Zusammenfassung vom 21.04.2010

I Ladung und elektrisches Feld

Bsp: lokales Feld an der Oberfläche eines geladenen Leiters

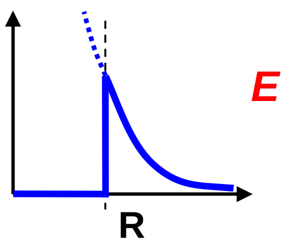
$$\vec{E}_{\text{lokal}}(\vec{r}) = \frac{\sigma_{\text{lokal}}}{\varepsilon_0}\,\vec{n}_{\text{lokal}}$$

σ_{lokal} = lokale Flächenladungsdichte an der Leiteroberfläche

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

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}\frac{\vec{r}}{r}, \quad r \geq R$$

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

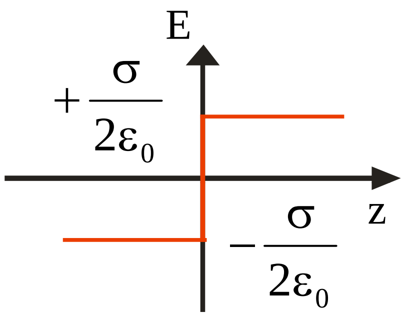


E ist unstetig!

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

$$E(\vec{r}) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \text{const}$$

σ = Q/A = Flächenladungs-dichte der Platte



$\vec{E}$ zeigt senkrecht von der Platte weg

II elektrisches Potential

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

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

da Coulomb-Kraft konservativ → *Arbeit ist wegunabhängig, d.h. es existiert ein Potential*

→ *elektr. Feld ist wirbelfrei, d.h. es existieren keine geschlossenen Feldlinien*

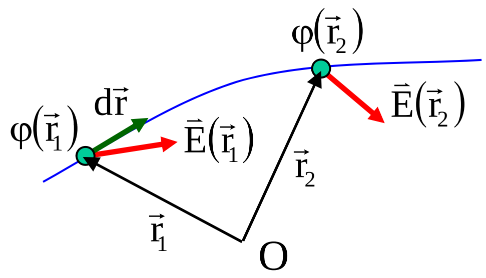
Wirbelfreiheit des elektr. Feldes: $\oint_S \vec{E}\cdot d\vec{s} = 0 \qquad \vec{\nabla}\times\vec{E} = 0 = \text{rot}\,\vec{E}$ *„Rotation von E"*

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

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

Spannung = Potentialdifferenz

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



II elektrisches Potential

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: $\varphi(r \to \infty) = 0$ [alternativ: φ(Erdoberfläche) = 0]

Bsp: elektr. Potential einer Punktladung q im Ursprung $\varphi(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{r}$

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?