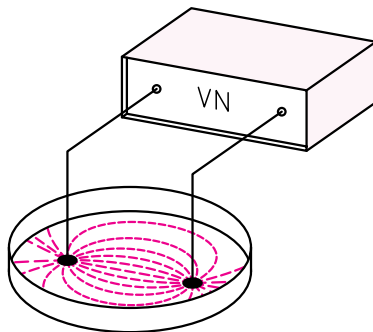


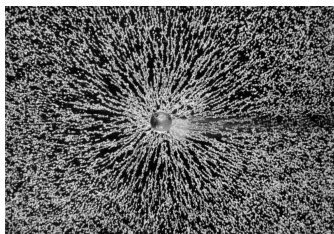
R1 ELEKTRICKÝ NÁBOJ A ELEKTRICKÉ POLE

R1.1 Elektrické pole bodových nábojů

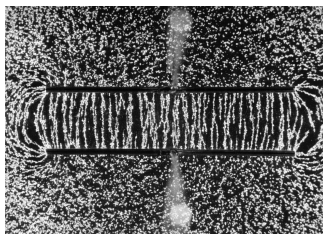
V čl. 1.3 je vyložen siločárový model radiálního pole kladného a záporného bodového náboje. Názorně si můžeme elektrické pole zobrazit pokusem podle obr. R1-1. Plochá miska je naplněna olejem, v němž jsou rozptýleny drobné částičky (např. krupice). Do oleje je vložena jedna, popř. dvě elektrody připojené ke zdroji vysokého napětí. Kolem elektrod vznikne obdobné elektrické pole, jaké vytvoří bodové náboje. Působením elektrických sil v tomto poli se rozptýlené částičky uspořádají do obrazce, který odpovídá rozložení siločar v elektrickém poli. Na obr. R1-2 jsou takto vytvořené modely základních typů elektrických polí bodových nábojů.



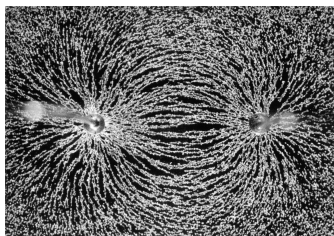
R1-1 Vytvoření elektrického pole v oleji



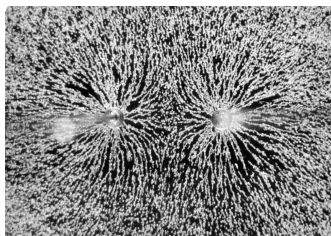
a) Model radiálního elektrického pole



b) Model homogenního elektrického pole



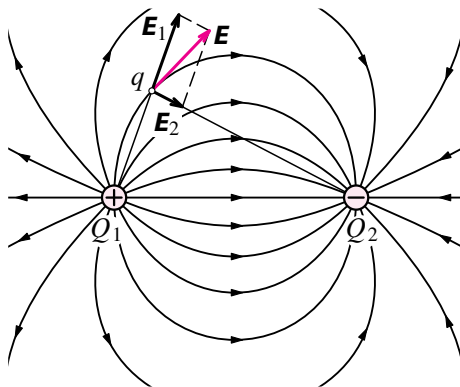
c) Model elektrického pole dvou nesouhlasných bodových nábojů



d) Model elektrického pole dvou souhlasných bodových nábojů

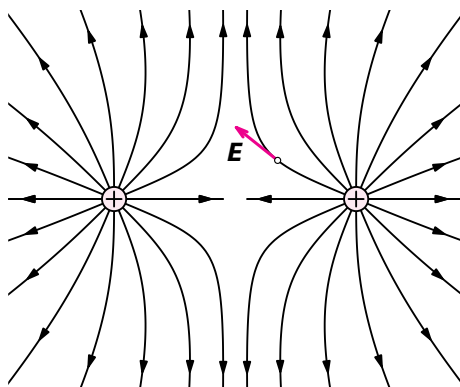
R1-2 Modely elektrických polí bodových nábojů

Na obr. R1-2c a R1-2d je patrné, že elektrické pole dvou, popř. i více nabitých těles je poměrně složité. Podrobněji rozebereme elektrické pole dvou nesouhlasných bodových nábojů (obr. R1-3). Jestliže do tohoto pole vložíme kladný náboj q , působí na něj kladný náboj Q_1 odpudivou silou a záporný náboj Q_2 přitažlivou silou. V radiálních polích obou nábojů by v místě náboje q byly intenzity elektrických polí $\mathbf{E}_1$ a $\mathbf{E}_2$ a vektorovým sčítáním obou intenzit získáme výslednou intenzitu $\mathbf{E}$. Siločára má v místě náboje q takový tvar, že **vektor výsledné intenzity $\mathbf{E}$ elektrického pole má směr tečny k siločáře.**



R1-3 Siločárový model elektrického pole dvou nesouhlasných nábojů

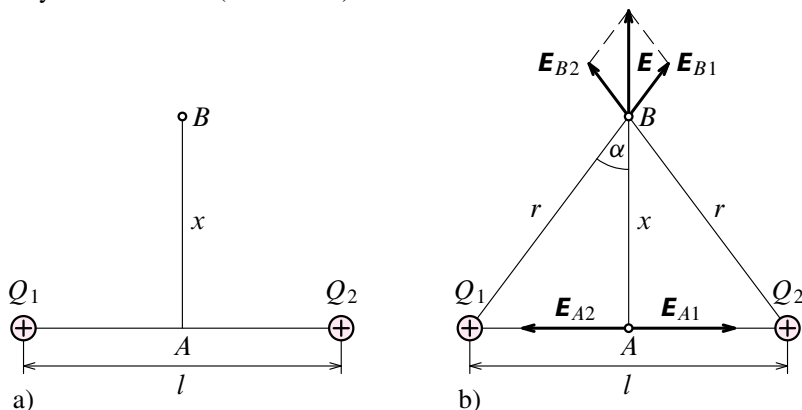
Obdobným způsobem získáme rozložení siločar elektrického pole souhlasných kladných, popř. záporných nábojů (obr. R1-4). Vektor výsledné intenzity $\mathbf{E}$ elektrického pole v obou případech leží na vektorové přímce, která je tečnou k siločáře, ale směry vektorů jsou opačné.



R1-4 Siločárový model elektrického pole dvou souhlasných nábojů

Příklad

Dva stejné kladné bodové náboje $Q = 10 \mu\text{C}$ jsou ve vzájemné vzdálenosti $l = 12 \text{ cm}$. Určete intenzitu elektrického pole a) v bodě A uprostřed mezi náboji na jejich spojnici, b) v bodě B ve vzdálenosti $x = 8 \text{ cm}$ na kolmici vztyčené v bodě A (obr. R1-5a).



R1-5 Výpočet intenzity elektrického pole dvou souhlasných nábojů

Řešení

$$Q = 10 \mu\text{C} = 10^{-5} \text{ C}, l = 12 \text{ cm} = 12 \cdot 10^{-2} \text{ m}, x = 8 \text{ cm} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ m}; E_A = ?, E_B = ?$$

a) Poněvadž jsou oba náboje kladné a stejně velké, budou mít vektory $\mathbf{E}_{A1}$ a $\mathbf{E}_{A2}$ v bodě A stejnou velikost, ale opačný směr (obr. R1-5b) a výsledná intenzita $\mathbf{E}$ elektrického pole

$$\mathbf{E}_{A1} + \mathbf{E}_{A2} = \mathbf{0}.$$

b) Bod B je ve stejné vzdálenosti r od obou nábojů a platí

$$r = \sqrt{x^2 + \left(\frac{l}{2}\right)^2}.$$

Z obr. R1-5b je patrné, že intenzity $\mathbf{E}_{B1}$ a $\mathbf{E}_{B2}$ mají stejnou velikost ($E_{B1} = E_{B2}$), ale různý směr, takže velikost vektoru výsledné intenzity elektrického pole je

$$E = 2E_{B1} \cos \alpha = \frac{2kQ}{r^2} \cos \alpha,$$

kde $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$ a

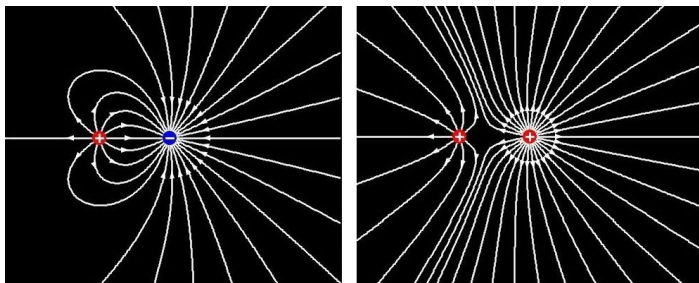
$$\cos \alpha = \frac{x}{\sqrt{x^2 + \left(\frac{l}{2}\right)^2}}.$$

Pro velikost intenzity E v bodě B platí:

$$\begin{aligned} E &= \frac{2kQr}{\left(x^2 + \frac{l^2}{4}\right)^{3/2}} = \\ &= \frac{2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-5} \cdot 8 \cdot 10^{-2}}{(6,4 \cdot 10^{-3} + 3,6 \cdot 10^{-3})^{3/2}} \text{ N} \cdot \text{C}^{-1} \doteq 1,4 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}. \end{aligned}$$

Vektor intenzity elektrického pole $\mathbf{E}$ leží na kolmici ke spojnici nábojů a míří vzhůru.

Konstrukce siločárového modelu elektrického pole výpočtem intenzity $\mathbf{E}$ v jednotlivých bodech elektrického pole by byla pracná a zdlouhavá. Pro vytváření těchto modelů však existuje řada počítačových programů. Takto byl např. vytvořen model elektrického pole dvou různě velkých nesouhlasných a souhlasných nábojů na obr. R1-6.



R1-6 Siločárové modely elektrických polí různě velkých nábojů

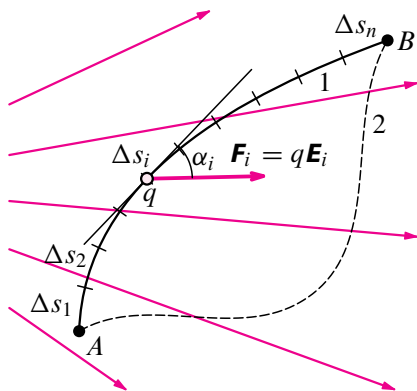
Úlohy

- 1** Jak se změní řešení uvedeného příkladu, jestliže bodové náboje budou mít stejně velký, ale opačný náboj?
- 2** Bodové náboje 4 nC a -5 nC jsou ve vzájemné vzdálenosti $0,6 \text{ m}$. Určete intenzitu elektrického pole uprostřed jejich spojnice.

- 3** Ve dvou protilehlých vrcholech čtverce o straně 30 cm jsou umístěny bodové náboje $0,2 \mu\text{C}$. Určete intenzitu elektrického pole ve zbývajících vrcholech čtverce.
- 4** Vzdálenost mezi náboji 10 nC a -10 nC je 10 cm. Určete intenzitu elektrického pole v bodě A , který je vzdálen 6 cm od kladného náboje a 8 cm od záporného náboje.
- 5** Dva kladné náboje o velikosti Q a $9Q$ jsou ve vzájemné vzdálenosti 8 cm. Určete polohu bodu na jejich spojnici, v němž je intenzita elektrického pole nulová.

R1.2 Práce v elektrickém poli

V čl. 1.4 jsme se zabývali konáním práce při přemísťování kladného náboje v homogenním elektrickém poli. Řešení tohoto případu je jednoduché, poněvadž na náboj působí ve všech bodech pole stejná elektrická síla. Uvažujme však častější případ, kdy elektrická síla nemá stálou velikost a nepůsobí ve směru pohybu. Na obr. R1-7 je znázorněna situace při pohybu kladného bodového



R1-7 K výpočtu práce elektrické síly

náboje q z bodu A do bodu B po trajektorii 1. Dráhu s rozdělíme na malé úseky $\Delta s_1, \Delta s_2, \dots, \Delta s_n$, ve kterých můžeme elektrickou sílu považovat za konstantní. V každém úseku vypočítáme dílčí práci ΔW

$$\Delta W_i = F_i \Delta s_i \cos \alpha_i = q E_i \Delta s_i \cos \alpha_i,$$