

6 Elektrostatické pole

Coulombov zákon

Úloha 6.1 ★★

Akú hodnotu by musela mať gravitačná konštanta κ , aby vodíkový atóm mohol existovať na báze gravitačných účinkov?

($\kappa = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}$,
 $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ m}^{-3} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^4 \cdot \text{A}^2$)

$$[\kappa' = 1,517 \cdot 10^{29} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}]$$

Úloha 6.2 ★★

Dve pohyblivé častice nabité súhlasným nábojom rovnakej veľkosti sú od seba vzdialené $3,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$. Začiatočné zrýchlenie prvej častice je $7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, druhej $9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, hmotnosť prvej častice je $6,3 \cdot 10^{-7} \text{ kg}$. Aká je hmotnosť druhej častice? Aká je veľkosť náboja každej častice? ($\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ m}^{-3} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^4 \cdot \text{A}^2$)

$$[m_2 = 4,9 \cdot 10^{-7} \text{ kg}, Q = 7,1 \cdot 10^{-11} \text{ C}]$$

Úloha 6.3 ★★

Dve rovnako veľké guľôčky sú nabité a majú elektrické náboje $Q_1 = 24 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ a $Q_2 = -18 \cdot 10^{-6} \text{ C}$. Akou silou na seba pôsobia vo vzdialenosti 6 cm vo vákuu? Akou silou budú na seba pôsobiť v tej istej vzdialenosti, ak sa predtým guľôčky navzájom dotkli? ($\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ m}^{-3} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^4 \cdot \text{A}^2$)

$$[F_1 = -1078,5 \text{ N}, F_2 = 22,5 \text{ N}]$$

Úloha 6.4 ★★

Dva kladné bodové náboje Q_1 a $Q_2 = 4Q_1$ sú pevne umiestnené v dvoch bodoch vzdialených od seba 9 cm. Určte, kde treba na priamke spájajúcej obidva body umiestniť tretí náboj q , aby naň nepôsobila žiadna elektrická sila.

$$[\text{vo vzdialenosti } 3 \text{ cm od menšieho náboja}]$$

Úloha 6.5 ★★

Dve elektricky rovnako nabité guľôčky, každá hmotnosti $5 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$ boli vo vákuu zavesené v jednom bode na dvoch nitiach 1 m dlhých a odpudzovaním sa od seba vzdialili na vzdialenosť 4 cm. Aký veľký náboj je na každej z nich? ($\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ m}^{-3} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^4 \cdot \text{A}^2$)

$$[Q = 4,18 \cdot 10^{-9} \text{ C}]$$

Úloha 6.6 ★★

V rohoch rovnostranného trojuholníka sú umiestnené bodové náboje veľkosti e . Aký veľký bodový náboj treba umiestniť do ťažiska trojuholníka, aby boli náboje v rovnováhe?

$$[Q = -\frac{\sqrt{3}}{3} e]$$

Intenzita elektrostatického poľa, pohyb náboja v elektrostatickom poli

Úloha 6.7 ★

Náboj Q vytvára elektrické pole. Na náboj $q = 10$ nC, ktorý je umiestnený vo vzdialenosti $r = 0,3$ m od bodového náboja Q , pôsobí sila $F_e = 10^{-4}$ N. Vypočítajte intenzitu elektrického poľa v mieste náboja q a veľkosť náboja Q .

$$(\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ m}^{-3} \text{ kg}^{-1} \text{ s}^4 \text{ A}^2)$$

$$[E = 10^4 \text{ NC}^{-1}, Q = 10^{-7} \text{ C}]$$

Úloha 6.8 ★★

Dva bodové náboje veľkosti $0,1 \cdot 10^{-6}$ C a $0,2 \cdot 10^{-6}$ C sa nachádzajú vo vákuu vo vzájomnej vzdialenosti 20 cm. Aká je intenzita elektrického poľa v strede ich spoločnej spojnice?

$$(\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ m}^{-3} \text{ kg}^{-1} \text{ s}^4 \text{ A}^2)$$

$$[E = -9 \cdot 10^4 \text{ NC}^{-1}]$$

Úloha 6.9 ★★★

Dva bodové náboje $Q_1 = 8$ μC a $Q_2 = 5$ μC sú vo vzdialenosti 20 cm od seba. V ktorom mieste na ich spojnici sa intenzita elektrostatického poľa rovná nule?

$$[11,2 \text{ cm od 1. náboja}]$$

Úloha 6.10 ★★★★

Dva rovnaké náboje $Q_1 = Q_2 = Q = 1$ μC sú vo vzájomnej vzdialenosti 1 m. Vypočítajte intenzitu elektrostatického poľa na osi spojnice vo vzdialenosti $d/2$ od spojnice.

$$(\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ m}^{-3} \text{ kg}^{-1} \text{ s}^4 \text{ A}^2)$$

$$[E = 2,5 \cdot 10^4 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}]$$

Úloha 6.11 ★★★★★

Vypočítajte intenzitu elektrostatického poľa vo vzdialenosti a od stredu na osi kružnice polomeru R , na ktorej je spojitý rozložený náboj Q .

$$[E = \frac{aQ}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{(R^2 + a^2)^3}}]$$

Úloha 6.12 ★★★★★

Aká je intenzita elektrostatického poľa v blízkosti dvoch nekonečne veľkých vodivých navzájom kolmých rovinných stien, keď jedna z nich je nabitá plošnou hustotou náboja σ a druhá plošnou hustotou náboja 2σ . Medzi doskami je vákuum.

$$[E = \frac{\sigma\sqrt{5}}{2\epsilon_0}]$$

Úloha 6.13 ★★★★★

Vypočítajte intenzitu elektrostatického poľa v okolí a vo vnútri vodivej gule polomeru R (vo vzdialenosti a) od stredu rovnomerne nabitej s plošnou hustotou náboja σ .

$$[a > R, E = \frac{\sigma R^2}{\epsilon_0 a^2}; a < R, E = 0]$$

Úloha 6.14 ★★

Medzi vychyľovacie dosky atramentovej tlačiarne bola vstriednutá kvapka atramentu hmotnosti $1,3 \cdot 10^{-10}$ kg so záporným nábojom $1,5 \cdot 10^{-13}$ C v smere osi x rýchlosťou 18 m/s. Dĺžka dosiek je 1,6 cm. Intenzita homogénneho elektrostatického poľa, ktoré je vytvorené medzi vychyľovacími doskami je $1,4 \cdot 10^6$ V/m. Aká je zvislá výchylka kvapky od pôvodného smeru pohybu na konci dosiek? [y = 0,64 mm]

Úloha 6.15 ★★

Ako sa vychýli z pôvodného smeru elektrón s kinetickou energiou $E_k = 8 \cdot 10^{-16}$ J, ak prejde homogénnym elektrickým poľom kolmým na pôvodný smer pohybu elektrónu s intenzitou $E = 10^5$ N.C⁻¹ dráhu 2 cm? ($e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ C)

[y = 0,2 cm]

Potenciál elektrostatického poľa, napätie, práca

Úloha 6.16 ★★

K preneseniu náboja $5 \mu\text{C}$ z nekonečna do určitého bodu elektrostatického poľa bolo treba práce 10^{-3} J. Aký je potenciál v tomto mieste poľa?

[$\varphi = 200$ V]

Úloha 6.17 ★★

Z vodivej mydlovej bubliny polomeru $R_1 = 2$ cm nabitej na potenciál $\varphi_1 = 10^4$ V vznikne po prasknutí kvapka vody polomeru $R_2 = 0,05$ cm. Aký veľký je potenciál kvapky?

[$\varphi_2 = 400$ kV]

Úloha 6.18 ★★★

Dva bodové náboje $Q_1 = 8 \mu\text{C}$ a $Q_2 = 3 \mu\text{C}$ sú umiestnené vo vákuu vo vzdialenosti 15 cm. V ktorom mieste na ich spojnici sú potenciály budené oboma nábojmi rovnaké? Aký je potenciál spoločného poľa od oboch nábojov v tejto vzdialenosti?

[x = 10,9 cm od prvého náboja, $\varphi = 1,319 \cdot 10^6$ V]

Úloha 6.19 ★★★★★

Na vodiči v tvare kružnice polomeru R je uložený náboj Q . Vypočítajte potenciál elektrostatického poľa vytvoreného týmto nábojom na osi tejto kružnice vo vzdialenosti a od jej stredu.

$$[\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{\sqrt{R^2 + a^2}}]$$

Úloha 6.20 ★★★★★

Vypočítajte potenciál a intenzitu elektrostatického poľa, vytvoreného nábojom Q rovnomerne rozloženým na vodivej kruhovej doske polomeru R , na jej osi vo vzdialenosti a od jej stredu.

$$[\varphi = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 R^2} (\sqrt{R^2 + a^2} - a), \vec{E} = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 R^2} (1 - \frac{a}{\sqrt{R^2 + a^2}}) \vec{a}_0]$$

Úloha 6.21 ★★

Aké veľké je napätie medzi dvoma bodmi A a B, ktoré sú uložené vo vákuu v elektrostatickom poli náboja $Q = 5 \cdot 10^{-7} \text{ C}$, a to tak, že bod A je od náboja Q vo vzdialenosti $r_1 = 2 \text{ cm}$ a bod B vo vzdialenosti $r_2 = 10 \text{ cm}$ v tom istom smere? Akú prácu treba vykonať na prenesenie náboja $q = 3 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ z miesta B do miesta A? ($\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ m}^{-3} \text{ kg}^{-1} \text{ s}^4 \text{ A}^2$)

$$[U = 179,8 \text{ kV}, W = 5,39 \cdot 10^{-3} \text{ J}]$$

Úloha 6.22 ★★

V homogénnom elektrickom poli, ktorého intenzita má veľkosť 1 kV m^{-1} , sa premiestni častica s nábojom $25 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ po dráhe 2 m . Akú prácu vykonajú sily elektrického poľa pri premiestnení častice a aké je napätie medzi začiatočným a koncovým bodom dráhy premiestnenia?

$$[W = 5 \cdot 10^{-5} \text{ J}, U = 2 \text{ kV}]$$

Kapacita

Úloha 6.23 ★★

Vzduchový kondenzátor s rovinnými doskami má kapacitu $C_0 = 10 \text{ pF}$ a vzdialenosť medzi doskami 1 cm . Do stredu medzi dosky vložíme plech hrúbky 1 mm . Aká bude výsledná kapacita?

$$[C = 11 \text{ pF}]$$

Úloha 6.24 ★★★★★

Vypočítajte kapacitu valcového kondenzátora výšky $h = 20 \text{ cm}$ s polomerami elektród $r_1 = 3 \text{ cm}$ a $r_2 = 4 \text{ cm}$, keď medzi elektródami je vákuum. ($\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ m}^{-3} \text{ kg}^{-1} \text{ s}^4 \text{ A}^2$)

$$[C = 38,68 \text{ pF}]$$

Úloha 6.25 ★★★★★

Vypočítajte kapacitu guľového kondenzátora vytvoreného dvomi sústrednými vodivými plochami s polomerami R_1 a R_2 , keď je medzi nimi prostredie s permitivitou ϵ .

$$[C = 4\pi\epsilon \frac{R_1 R_2}{R_2 - R_1}]$$

Úloha 6.26 ★★★★★

Dosky rovinného kondenzátora majú plochu 500 cm^2 , sú vo vzdialenosti 1 cm a sú nabité na napätie 5000 V . Akú prácu treba vykonať na oddialenie dosák na 4 cm ? Aká bude hustota energie a hmotnosť elektrostatického poľa vytvoreného medzi doskami po ich oddialení? ($\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ m}^{-3} \text{ kg}^{-1} \text{ s}^4 \text{ A}^2$)

$$[W = 1,66 \cdot 10^{-3} \text{ J}, w = 1,1 \text{ J} \cdot \text{m}^{-3}, m = 2,46 \cdot 10^{-20} \text{ kg}]$$