

V511 - Der Hall-Effekt

Montag, 24. Juni 2024

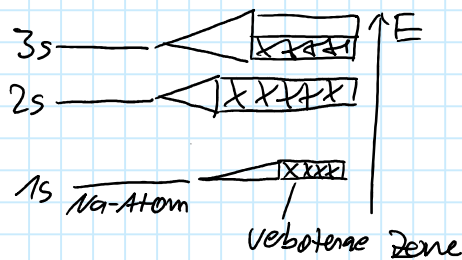
17:47

Ziel: Metalle auf mikroskopische Leitfähigkeitsparameter untersuchen

Theorie:

Leitfähigkeit in Metallen: freie Elektronen aus äußerster Schale

Pauli-Prinzip: Elektronen verschiedener Atome, die miteinander ein System bilden, müssen leicht unterschiedliche Energien besitzen



Isolatoren: Oberste Atom-Schale voll

$\bar{\tau}$ mittlere Flugzeit;

Durch E-Feld Drift $\vec{v}_D = \frac{1}{2} \Delta \vec{v}$
Richtung E-Feld

$$\Rightarrow I = \underbrace{\frac{1}{2} \frac{e_0^2}{m_0} n \bar{\tau}}_{\text{el. Leitf. } S} \underbrace{\frac{Q}{L}}_{\substack{\text{Q Querschnitt} \\ \text{L Länge}}} U \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{Leiter}$$

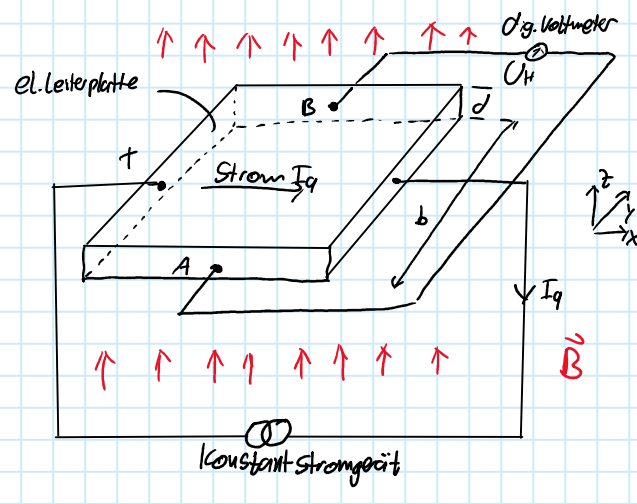
n Anzahl Ladungsträger/Vol.

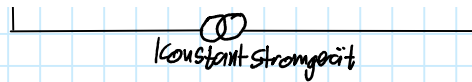
$$\Rightarrow \text{reziproke Leitfähigkeit: } R = 2 \frac{m_0}{e_0^2} \frac{1}{n \bar{\tau}} \frac{1}{Q}$$

Spezifischer Leitfähigkeit: $\sigma = \frac{1}{2} e_0^2 \frac{n}{m_0} \bar{\tau}$

Widerstand: $\rho = 2 \frac{m_0}{e_0^2} \frac{1}{n \bar{\tau}}$

Hall-Effekt:



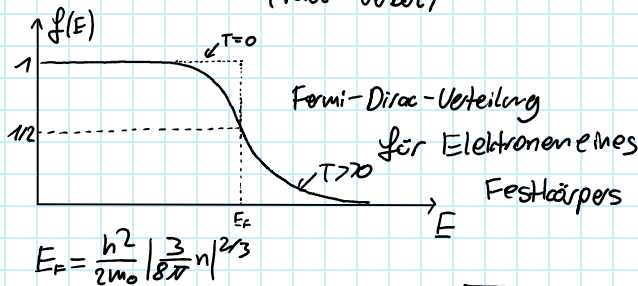


Hall-Spannung:
$$U_H = -\frac{1}{ne_0} \frac{B \cdot I_q}{d}$$
 n : Elektronen/Vol.

$$\vec{I} = \vec{I} \cdot |\vec{v}|$$

totale
Geschwindigkeit

Fermi-Energie E_F : Energie der energiereichsten Elektronen am absoluten Nullpunkt
(Pauli-Verbot)



mit Energie der Elektronen $E \approx E_F$: $|\vec{v}| = \sqrt{\frac{3E_F}{m_0}}$

$$\vec{I} \approx \vec{I} \sqrt{\frac{3E_F}{m_0}}$$

Beweglichkeit μ von Ladungsträgern in Metallen: $\mu = \frac{|\vec{v}_d|}{E_{\text{eff}}}$

Durchführung: Aufbau

- Zwei Elektromagneten in Reihe geschaltet am Konst. Stromgerät
- dazwischen eingespannte Metallplatte mit Strom von anderem K.S.g.
- Hall-Sonde mit Teslameter
- Multimeter zum Messen von U_H

Durchführung 1. Messreihe

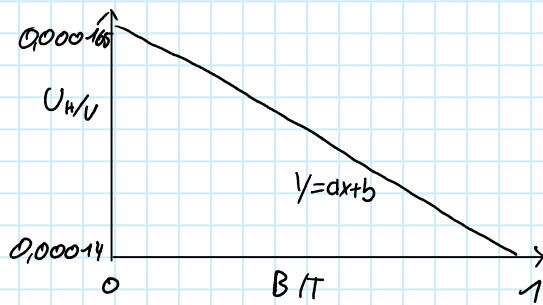
- mit Schießlehre messen von Dicken von Cu- und Ag-Drähten
- für drei Metalle Messung von Hall-Spannung und B-Feld
- Strom durch E-Mag. zwischen 0 und 4 A
- I_q : Zink: 8 A; Kupfer, Silber: 10 A
- Spannung so hoch wie benötigt für Strom

2. Messreihe

- B-Feld konstant (987,256 mT) 2 Polungen
- I_q für jede Polung 0-8 A
- Messung U_H

Mit Multimeter Messung der Widerstände von Kupfer- und Silberdrähten

Auswertung für Zi, Co, Ag gleich



$$U_H = -\frac{1}{ne_0} \frac{B I_a}{d} = a \Leftrightarrow n = \frac{B \cdot I_a}{e_0 d \cdot a} \approx 5 \cdot 10^{25} \frac{1}{m^3}$$

$$\Rightarrow z = \frac{nM}{D N_A} = 0.9$$

Dichte ρ Stromdichte $j = 10^6 A/m^2$

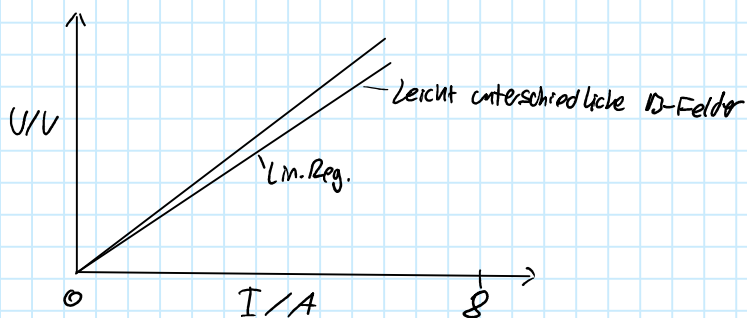
$$U_{drift} = -\frac{j}{ne_0} = -1.18 \cdot 10^{-16} \frac{V}{m}$$

$$\mu \approx -0.4 \frac{1}{Vs} \quad \bar{\tau} \approx 2 \cdot 10^{-15} s$$

$$|v| \approx 5 \cdot 10^8 \frac{m}{s} \quad \bar{L} \approx 9 \cdot 10^{-7} m$$

Umpolung des Magnetfeldes:

Plot mit B_1 und B_2 :



Zink, gleiche Werteberechnung