

# 2.1 Elektrostatisches Feld

## ELEKTRISCHE LADUNG

Elektrische Ladungen werden durch überschüssige oder fehlende Elektronen mit der Ladung  $q_e = -e$  verursacht (MILLIKAN-Versuch).

## ELEKTRISCHES FELD

Die elektrische Feldstärke  $\vec{E}$  ist ein Maß für die Kraft  $\vec{F}_E$ , die auf eine positive Probeladung  $q$  wirkt. Zur Veranschaulichung zeichnet man Feldlinien, die per Definition immer von der positiven zur negativen Ladung verlaufen. Auf metallischen Oberflächen stehen die elektrischen Feldlinien senkrecht. In einem Metall schirmen die frei beweglichen Elektronen elektrische Felder durch Influenz ab, Isolatoren zeigen eine schwächere Abschirmung aufgrund von Verschiebungs- oder Orientierungspolarisation.

$$\rightarrow \text{elektrische Feldstärke: } \vec{E} = \frac{\vec{F}_E}{q} = -\operatorname{grad}\varphi(\vec{r}) \quad [\frac{V}{m}]$$

$$\rightarrow \text{COULOMB-Feld: } E_Q(r) = \frac{Q}{4\pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot r^2} \Rightarrow F_{qQ} = q \cdot E_Q = \frac{q \cdot Q}{4\pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot r^2}$$

## ENERGIE, SPANNUNG, ELEKTRISCHES POTENTIAL

$$\rightarrow \text{potentielle Energie: } \Delta W_{el} = - \int_{r_0}^r F_E(s) ds = -q \int_{r_0}^r E(s) ds =: q\varphi(r) \quad [J]$$

$$\rightarrow \text{COULOMB-Potential: } \Phi(r) = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon_r \cdot r}$$

$$\rightarrow \text{Spannung: } U = \frac{\Delta W_{el}}{q} = \varphi(r_1) - \varphi(r_2) \quad [V]$$

$$\rightarrow \text{elektrische Energiedichte: } Q_{el} = \frac{W_{el}}{V} = \frac{1}{2} \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot E^2$$

## KONDENSATOREN

$$\rightarrow \text{Kapazität eines (Platten-)Kondensators: } C = \frac{Q}{U} = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d} \quad [F = \frac{C}{V}]$$

$$\rightarrow \text{Flächenladungsdichte (Verschiebungsdichte): } Q_A = \frac{Q}{A} = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot E \quad \left[ \frac{C}{m^2} \right]$$

$$\rightarrow \text{Ladekurve: } U_C = U_{ges} \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right)$$

$$\rightarrow \text{Entladekurve: } U_C = U_{ges} e^{-\frac{t}{RC}}$$