

Zusammenfassung vom 28.04.2009

II Elektrisches Potential

nur Lehramt, Meteorol., Geol. Wiss.:

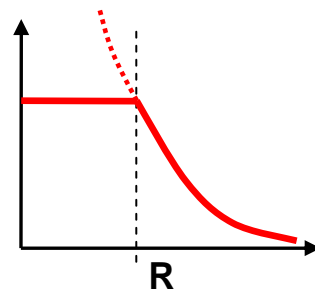
Bsp: elektr. Potential einer Punktladung q im Ursprung $\varphi(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$

elektrisches Feld \Leftrightarrow Potential: $\vec{E} = -\vec{\nabla}\varphi = -\text{grad } \varphi$ $\vec{\nabla}\varphi = \left(\frac{d\varphi}{dx}, \frac{d\varphi}{dy}, \frac{d\varphi}{dz} \right)$
 „Gradient von φ “ Vektor!

Bsp. elektr. Potential und Feld einer geladenen, leitenden Kugel mit Radius R :

$$\varphi(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}, \quad r \geq R$$

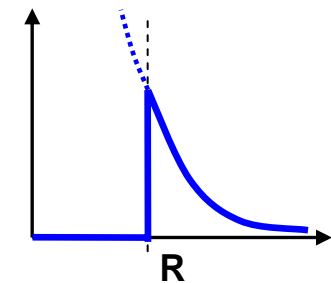
$$\varphi(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{R}, \quad r < R$$



φ immer stetig

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \vec{r}, \quad r \geq R$$

$$\vec{E}(\vec{r}) = 0, \quad r < R$$

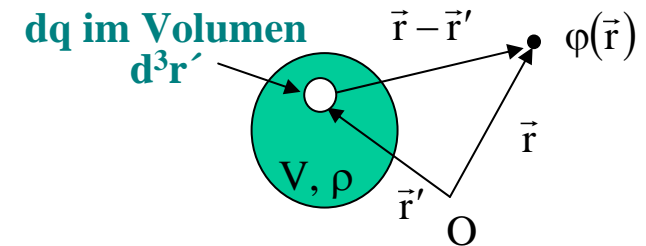


E unstetig

elektrisches Potential einer Ladungsverteilung:

$$\varphi(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_V \frac{\rho(\vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|} \cdot d^3r'$$

$$dq(\vec{r}') = \rho(\vec{r}') dV = \rho(\vec{r}') d^3r'$$



Poisson-Gleichung: $\vec{\nabla} \cdot \vec{E}(\vec{r}) = -\vec{\nabla}^2 \varphi(\vec{r}) = -\Delta \varphi(\vec{r}) = \frac{\rho(\vec{r})}{\epsilon_0}$ (differenzielle Form)

$$\vec{\nabla}^2 \varphi = \Delta \varphi = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = \text{Laplace-Operator}$$

$$\rho(\vec{r}) = \frac{dq(\vec{r})}{dV} = \text{Raumladungsdichte}$$

Äquipotentialfläche: $d\varphi = 0 \Rightarrow \vec{E} \cdot d\vec{s} = 0 \Rightarrow \vec{E} \perp d\vec{s}$

➔ *das elektrische Feld steht immer senkrecht zur Äquipotentialfläche*

➔ *Oberflächen von Leitern sind Äquipotentialflächen*

Experiment Spiegelladung:

- *zwischen einer ungeladenen leitenden Platte und elektrischen Ladungen (beider Polarität) wirkt eine anziehende Kraft aufgrund von Spiegelladungen*
- *die leitende Platte verhält sich gegenüber einer elektrischen Ladung so, als ob dahinter eine entgegengesetzt geladene (imaginäre) Spiegelladung vorhanden wäre*
- *die Position der imaginären Spiegelladung wird bestimmt durch den Feldverlauf auf der leitenden Platte: als Äquipotentialfläche steht das Feld immer senkrecht dazu, und die Spiegelladung muss den gleichen Feldverlauf generieren*

nur Monobachelor Physik:

elektrostatische potentielle Energie:

$$W_N = \sum_{i=2}^N q_i \varphi_{i-1}(\vec{r}_i) = \frac{1}{8\pi\epsilon_0} \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^N \frac{q_i q_j}{|\vec{r}_i - \vec{r}_j|}$$

$$\varphi_i(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{j=1}^i \frac{q_j}{|\vec{r} - \vec{r}_j|}$$