FAKULTA
PŘÍRODOVĚDNĚ-HUMANITNÍ
A PEDAGOGICKÁ TUL

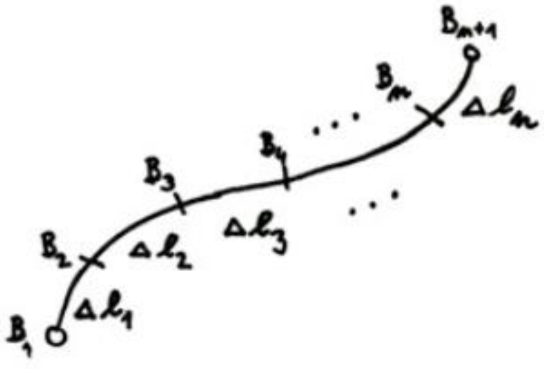
Elektrostatika 1 – FYZ2
2023 FS

Ing. Štěpán Kunc, Ph.D.

stepan.kunc@tul.cz

Práce elektrostatického pole

Pole přesune náboj q po úsečce délky Δl a vykoná práci ΔW = F Δl cos α



W – práce elektrostatické síly

$$\Delta W = qE\Delta l\cos\alpha = q\vec{E}\overrightarrow{\Delta l}$$

celková práce po křivce

$$W = \sum_i q\,\overrightarrow{E_i}\overrightarrow{\Delta l_i}$$

Pro přesné určení práce - $\Delta l \rightarrow dl$

W – práce elektrostatické síly

$$\boxed{\boldsymbol{W = q\int_{\vec{l}} \vec{E}\cdot\overrightarrow{dl}}}$$

Potenciál a napětí

Pole tvořené náboji lze popsat pomocí – **Potenciální energie (skalární veličina)**

E_p – Potenciální energie $E_p(\vec{r}) = W_{0\to\vec{r}}$ $-dE_p = dW = \vec{F} \cdot d\vec{r} = q\vec{E} \cdot d\vec{r}$

Místo nulové potenciální energie volíme odkud přenášíme náboj volíme často v nekonečnu

E_p – Potenciální energie $W_{0\to\vec{r}} = \int_{\infty}^{\vec{r}} q\vec{E} \cdot d\vec{r} = q\int_{\infty}^{\vec{r}} \vec{E} \cdot d\vec{r}$

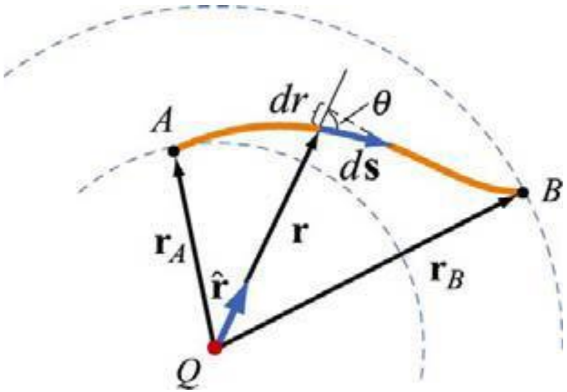
φ – Potenciál elektrostatického pole – je v daném místě dán podílem potenciální energie náboje a velikostí tohoto náboje.

$\varphi = \frac{E_p}{q}$ [V] 1V = 1 volt

φ – Potenciál elektrostatického pole $\varphi(\vec{r}) = \int_{\infty}^{\vec{r}} \vec{E} \cdot d\vec{r}$

Potenciál a napětí

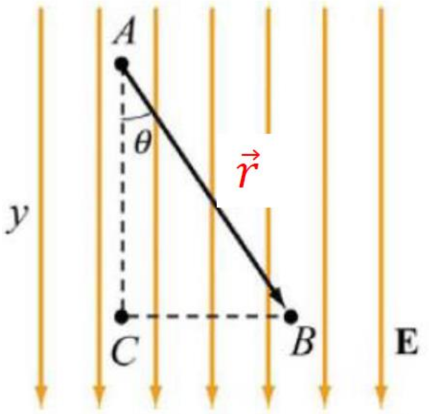
$$\varphi(\vec{r}) = \int_{\infty}^{\vec{r}} \vec{E} \cdot d\vec{r}$$



U_{AB} – Napětí mezi body A a B = rozdíl potenciálů A a B

$$U_{BA} = \varphi(\overrightarrow{r_B}) - \varphi(\overrightarrow{r_A}) = \int_{\overrightarrow{r_A}}^{\overrightarrow{r_B}} \vec{E} \cdot d\vec{r}$$

U_{AB} – v homogenním poli



$$U_{BA} = \int_{\overrightarrow{r_A}}^{\overrightarrow{r_B}} \vec{E} \cdot d\vec{r} = \vec{E} \cdot \int_{\overrightarrow{r_A}}^{\overrightarrow{r_B}} d\vec{r} = \vec{E} \cdot \vec{r}$$

W – Pro práci vykonanou polem při přemístění a mezi místy U platí

$$W = qU$$

Potenciál a napětí

Protože jak potenciální energie, tak i elektrostatická síla jsou úměrné náboji, musí obdobný vztah jako pro potenciální energii a pro sílu, platit i pro potenciál a intenzitu elektrického pole

Ekvipotenciální

$$-dE_p = dW = \vec{F} \cdot d\vec{r} = q\vec{E} \cdot d\vec{r} = q(E_x dx + E_y dy + E_z dz)$$

$$\frac{1}{q} dE_p = \varphi_{(\vec{r}+d\vec{r})} - \varphi_{(\vec{r})} = \frac{\partial \varphi}{\partial x} dx + \frac{\partial \varphi}{\partial y} dy + \frac{\partial \varphi}{\partial z} dz$$

$$\vec{E} = -\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x}, \frac{\partial \varphi}{\partial y}, \frac{\partial \varphi}{\partial z}\right)$$

V elektrostatice $\vec{E} = -\vec{\nabla}\varphi$

$$\boldsymbol{rot\vec{E} = -rotgrad\varphi = \vec{0}}$$

Elektrostatické pole je nevírové

Ekvipotenciální plochy – spojují v prostoru místa stejného potenciálu.
Siločáry jsou kolmé k ekvipotenciálním plochám.
Při pohybu po ekvipotenciální ploše totiž $\vec{F} \cdot d\vec{r} = q\vec{E} \cdot d\vec{r} = 0 \Longrightarrow$ $\vec{E}$ *a* $d\vec{r}$ *jsou na sebe kolmé*

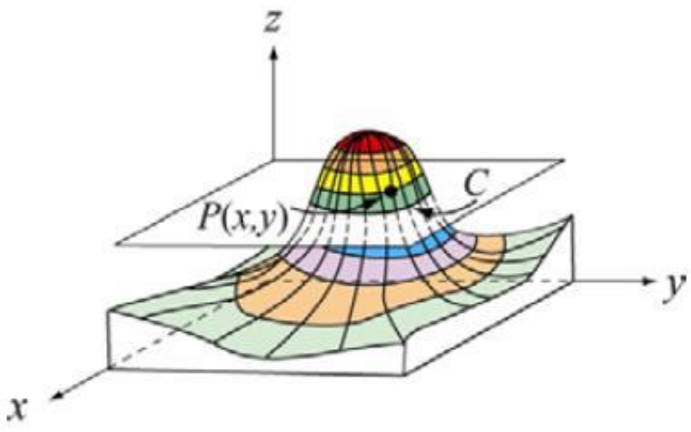
Potenciál a napětí

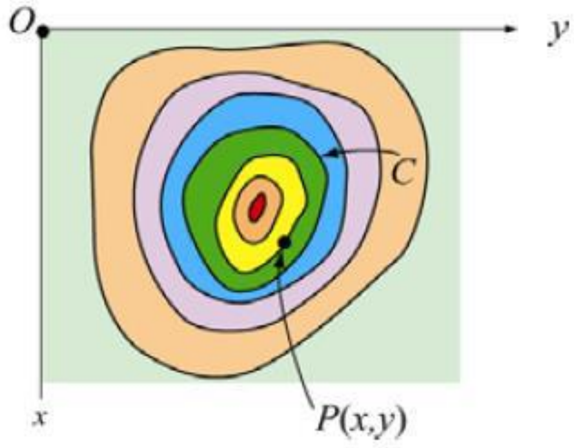
V elektrostatice $\vec{E} = -\vec{\nabla}\varphi$

$\boldsymbol{rot\vec{E} = -rotgrad\varphi = \vec{0}}$

Elektrostatické pole je nevírové

Ekvipotenciální plochy – spojují v prostoru místa stejného potenciálu.
Siločáry jsou kolmé k ekvipotenciálním plochám.
Při pohybu po ekvipotenciální ploše totiž $\vec{F} \cdot d\vec{r} = q\vec{E} \cdot d\vec{r} = 0 \Rightarrow \vec{E}$ *a* $d\vec{r}$ *jsou na sebe kolmé*





Potenciál bodového náboje

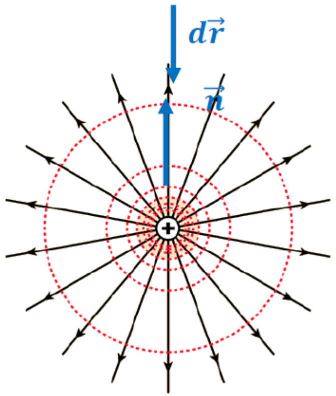
$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}\vec{n}$$

$\vec{n}$ *je jednotkový vektor*

$$\vec{n}\, d\vec{r} = |\vec{n}| dr \cdot cos180° = -1 \cdot dr$$

$$\varphi(\vec{r}) = \int_{\infty}^{\vec{r}} \vec{E} \cdot d\vec{r} = \int_{\infty}^{\vec{r}} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}\vec{n}\, d\vec{r} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\int_{\infty}^{\vec{r}} \frac{1}{r^2}\vec{n}\, d\vec{r} = \frac{-q}{4\pi\varepsilon_0}\int_{\infty}^{\vec{r}} \frac{1}{r^2} dr = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{r}$$

$$\boldsymbol{\varphi(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r}}$$



Gaussova věta v elektrostatice