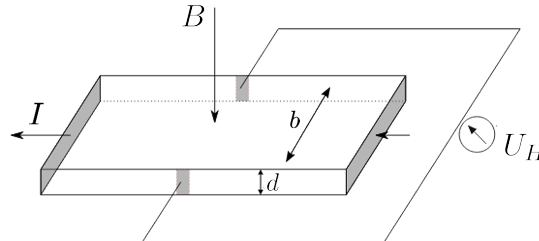


Elektrotechnik: Zusatzaufgaben 6 - Magnetfeld

1. Aufgabe:

An einer Hall-Sonde aus Indiumantimonid (InSb) wird bei einer Stromstärke $I_{\text{quer}} = 60 \text{ mA}$ eine Hall-Spannung $U_H = 200 \text{ mV}$ gemessen. Die Leiterdicke ist $d = 0.2 \text{ mm}$, die Hall-Konstante des Materials $R_H = 380 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{C}$.

Wie groß ist die magnetische Flussdichte B ?



Lösung:

Es gilt die Grundgleichung:

$$U_H = \frac{R_H \cdot I_{\text{quer}} \cdot B}{d} \Rightarrow B = \frac{U_H \cdot d}{R_H \cdot I_{\text{quer}}} = \frac{0.2 \text{ V} \cdot 0.0002 \text{ m}}{380 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}^3}{\text{C}} \cdot 0.06 \frac{\text{C}}{\text{s}}} = 1.754 \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{m}^2} = \mathbf{1.754 \text{ T}}$$

Anmerkung:

Indiumantimonid (InSb) ist eine chemische Verbindung aus Indium (In) und Antimon (Sb). Es zählt zu den sogenannten **III-V-Halbleitern** (Verbindung von Materialien der chemischen Hauptgruppe III und V im Periodensystem der Elemente). Es besitzt die größte Elektronenbeweglichkeit aller bekannten Halbleiter und eignet sich daher besonders gut zur Herstellung von Transistoren.

2. Aufgabe:

Für die magnetische Flussdichte B im Abstand s von einem stromführenden (unendlich langen, geraden Leiter) gilt:

$$B = B(s) = \mu \cdot \frac{I}{2\pi \cdot s} \quad \text{mit} \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}} \quad \text{und} \quad \mu_r = 1$$

- Wie kann man mit einer Hallsonde diese Gesetzmäßigkeit überprüfen? Welche Messungen müssen dazu durchgeführt werden?
- Die Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT, Kernspintomographie) ist ein wichtiger Bestandteil der bildgebenden radiologischen Diagnostik. Hierbei wird unter anderem ein sehr starkes, statisches Magnetfeld benötigt, dessen Flussdichte bis zu 3.0 Tesla beträgt.

Welche Stromstärke müsste durch einen langen Draht fließen, damit in einem Abstand von 1.0 cm diese Flussdichte erreicht wird? Beurteilen Sie das Ergebnis Ihrer Rechnung.

Wie könnte man die für die MRT benötigten Flussdichten erzeugen?



Lösung:

- a) Richtung von B ergibt sich aus der gekennzeichneten Orientierung der Hallsonde bei größtem Messwert; B wird dann in Abhängigkeit von r und von I gemessen.

b) $B = \mu_0 \cdot \frac{I}{2\pi \cdot s} = 3 \text{ T} \implies I = \frac{3 \text{ T} \cdot 2\pi \cdot 0.001 \text{ m}}{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}} = \frac{3 \cdot 0.01}{2 \cdot 10^{-7}} \text{ A} = \mathbf{150 \text{ kA}}$

Diese riesige Stromstärke würde den Draht sofort zum Schmelzen bringen, deswegen werden Supraleiter verwendet.

Supraleitung: Bestimmte Materialien leiten den elektrischen Strom bei Unterschreitung einer (meist nur knapp über dem absoluten Nullpunkt liegenden) Temperatur verlustfrei, d.h. der elektrische Widerstand wird dann praktisch Null.