

Elektrické pole bodových nábojů ve vakuu

- Elektrostatické pole je silové pole vyvolané existencí klidových nábojů.
- Elektrický náboj (=základní veličina) – jeho jednotka je Coulomb

Vlastnosti elektrického náboje

- Neexistuje sám sobě o sobě, ale je spojen s hmotným objektem (nejmenší takové objekty jsou mikročástice (el. náboj je jejich vlastností)
- Platí zákon zachování náboje >> náboj je nezničitelný
- Je násobkem elementárního náboje $e = 1.6 * 10^{-19} C$ (kvantování náboje)
- Nemění se při transformacích vztažné soustavy (invariantnost náboje)
- Účinky více nábojů se sčítají (princip superpozice)
- Silové účinky náboje popisuje Coulombův zákon

Coulombův zákon

- Bodový náboj Q umístěný v počátku soustavy souřadnic působí na druhý náboj q v místě \vec{r} silou

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon} * \frac{Qq}{r^2} * \vec{r}_0$$

ϵ Permeabilita vakua
 \vec{r}_0 jednotkový vektor průvodiče

- Také q působí na náboj Q stejně velkou, ale opačně orientovanou silou $-\vec{F}$ (zákon akce a reakce)
- Pokud Q není v počátku soustavy souřadnic

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} * \frac{Qq}{|\vec{r} - \vec{r}_1|^3} * (\vec{r} - \vec{r}_1)$$

Intenzita elektrického pole

- Náboj Q vytváří ve svém okolí elektrostatické pole (=centrální silové pole)
- Intenzita elektrického pole udává sílu působící v tomto poli na jednotkový zkušební náboj:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad \text{intenzita el. pole} \quad [N/C = J/m * C = U/m]$$

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} * \frac{Q}{r^3} * \vec{r} \quad \text{intenzita el. pole bodového náboje } Q \text{ ležícího v počátku soustavy souřadnic}$$

- Pro případ obecné polohy náboje Q v místě \vec{r}_1

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} * \frac{Q}{|\vec{r} - \vec{r}_1|^3} * (\vec{r} - \vec{r}_1)$$

Práce v elektrickém poli

- Základní vztah pro práci vykonanou v silovém při pohybu náboje po dráze S

$$\vec{A} = \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} -\vec{F} * d\vec{r}$$

- Dosazená síla z Coulombova zákona $\vec{A} = \frac{Q*q}{4\pi\epsilon_0} * \frac{1}{r_2} - \frac{Q*q}{4\pi\epsilon_0} * \frac{1}{r_1}$

- Vykonaná práce tedy nezávisí na tvaru dráhy, ale pouze na jejím počátku a koncovém bodě.

$$\vec{A} = \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} -\vec{F} * d\vec{r} = \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} F * d\vec{r}$$

Při zpětném pohybu náboje q dostaneme vykonanou práci zpět >> původní práce je zachována v koncovém bodě \vec{r}_2 >> el. pole je konzervativní.

Potenciální energie

- Schopnost náboje vykonat práci, spojená s jeho polohou
- Její velikost se definuje jako velikost vykonané práce
- Je funkcí místa \vec{r}_2 (koncový bod) a \vec{r}_1 (koncový bod)

$$Wp(\vec{r}, \vec{r}_1) = A = \frac{Q * q}{4\pi\epsilon_0 r} - \frac{Q * q}{4\pi\epsilon_0 r_1} \quad \text{elektrostatická potenciální energie}$$

Je to práce, kterou vykoná elst.pole při pohybu náboje q z \vec{r} do \vec{r}_1 a také práce, kterou vykonáme my při opačném pohybu

$$Wp(\vec{r}) = \frac{Q * q}{4\pi\epsilon_0 r} \quad \text{Práce, kterou vykoná elst.pole při pohybu náboje } q \text{ z místa } \vec{r} \text{ do nekonečna}$$

$$A = Wp(\vec{r}_2) - Wp(\vec{r}_1) \quad \text{Práce je rovna rozdílu potenciálních energií}$$

Elektrostatický potenciální

- Potenciální energie jednotkového náboje

$$\varphi(\vec{r}_1) = \frac{Wp(\vec{r}_1)}{q} \quad \text{elektrostatický potenciál [J/e = V]}$$

$$\varphi(\vec{r}_1) = \int_{\vec{r}_1} \vec{E} * d\vec{r} \quad \text{Vyjádření jako práce intenzity pole}$$

$$\varphi(\vec{r}_1) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} \quad \text{Potenciál bodového náboje v počátku soustavy souřadnic}$$

Elektrické napětí mezi dvěma místy pole

- Pro práci vykonanou při přemístění náboje z \vec{r}_1 do \vec{r}_2 platí.

$$\int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} -\frac{\vec{F}}{q} = \varphi_2 - \varphi_1 = \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} -\vec{E} * d\vec{r} \quad \text{Přírůstek potenciálu mezi místy 1 a 2}$$

$$U_{12} = \varphi_2 - \varphi_1 = \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{E} * d\vec{r} \quad \text{Úbbytek potenciálu mezi těmito místy}$$

$$A = q * U_{12} \quad \text{Práce potřebná k přemístění náboje } q \text{ z } \vec{r}_1 \text{ do } \vec{r}_2$$