

Zusammenfassung vom 09.05.2011

IV elektrischer Strom

Strom: = bewegte Ladung $I = \frac{dQ}{dt}$ $[I] = 1 \text{ Ampère} = 1 \text{ A} = 1 \text{ Cs}^{-1}$ *gilt allgemein, d.h. jede bewegte Ladung ist ein Strom*

Konvention: Strom fließt von + nach -

Stromdichte: $\vec{j} = \frac{\text{Strom}}{\text{Querschnittsfläche}}$ $I = \int_A \vec{j} \cdot d\vec{A}$ $dI = \vec{j} \cdot d\vec{A}$ $[\vec{j}] = 1 \text{ Am}^{-2}$

Strom im Leiter: $I = n q A v_d$ $n = \frac{dN}{dV}$ $N = \text{Anzahl Ladungsträger}$
 $\rightarrow \vec{j} = n q \vec{v}_d$ $n = \text{Ladungsträgerdichte, } [n] = \text{m}^{-3}$
 $v_d = \text{mittlere Driftgeschwindigkeit}$

Ohm'sches Gesetz: $U = R I$ $R = \frac{1}{G}$ $[R] = 1 \text{ Ohm} = 1 \Omega = 1 \text{ VA}^{-1}$ $R = \text{Widerstand}$
(empirisch) $[G] = 1 \text{ Siemens} = 1 \text{ S} = 1 \text{ AV}^{-1}$ $G = \text{Leitwert}$
(unabhängig von I)

spezifischer Widerstand und Leitfähigkeit: $R = \rho \frac{l}{A}$ $\sigma = \frac{1}{\rho}$ $[\rho] = 1 \Omega \text{m}$ $\rho = \text{spezifischer Widerstand}$
 $[\sigma] = 1 \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$ $\sigma = \text{elektrische Leitfähigkeit}$
 $l, A = \text{Länge und Querschnittsfläche des Leiters}$

ρ, σ sind temperaturabhängige Materialkonstanten (i. A. Tensoren)

IV elektrischer Strom

mikroskopisches Ohm'sches Gesetz: $\vec{j} = \sigma \vec{E}$ *allgemein gültige Form des Ohm'schen Gesetzes*

elektrische Leistung: $dP_{\text{el}} = \vec{j} \cdot \vec{E} dV = \sigma \vec{E}^2 dV$

$$P_{\text{el}} = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R} = \int_V \vec{j} \cdot \vec{E} dV = \int_V \sigma \vec{E}^2 dV$$

Verständnisfragen: *Eine geladene Kugel wird herumgetragen. Stellt das einen Strom dar? Und wenn man die Kugel in einer geschlossenen, isolierten Metallschachtel herumträgt, ist das dann ein Strom?*

Wasser besteht bekanntlich aus Dipolen. Folgt daraus, dass ein bewegtes Glas Wasser einen makroskopischen Strom darstellt?

Betrachte nun nur ein Wassermolekül. Auf welche Weise muss man es bewegen, dass es einen Strom darstellt?

Eine inzwischen verbotene herkömmliche 100 W Glühbirne hat eine Effizienz von ca. 10%, d.h. nur 10% der hineingesteckten Leistung wird in Licht umgewandelt. Wie sieht die gesamte Leistungsbilanz aus, d.h. in welche Anteile wird die hineingesteckte elektrische Leistung umgewandelt?