



Abgabe: bis 15.04.2014, 18:00 (Fächer vor Büro 1.20)

08.04.2014

Aufgabe 1 - Einfaches Modell zum Diamagnetismus (5 Punkte)

Ein Elektron, das sich gleichförmig auf einer Kreisbahn mit Radius r und Winkelgeschwindigkeit ω_0 bewegt (Ringstrom), stellt einen magnetischen Dipol dar.

- Geben Sie das magnetische Dipolmoment (Vektor!) an. Welcher Zusammenhang besteht zwischen magnetischem Dipolmoment und mechanischem Drehimpuls? In jedem Atom einer diamagnetischen Substanz sind diese Dipole zufällig so orientiert, dass kein resultierendes magnetisches Dipolmoment auftritt. Drastisch vereinfachend kann man von zwei Elektronen ausgehen, die eine Kreisbahn in der gleichen Ebene mit gleichen Bahnradien r und Winkelgeschwindigkeiten ω_0 , aber mit gegensinnig Drehsinn umlaufen. Wird ein (schwaches) äußeres B -Feld senkrecht zur Bahnebene der Elektronen angelegt, so ändern sich die Zentripetalkräfte und damit die Winkelgeschwindigkeiten geringfügig. Die Bahnradien können (näherungsweise) als konstant angesehen werden (Warum? Hinweis: Drehimpuls betrachten).
- Stellen Sie die Zentripetalkräfte für die beiden Elektronen auf ihren Bahnen ohne und mit B -Feld in Kräftediagrammen dar.
- Wie ändert das zusätzliche B -Feld die Winkelgeschwindigkeiten der beiden Elektronen? Welche Richtung hat das resultierende magnetische Dipolmoment der beiden Kreisströme in Bezug zum äusseren Magnetfeld?

Aufgabe 2 - Flussdichte von Stromschleife und Spule (5 Punkte)

Berechnen Sie mit Hilfe des Biot-Savartschen Gesetzes die magnetische Flussdichte B

- längs der Achse einer kreisförmigen Stromschleife (Radius R)
- längs der Achse einer langen Zylinderspule (Länge L , Radius R , Windungszahl N). (Hinweis: Betrachten Sie die Spule als eine kontinuierliche Aneinanderreihung von Stromschleifen der Breite dx .) Man betrachte insbesondere die Spezialfälle
 - B in der Spulenmitte
 - B am Spulenende

Diskutieren Sie den Verlauf von \vec{B} längs der Spulenachse.

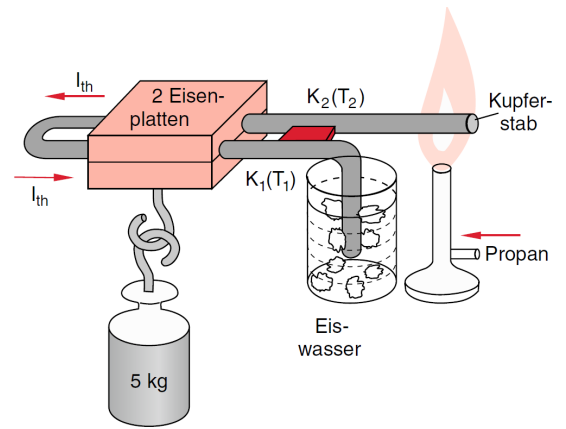
Aufgabe 3 - Schaltvorgang an einer Spule (6 Punkte)

An eine Spule mit der Induktivität L und dem ohmschen Widerstand R wird eine Spannung U angelegt.

- Ermitteln Sie den zeitlichen Verlauf des Stromes I nach dem Einschalten.
- Betrachten Sie nun eine dicht gewickelte, einlagige Zylinderspule mit $N = 500$ Windungen aus Kupferdraht. Der Draht hat dabei einen Durchmesser $d = 1.00\text{mm}$, die Spule einen Durchmesser $D = 5.00\text{cm}$.
 - Berechnen sie den ohmschen Widerstand R der Spule ($\rho_{Cu} = 1.79 \cdot 10^{-8}\Omega m$).
 - Wie gross ist die Induktivität L der Spule.
 - Nach welcher Zeit t_1 nach dem Einschalten hat in der Spule der Strom 95% seines Maximalwertes erreicht?

Aufgabe 4 - Thermoelektrizität (4 Punkte)

Ein Ende eines dicken Kupferbügels wird in Eiswasser gehalten, das andere mit einem Brenner erhitzt. Zwischen dem heissen und kalten Ende des Bügels ist ein Steg aus Metall gelötet. Um den Kupferbügel werden zwei Eisenplatten gelegt, wobei die untere mit einem Gewicht beschwert wurde. Die beiden Platten sind zwar miteinander in Kontakt, aber nicht miteinander verbunden. Trotzdem fällt die untere Platte nicht herunter.



- Erklären Sie den Effekt.
- Der Metallsteg bestehe aus Eisen, wobei die heisse Kontaktstelle eine Temperatur von $800^\circ C$ und die kalte Kontaktstelle eine Temperatur von $0^\circ C$ aufweist. Welche Thermospannung wird hervorgerufen, wenn die Seebeck-Konstanten $\alpha_{Cu} = 0.7 \frac{mV}{100K}$ und $\alpha_{Fe} = 1.9 \frac{mV}{100K}$ betragen?
- Der Bügel habe einen Widerstand von $0.1 m\Omega$. Berechnen Sie die Stärke des Magnetfeldes, das die Platten durchsetzt unter der Annahme der Bügel sei kreisförmig mit einem Radius von $15 cm$.