

Zusammenfassung vom 13.04.2011

I Ladung und elektrisches Feld

Coulomb-Kraft:

$$\vec{F}_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_2 q_1}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|^2} \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|}$$

$$\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ AsV}^{-1} \text{ m}^{-1}$$

elektrische Feldkonstante

$$\vec{F}_C = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{|\vec{r} - \vec{r}_i|^2} \frac{\vec{r} - \vec{r}_i}{|\vec{r} - \vec{r}_i|}$$

für N Punktladungen

Verallgemeinerung:

$$\vec{F}_C = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \int_V \frac{\rho(\vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|^2} \frac{\vec{r} - \vec{r}'}{|\vec{r} - \vec{r}'|} d^3r' \quad dV' = d^3r'$$

Raumladungsdichte:

(auch: Volumenladungsdichte)

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

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

$$Q = \int_Q dq' = \int_V \rho(\vec{r}') d^3r' \quad \text{Gesamtladung in } V$$

$$V = \int_V dV' = \int_V d^3r' \quad \text{Volumen}$$

Flächenladungsdichte:

$$\sigma(\vec{r}) = \frac{dq(\vec{r})}{dA}$$

$$dq(\vec{r}) = \sigma(\vec{r}) dA$$

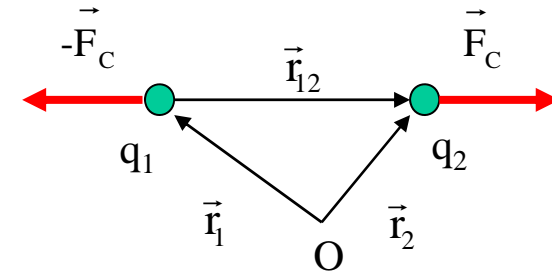
$$A = \int dA \quad \text{Fläche}$$

Linienladungsdichte:

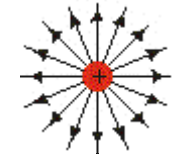
$$\lambda(\vec{r}) = \frac{dq(\vec{r})}{dl}$$

$$dq(\vec{r}) = \lambda(\vec{r}) dl$$

$$l = \int dl \quad \text{Länge}$$

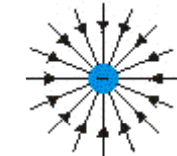


elektrisches Feld: $\vec{E}(\vec{r}) = \lim_{q \rightarrow 0} \frac{\vec{F}_q(\vec{r})}{q}$ $[E] = 1 \frac{N}{C} = 1 \frac{V}{m}$ $V = \text{Volt}$
(Spannung)



$\vec{E}(\vec{r})$ ist ein Vektorfeld

das elektrische Feld ist immer von „+“ nach „-“ gerichtet

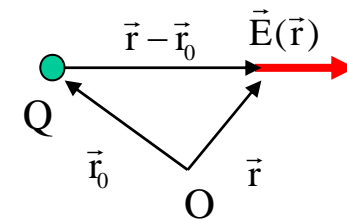


**Kraft auf Ladung q am Ort \vec{r}
im elektrischen Feld:**

$$\vec{F}_q(\vec{r}) = q \cdot \vec{E}(\vec{r})$$

**elektrisches Feld einer
Punktladung Q am Ort r_0 :**

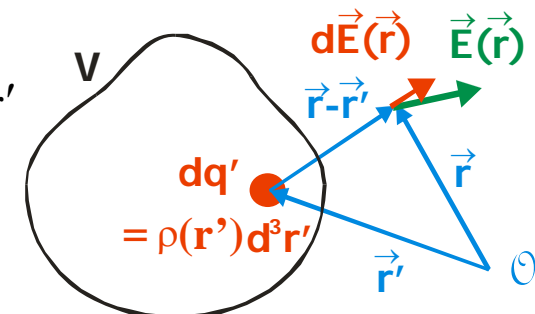
$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{|\vec{r} - \vec{r}_0|^2} \frac{\vec{r} - \vec{r}_0}{|\vec{r} - \vec{r}_0|}$$



**Verallgemeinerung auf
Volumenladungsdichte $\vec{\rho}(\vec{r})$:**

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_V \frac{\rho(\vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|^2} \frac{\vec{r} - \vec{r}'}{|\vec{r} - \vec{r}'|} d^3r'$$

$$d^3r' = dV'$$



Verständnisfragen: *Welche Ladungsdichte muss man für einen sehr dünnen, geladenen Ring ansetzen ?*

Um eine Funktion $y = f(x)$ grafisch darzustellen, braucht man 2 Dimensionen. Wie viele Dimensionen bräuchte man theoretisch, um das elektrische Feld in Abhängigkeit des Ortes grafisch vollständig darzustellen?