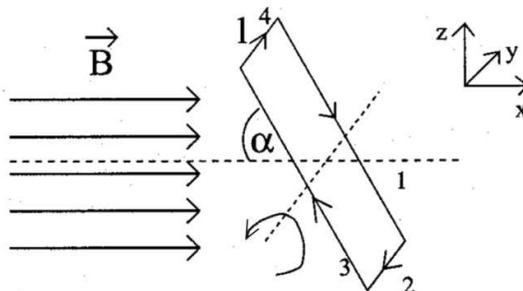


Aufgabe 1 Drehmoment (3 Punkte)

Eine stromdurchflossene quadratische Drahtspule der Kantenlänge l befindet sich in einem homogenen Magnetfeld B . Für $\alpha = 90^\circ$ steht \vec{B} senkrecht auf der Fläche, die von der Spule erzeugt wird.

- Bestimmen Sie die Kraft \vec{F}_i , die auf jeweils ein Drahtstück in den vier Spulenabschnitten ($i = 1$ bis 4) wirkt.
- Welches Drehmoment \vec{M} (vom Spulenmittelpunkt aus) wirkt auf die Spule als Funktion von α ?
- Wie lässt sich das Drehmoment \vec{M} über das magnetische Moment \vec{m} der Spule ausdrücken?



Aufgabe 2 Drehspulinstrument zur Strommessung (3 Punkte)

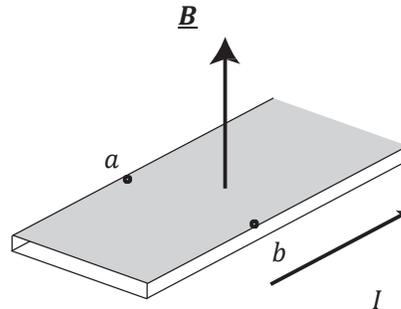
Die stromdurchflossene quadratische Drahtspule aus Aufgabe 1 hat nun $N = 100$ Windungen. Diese Anordnung soll nun als Drehspulinstrument zur Strommessung eingesetzt werden, indem die Drehachse mit einer Spiralfeder mit dem rücktreibenden Drehmoment $M = C \cdot \alpha$ ausgestattet wird (Winkelrichtgröße: $C = 10^{-9} \text{ Nm/rad}$). Über einen Zeiger lässt sich an einer Skala die Winkelauslenkung der Spule auf $\alpha = 0.5^\circ$ genau ablesen. Die Kraft auf die einzelnen Drahtstücke F_i und das Drehmoment \vec{M} auf eine Spule haben Sie bereits in Aufgabe 1 berechnet. Werte: $B = 0.1 \text{ T}$, $l = 2 \text{ cm}$

- Wie groß sind der kleinste und der größte messbare Strom? Diese Werte lassen sich über die möglichen Winkel (bzw. deren Genauigkeit) bestimmen.
- Wie groß ist der Winkelausschlag bei einem Strom von $I = 1 \mu\text{A}$?
- Wie genau lässt sich dieser Strom ($I = 1 \mu\text{A}$) messen?

Hinweis: Nehmen Sie an, dass der Winkel für $I = 1 \mu\text{A}$ nahe bei 90° ist und Sie $\cos(\alpha)$ durch eine Taylorentwicklung um 90° linear nähern können. Die Genauigkeit des Stromes ΔI ergibt sich über: $\frac{\Delta I}{\Delta \alpha} = \left. \frac{dI}{d\alpha} \right|_{\alpha=90^\circ}$

Aufgabe 3 Hall-Effekt 1 (2 Punkte)

Ein Metallstreifen werde von einem Strom I durchflossen und befinde sich in einem homogenen Magnetfeld B . Die zwischen a und b auftretende Potentialdifferenz heißt Hallspannung.



- Welcher der beiden Punkte a und b in der gezeigten Abbildung liegt auf höherem Potential?
- Wie ändern sich die Verhältnisse, wenn der Metallstreifen durch einen p-dotierten Halbleiter ersetzt wird, in dem die Ladungsträger positive Ladung haben?

Aufgabe 4 Hall-Effekt 2 (4 Punkte)

Ein Stab aus n-Germanium (Elektronen als Ladungsträger) mit einem quadratischen Querschnitt von 1 cm^2 befindet sich in einem transversalen Magnetfeld $B = 0.126 \text{ T}$. Bei einer Stromstärke $I = 10 \text{ mA}$ wird eine Hallspannung von $U_H = 1.2 \text{ mV}$ gemessen.

- Skizzieren Sie die Messanordnung und erklären Sie kurz, wie die Hallspannung entsteht.
- Wie groß ist die Hallkonstante $A_H = 1/(e \cdot n)$?
- Wie viele freie Ladungsträger befinden sich in einem Kubikmeter des Materials?
- Wie groß wäre die Hallspannung, wenn anstatt des Halbleiters Silber (in gleicher Geometrie) verwendet würde? (Silber: $M = 108 \text{ g/mol}$, $\rho = 10.5 \text{ g/cm}^3$, pro Atom trägt ein Elektron zum Strom bei)