aký bude náboj Q na elektródach? Akú energiu W má kondenzátor? (Vypočítajte pre hodnoty $r_1 = 4 \text{ cm}$, $r_2 = 5 \text{ cm}$, $\epsilon_r = 2$, $U = 300 \text{ V}$.)

$$\left[\begin{array}{l} C = 4\pi \epsilon_0 \epsilon_r \frac{r_1 r_2}{r_2 - r_1} = 44,5 \text{ pF} \\ Q = CU = 13,3 \mu\text{C} \\ W = \frac{1}{2} CU^2 = 2,0 \mu\text{J} \end{array} \right]$$

8. Vypočítajte intenzitu elektrického poľa v medenom vodiči tvaru priameho valca kruhového prierezu polomeru r_0 , dĺžky L , keď ním tečie ustálený stacionárny elektrický prúd I ! Aké je napätie na koncoch tohto vodiča? Aký náboj pretiekol prierezom vodiča za čas t^* ? (Vypočítajte pre hodnoty $r_0 = 2 \text{ mm}$, $I = 200 \text{ A}$, $L = 5 \text{ m}$, $\rho = 1,72 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$, $t^* = 10 \text{ s}$)

$$\left[E = \frac{\rho I}{\pi r_0^2} = 0,27 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}, U = EL = 1,37 \text{ V}, Q^* = It^* = 2 \cdot 10^3 \text{ C} \right]$$

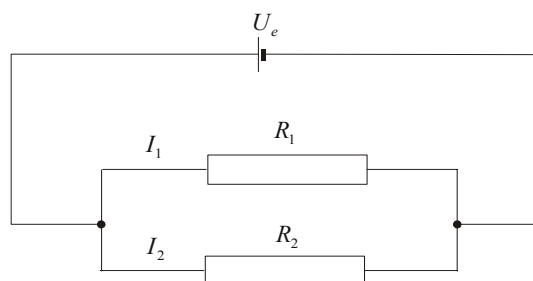
9. Platňový kondenzátor má veľkosť plochy elektródy S , vzdialenosť elektród d . Medzera medzi elektródami je vyplnená dielektrikom s relatívnou permitivitou ε_r . Platne kondenzátora sú pripojené na zdroj napätia $U = \text{konšt.}$ Vypočítajte:

- 1) kapacitu kondenzátora
- 2) náboj na elektródach
- 3) intenzitu elektrostatického poľa v dielektriku
- 4) indukciu elektrostatického poľa
- 5) hustotu energie v dielektriku
- 6) energiu elektrostatického poľa v dielektriku.

(Riešte pre hodnoty $S = 25 \text{ cm}^2$, $d = 0,2 \text{ cm}$, $\varepsilon_r = 5$, $U = 300 \text{ V}$!)

$$\left[\begin{array}{l} 1) \ C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r S}{d} = 55,3 \text{ pF} \\ 2) \ Q = CU = 16,6 \text{ nC} \\ 3) \ E = \frac{U}{d} = 1,5 \cdot 10^5 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1} \\ 4) \ D = \varepsilon_0 \varepsilon_r E = 6,63 \mu\text{C} \cdot \text{m}^{-2} \\ 5) \ w = \frac{1}{2} DE = 0,497 \text{ J} \cdot \text{m}^{-3} \\ 6) \ W = wSd = 2,485 \mu\text{J} \end{array} \right]$$

10. Aké elektrické prúdy sú vo vetvách siete zapojenej podľa obr., keď zdroj elektrického prúdu má elektromotorické napätie U_e a vnútorný odpor R_v ? Aký elektrický prúd vyteká zo zdroja? (Vypočítajte pre hodnoty $U_e = 4,5 \text{ V}$, $R_v = 1,5 \ \Omega$, odpory vetiev sú $R_1 = 4 \ \Omega$, $R_2 = 12 \ \Omega$!)



$$\left[I_2 = \frac{U_e R_1}{R_1 R_2 + R_v (R_1 + R_2)} = 0,25 \text{ A}, \quad I_1 = \frac{R_2}{R_1} I_2 = 0,75 \text{ A}, \quad I = I_1 + I_2 = 1,0 \text{ A} \right]$$

11. Elektrický prúd vo vodiči, ktorého odpor je R rovnomerne klesal z hodnoty I_0 na nulovú hodnotu počas t_0 . Vypočítajte

- a) aké teplo Q vzniklo za tento časový interval vo vodiči
- b) aký náboj q pretiekol vodičom za tento čas

(Riešte pre hodnoty $R = 12 \ \Omega$, $I_0 = 5 \text{ A}$, $t_0 = 10 \text{ s}$.)

$$\left[Q = \frac{1}{3} R I_0^2 t_0 = 1000 \text{ J}, \quad q = \frac{I_0 t_0}{2} = 25 \text{ C} \right]$$

12. Aké množstvo elektrického náboja Q prejde vodičom za čas $t_1 = 10$ s, keď prúd rovnomerne rastie z nulovej hodnoty v čase nula na hodnotu $I_0 = 4$ A za čas $t_0 = 8$ s.

$$\left[Q = \frac{I_0 t_1^2}{2 t_0} = 25 \text{ C} \right]$$