Übungen zur Vorlesung Experimentalphysik II

V. Austrup, F. Ellinghaus, G. Jäkel, N. Lehmann, F. Schröder

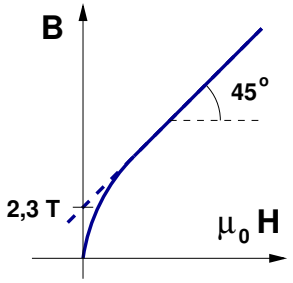
Sommersemester 2018 Universität Wuppertal

Blatt X

Abgabe bis Donnerstag, den 12. Juli 2018 um 10:00
(in die jeweiligen Postfächer Ihres Übungsgruppenleiters auf D09)

1. Sättigungsmagnetisierung von Eisen (2.5 Punkte)

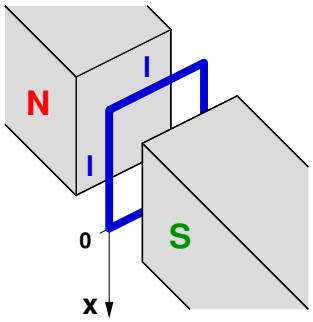
In einer Ringspule mit Eisenkern ($\rho_{\mathrm{Fe}} = 7.9\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$, Molmasse $55.8\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{Mol}}$) misst man das B-Feld als Funktion des erregenden Stroms. Die Kurve $B(\mu_0 H)$ nähert sich asymptotisch einer Geraden mit Steigung 1, die die B-Achse bei $B = 2.3\,\mathrm{T}$ schneidet. Berechnen Sie daraus das magnetische Moment eines einzelnen Eisenatoms und vergleichen Sie es mit dem sogenannten *Bohrschen Magneton* $\mu_B = \frac{e\hbar}{2m_e}$.



Das Bohrsche Magneton ist das magnetische Moment einer Elementarladung mit Elektronmasse $m_e = 9.11 \times 10^{-31}\,\mathrm{kg}$, die sich auf einer Kreisbahn mit Drehimpuls $\hbar = \frac{h}{2\pi} = 1.054 \times 10^{-34}\,\mathrm{J\,s}$ bewegt (mit dem *Planckschen Wirkungsquantum* h). In der Quantenmechanik dürfen Bahndrehimpulse nur ganzzahlige Werte von $\hbar$ annehmen.

2. Wirbelstrombremse (5 Punkte)

Zwischen den quadratischen Polschuhen eines Magneten (Fläche l^2) befindet sich eine quadratische Leiterschleife mit der Kantenlänge l. Diese ist genau auf der Höhe der Polschuhe und schliesst auch seitlich genau mit diesen ab. Sie fällt unter dem Einfluss der Schwerkraft aus der gezeichneten Anfangsposition bei $x = 0$ nach unten. Wie lange dauert es, bis sie das Gebiet zwischen den Polen verlassen hat ($x = l$)?
Was passiert, wenn die Leiterschleife supraleitend ist?



Daten: $B = 2\,\mathrm{T}$ homogen, Leiterschleife aus Al-Draht mit Durchmesser $d = 1\,\mathrm{mm}$, $l = 10\,\mathrm{cm}$, Dichte $\rho_{\mathrm{Al}} = 2.7\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$ und spezifischem Widerstand $\rho_R = 2.7 \times 10^{-8}\,\Omega\,\mathrm{m}$.

Anleitung: Stellen Sie die Bewegungsgleichung auf. Die Integration ergibt $v(t)$ und $x(t)$. Zur Berechnung der Fallzeit genügt die lineare Näherung von $x(t)$.

3. Einschalten von Induktivitäten **(5 Punkte)**

Über einen Schalter S wird eine Gleichspannungsquelle mit $U_0 = 20\,\mathrm{V}$ zur Zeit $t = 0\,\mathrm{s}$ mit einer Spule ($L = 0,2\,\mathrm{H}, R_L = 100\,\Omega$) verbunden. Berechnen Sie den Strom $I(t)$ und stellen Sie den Verlauf graphisch dar. Zeichnen Sie zunächst das Schaltbild und stellen Sie dann die DGL auf. Lösen Sie diese dann explizit.

4. Elektromagnet **(3 Punkte)**

Ein Elektromagnet entnimmt dem Stromnetz ($U_{\mathrm{eff}} = 230\,\mathrm{V}$, $\nu = 50\,\mathrm{Hz}$) eine Leistung von 500 W. Dabei fließt ein Effektivstrom I_{eff} von 4 A. Bestimmen Sie die Phase zwischen Strom und Spannung sowie den ohmschen Widerstand und die Induktivität des Magneten.

5. Gedämpfte Schwingung **(4.5 Punkte)**

Eine zylindrische Spule mit 1000 Windungen eines Kupferdrahts (Radius 0.2 mm, spez. Widerstand $\rho_{\mathrm{Cu}} = 1.66 \times 10^{-8}\,\Omega\,\mathrm{m}$) besitze eine Länge von 40 cm und einen Radius von 1 cm. Zur Zeit $t = 0$ werden die beiden Enden der Spule mit einem Kondensator ($C = 1\,\mathrm{nF}$) verbunden, der auf 1 V aufgeladen ist.

Berechnen Sie den zeitlichen Verlauf der Spannung am Kondensator. Wie verhält sich die auf dem Kondensator gespeicherte Energie nach Ablauf einer Periode zur Anfangsenergie? Zeichnen Sie zunächst das Ersatzschaltbild und stellen Sie dann die DGL auf. Lösen Sie diese dann explizit.