Aufgabe 25

Wir betrachten folgende Situation : Die Kraft auf ein Teilchen mit der Geschwindigkeit $\vec{v} = \frac{\vec{p}}{m}$

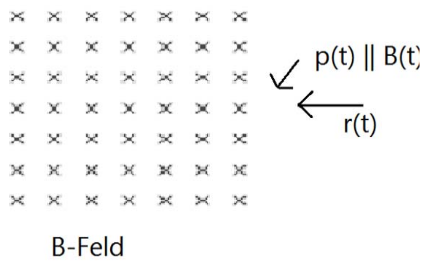

Abbildung 1: Teilchen fliegt mit Impuls $\vec{p}$ in Magnetfeld

ist gegeben durch

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B} \quad \text{bzw.} \quad F = |q|vB$$

Die Winkelgeschwindigkeit der Kreisbewegung ist durch $\omega^2 R = |\vec{a}| = \frac{F}{m} = |q|vB/m$ und $v = \omega R$ gegeben. Damit folgt für den Radius der Kreisbahn

$$R = \frac{mv}{|q|B}$$

Damit gilt für den Ablenkwinkel $\alpha \approx \frac{\ell}{R} = \frac{|q|B\ell}{mv}$

Aufgabe 26

Aus $B_M = \frac{\mu_0 I}{L}$ folgt für den Magnetisierungsstrom $I = \frac{B_M L}{\mu_0} = 7.96 \times 10^4 A$. Der Strom ist als Magnetisierungsstrom kein Strom freier Ladungsträger , die durch Stöße Energie an die Atome oder Moleküle des Leiters abgeben und dadurch den Wärmeinhalt des Leiters erhöhen.Der Magnetisierungsstrom ist eine pauschale Beschreibung der magnetischen Momente der Atome oder Moleküle oder der mit dem Elektronenspin verknüpften magnetischen Momente.

Aufgabe 27

a) Das Magnetfeld für $z = 0$ ist gegeben durch

$$B\left(z=0\right) = \frac{\mu_0 N I R^2}{\left[(d/2)^2 + R^2\right]^{\frac{3}{2}}}$$

Einsetzen von $N = 100$ und $R = 0.4m$ liefert

$$B\left(z=0\right) = \mu_0 I \frac{16m^2}{\left[0.16m^2 + (d/2)^2\right]^{\frac{3}{2}}}$$

und mit $d = R$ und $I = 1A$ folgt

$$B\left(z=0\right) = 2.25 \times 10^{-4} T = 2.25 \text{Gauß}$$

b) Für $B\left(0\right) = 5 \times 10^{-5} T$ folgt $I = 0.22A$. Die Spulenachse muss antiparallel zur Richtung des Erdmagnetfelds stehen.

c) Um das Feld außerhalb der Spule zu berechnen, setzen wir $Z = \pm\left(d/2 + \Delta z\right)$, wobei Δz den Abstand von der Spulenebene nach außen angibt. Wir entwickeln

$$B\left(z\right) = B_1\left(z + \frac{d}{2}\right) + b_2\left(z - \frac{d}{2}\right) = \frac{\mu_0 I R^2}{2}\left(\frac{1}{\left[\left(z + d/2\right)^2 + R^2\right]^{\frac{3}{2}}} + \frac{1}{\left[\left(z - d/2\right)^2 + R^2\right]^{\frac{3}{2}}}\right)$$

in eine Taylorreihe um $\Delta z = 0$ und erhalten

$$B\left(z\right) = \frac{\mu_0 I R^2}{2}\left(\frac{1}{\left[\left(\Delta z + d\right)^2 + R^2\right]^{\frac{3}{2}}} + \frac{1}{\left[\left(\Delta z^2 + R^2\right)^2 + R^2\right]^{\frac{3}{2}}}\right)$$

Für $d = R$ ergibt dies

$$B\left(z\right) = \frac{\mu_0 I}{2R}\left[\frac{1}{\left[1 + \left(1 + \frac{\Delta z}{R}\right)^2\right]^{\frac{3}{2}}} + \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{\Delta z}{R}\right)^2\right]^{\frac{3}{2}}}\right]$$

$$\approx \frac{\mu_0 I}{2R}\left[1.35 - 2\frac{\Delta z}{R} - 2.8\left(\frac{\Delta z}{R}\right)^2 + \mathcal{O}\left(\left(\frac{\Delta z}{R}\right)^3\right)\right]$$

Aufgabe 28

a) Der elektrische Widerstand des Eisenbügels ist

$$R_{Fe} = \rho\frac{L}{A} = 8.71 \times 10^{-8} \cdot \frac{0.6}{5 \times 10^{-6}}\Omega = 1.05 \times 10^{-2}\Omega$$

Ferner ist

$$R_{Konst} = \frac{0.5 \times 10^{-6} \cdot 0.2}{5 \times 10^{-6}}\Omega = 2 \times 10^{-2}\Omega$$

Des Weiteren ist

$$U_{th} = a \cdot \Delta T = 53 \times 10^{-6} \cdot \left(750 - 15\right) V = 38mV$$

Insgesamt erhalten wir also für den Strom der durch den Stromkreis fließt

$$I_{th} = \frac{U_{th}}{R_{Fe} + R_{Konst}} = \frac{3.9 \times 10^{-2}}{3.05 \times 10^{-2}} A = 1.28A$$

b) Das Magnetfeld im Mittelpunkt der quadratischen Schleife mit Kantenlänge $a = 20cm$ in der xy-Ebene hat nur eine z-Komponente. Indem man

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \int \cos(\alpha)\, d\alpha$$

über das Intervall $\left[-\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{4}\right]$ integrieren, erhält man für das Magnetfeld einer einzelnen Seite der Leiterschleife

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi\,(a/2)} \int_{\frac{-\pi}{4}}^{\frac{\pi}{4}} \cos(\alpha)\, d\alpha = \frac{\mu_0 I}{\sqrt{2}\pi a}$$

Damit ergibt sich insgesamt

$$B = 4B_1 = \frac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi a} = 7.2 \times 10^{-6} T$$

Wir die Stromschleife durch ein ferromagnetischen Material geführt, z.B. Permalloy mit $\mu = 10^4$, so kann $B = 0.07T$ erreicht werden.