

## 4.1.4 Elektrické pole

**Předpoklady:** Intenzita gravitačního pole, 4102

**Př. 1:** Ve vakuu do vzdálenosti 2 m náboje  $Q_0 = 10^{-3} \text{ C}$  postupně umísťujeme náboje:

a)  $Q_1 = 1 \text{ C}$       b)  $Q_2 = 10^{-4} \text{ C}$       c)  $Q_3 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$       d)  $Q_4 = 3,14 \cdot 10^{-4} \text{ C}$

Urči sílu, která na ně bude působit. Kromě výsledku uveď vždy i dosazení do konečného vzorce.

$$\text{a) } Q_1 = 1 \text{ C} \Rightarrow F_1 = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_0}{R^2} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}} \cdot \frac{1 \cdot 10^{-3}}{2^2} \text{ N} = 2250000 \text{ N}$$

$$\text{b) } Q_2 = 10^{-4} \text{ C} \Rightarrow F_2 = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q_2 \cdot Q_0}{R^2} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}} \cdot \frac{10^{-4} \cdot 10^{-3}}{2^2} \text{ N} = 225 \text{ N}$$

$$\text{c) } Q_3 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C} \Rightarrow F_3 = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q_3 \cdot Q_0}{R^2} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}} \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-3}}{2^2} \text{ N} = 4,5 \text{ N}$$

$$\text{d) } Q_4 = 3,14 \cdot 10^{-2} \text{ C} \Rightarrow F_4 = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q_4 \cdot Q_0}{R^2} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}} \cdot \frac{3,14 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-3}}{2^2} \text{ N} = 706 \text{ N}$$

Všechny výsledky mají stejnou tučnou část, netučná je pouze hodnota umístěného náboje  $\Rightarrow$

nebudeme si představovat elektrické síly jako pružinky mezi dvěma náboji, ale představíme si, že náboj  $Q_0$  svojí existencí změnil prostor kolem sebe a na každé místo v prostoru přidal informaci, jak se v daném místě mají přitahovat (odpuzovat) elektrické náboje  $\Rightarrow$  **vytvořil okolo sebe elektrické pole.**

Opakující se výraz obsahuje informaci o silovém působení přidanou do prostoru (jaká má na náboje působit síla)  $\Rightarrow$  popisuje elektrické pole  $\Rightarrow$  zavedeme ho jako novou veličinu:

$$\text{intenzita elektrického pole [E]} \quad |E| = k \cdot \frac{|Q|}{R^2} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r} \cdot \frac{|Q|}{R^2} \quad \left[ \frac{\text{N}}{\text{C}} \right] \quad (\text{vzorec platí pouze pro}$$

pole bodového náboje)

Intenzita elektrického pole je vektorová veličina, ale vztah popisuje velikost ne směry (odpovídají směrům elektrické síly).

**Intenzita elektrického pole říká, jaká síla by v daném místě působila na jednotkový náboj.**

$$F_4 = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q_4 \cdot Q_0}{R^2} = Q_4 \cdot \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q_0}{R^2} = Q_4 \cdot E \Rightarrow E = \frac{F_4}{Q_4}$$

**Vždy platí:  $F = Q \cdot E$  (sílu na náboj určíme jako násobek jeho velikosti a elektrické intenzity v místě, kde se nachází).**

**Př. 2:** Urči vzdálenost, ve které má elektrické pole buzené nábojem  $2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$  ve vakuu intenzitu  $1 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$ .

$$E = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R^2}$$

$$R^2 = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{E}$$

$$R = \sqrt{\frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{E}} = \sqrt{\frac{1}{4 \cdot \pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}} \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6}}{1}} \text{ m} = 134 \text{ m}$$

Elektrické pole buzené nábojem  $2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$  má ve vakuu intenzitu  $1 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$  ve vzdálenosti 134 m.

**Př. 3:** Urči intenzitu elektrického pole v místě, ve kterém na náboj  $3 \cdot 10^{-7} \text{ C}$  působí síla 0,2 N.

$$F = Q \cdot E \Rightarrow E = \frac{F}{Q}$$

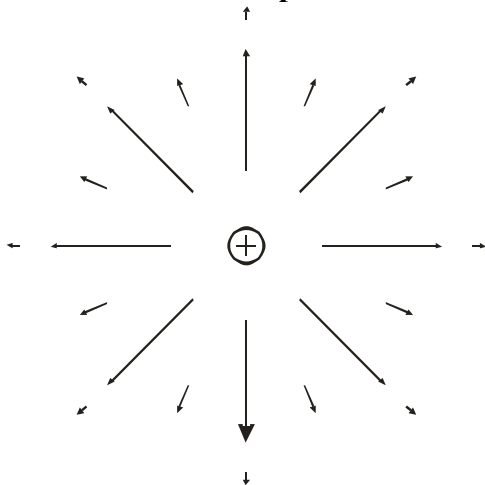
$$E = \frac{F}{Q} = \frac{0,2}{3 \cdot 10^{-7}} \text{ N} \cdot \text{C}^{-1} = 670000 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$$

Elektrické pole má v daném místě intenzitu  $670000 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$ .

Jak zobrazit elektrické pole?

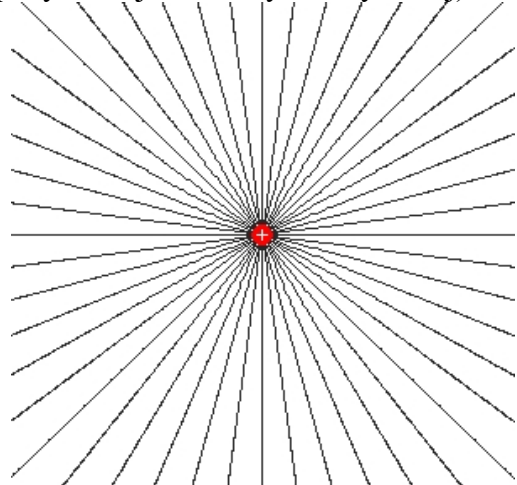
### Nejjednodušší případ – jeden bodový náboj

Zobrazení pomocí vektorů intenzity elektrického pole



- všechny vektory směřují od náboje
- velikosti vektorů vzdálenějších od náboje jsou menší

Zobrazení pomocí siločar (čára, po které by se pohyboval jednotkový kladný náboj):



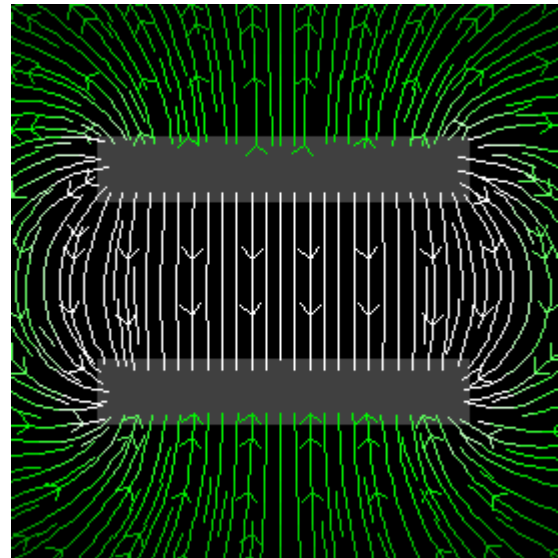
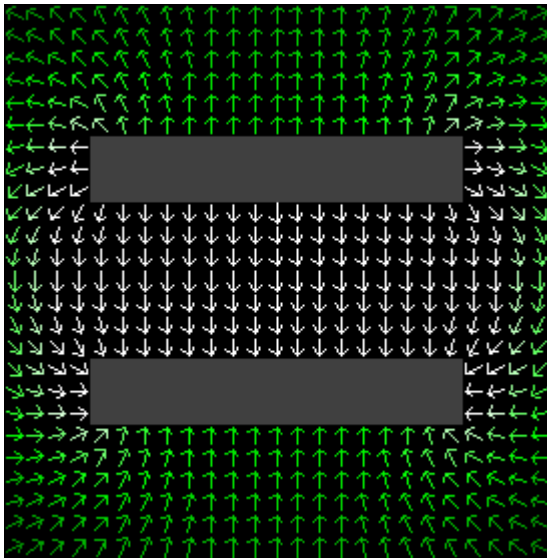
- všechny siločáry vycházejí z náboje a jdou do nekonečna (jako paprsky Slunce)

Takové pole se nazývá **radiální**

### Další jednoduchý případ – dvě nabitě desky

Zobrazení pomocí vektorů intenzity elektrického pole

Zobrazení pomocí siločar (čára po které by se pohyboval jednotkový kladný náboj):



(Upozornění – síla, elektrického pole na tomto obrázku není znázorněna délkou vektorů, ale jejich barvou, světlejší barva znamená silnější pole)

- všechny vektory v prostoru mezi deskami mají stejný směr
- všechny vektory v prostoru mezi deskami mají stejnou velikost

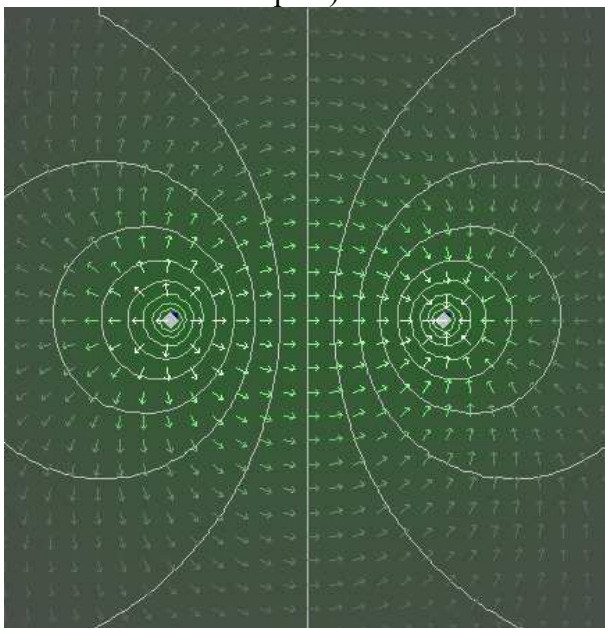
- Všechny siločáry v prostoru mezi deskami jsou rovnoběžné a kolmé na desky

Pole v prostoru mezi deskami je všude stejné a nazývá se **homogenní**.

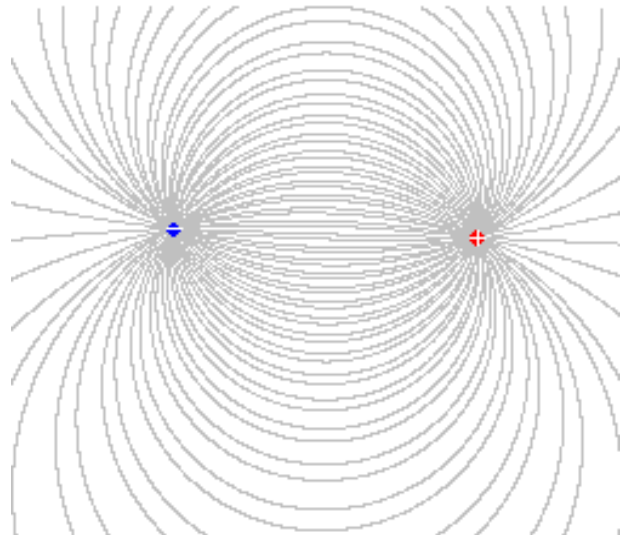
### Poslední důležitý případ – dva opačně nabitě náboje

#### Zobrazení pomocí vektorů intenzity elektrického pole

(Upozornění – síla, elektrického pole na tomto obrázku není znázorněna délkou vektorů, ale jejich barvou, světlejší barva znamená silnější pole)



#### Zobrazení pomocí siločar (čára po které by se pohyboval jednotkový kladný náboj):



Tento typ pole se nazývá **pole dipólu**.

**Pedagogická poznámka:** Idea silového pole by pro studenty neměla být nová (probírá se už na základní škole). Obrázky v hodině proto kreslí studenti samostatně, z projektoru promítáme až pro kontrolu.

**Shrnutí:** Elektrické síly považujeme za důsledek existence elektrického pole v okolí náboje. Pole popisujeme pomocí elektrické intenzity – síly na jednotkový kladný náboj.