

Zusammenfassung vom 20.04.2011

I Ladung und elektrisches Feld

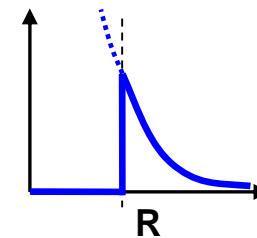
Bsp: lokales Feld an der Oberfläche eines geladenen Leiters

$$\vec{E}_{\text{lokal}}(\vec{r}) = \frac{\sigma_{\text{lokal}}}{\epsilon_0} \vec{n}_{\text{lokal}} \quad \sigma_{\text{lokal}} = \text{lokale Flächenladungsdichte an der Leiteroberfläche}$$

Bsp. elektr. Feld einer geladenen, leitenden Kugelschale mit Radius R

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

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

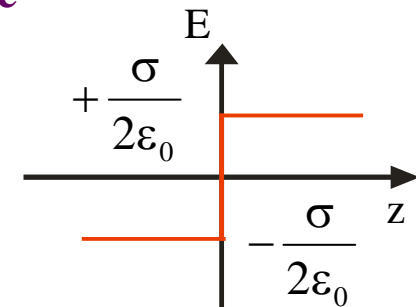


E ist unstetig!

Bsp: Feld einer homogen geladenen, ∞ -großen, leitenden Platte

$$E(\vec{r}) = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \text{const} \quad \sigma = Q/A = \text{Flächenladungsdichte der Platte}$$

\vec{E} zeigt senkrecht von der Platte weg



II elektrisches Potential

Arbeit an q im Feld \vec{E} : $dW = -\vec{F}_C \cdot d\vec{s} = -q \vec{E} \cdot d\vec{s}$

$$W_{12} = -q \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{E}(\vec{r}') \cdot d\vec{s} \quad \text{Arbeit von Punkt 1 nach 2}$$

da Coulomb-Kraft konservativ \rightarrow Arbeit ist wegunabhängig, d.h. es existiert ein Potential
 \rightarrow elektr. Feld ist wirbelfrei, d.h. es existieren keine geschlossenen Feldlinien

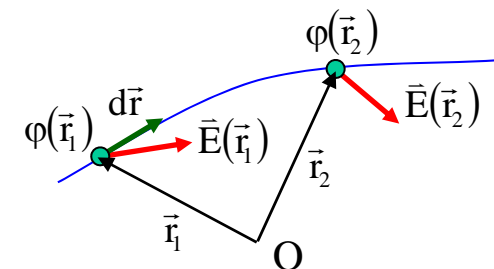
Wirbelfreiheit des elektr. Feldes: $\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{s} = 0 \quad \vec{\nabla} \times \vec{E} = 0 = \text{rot } \vec{E}$ „Rotation von E“

elektrisches Potential: $d\varphi = -\vec{E} \cdot d\vec{s} \quad \varphi(\vec{r}) = -\int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{E}(\vec{r}') \cdot d\vec{s} \quad dE_{\text{pot}} = -q \vec{E} \cdot d\vec{s}$

elektrische Spannung: $U_{12} = \varphi_2 - \varphi_1 = \varphi_{12} = -\int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{E}(\vec{r}') \cdot d\vec{s} \quad U_{12} > 0, \text{ falls pot. Energie zunimmt für } q > 0$

Spannung = Potentialdifferenz

$$[\varphi] = [U] = 1 \text{ Volt} = 1 \text{ V} = 1 \frac{\text{J}}{\text{C}} = 1 \frac{\text{W}}{\text{A}}$$



Eichung des elektrisches Potentials:
$$\varphi(\vec{r}) = -\int_{\infty}^{\vec{r}} \vec{E}(\vec{r}') \cdot d\vec{s} = \int_{\vec{r}}^{\infty} \vec{E}(\vec{r}') \cdot d\vec{s}$$

Konvention: $\varphi(r \rightarrow \infty) = 0$ [alternativ: $\varphi(\text{Erdoberfläche}) = 0$]

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

Verständnisfragen: *Betrachte zwei Kugeln mit unterschiedlichem Radius aber gleicher Ladung. Ist das durch sie erzeugte elektrische Feld gleich stark?*

Wir haben das Feld einer ∞ -großen, leitenden Platte exakt berechnet. Wie kann dieses Resultat auf eine endlich große Platte übertragen werden? Wo auf der Platte gilt die Näherung sehr gut, und welche Beiträge zum elektrischen Feld werden vernachlässigt?

Warum muss das elektrische Potential stetig sein?