Vorbemerkung

Dies ist ein abgegebener Übungszettel aus dem Modul physik211.

Dieser Übungszettel wurde nicht korrigiert. Es handelt sich lediglich um meine Abgabe und keine Musterlösung.

Alle Übungszettel zu diesem Modul können auf http://martin-ueding.de/de/university/bsc_physics/physik211/ gefunden werden.

[disclaimer]

physik210 Übung 11

Gruppe 2
Tutor: Tobias Guttenberger

Martin Ueding
mu@uni-bonn.de

Christoph Hansen
christophhansen@uni-bonn.de

22. Juni 2012

Aufgabe	1	2	3	4	Σ
Punkte	/ 10	/ 4	/ 12	/ 5	/ 31

1 Helmholtzspulen

1a Feldstärke

Wir können das Magnetfeld mit dem Magnetfeld von zwei kreisförmigen Leiterschleifen darstellen, dann lässt sich einfach über $B\left(x+\frac{d}{2}\right)+B\left(x-\frac{d}{2}\right)$ berechnen.

$$B(x) = 4I\mu_0 R^2 \left(\frac{1}{(5R^2 - 4Rx + 4x^2)^{3/2}} + \frac{1}{(5R^2 + 4Rx + 4x^2)^{3/2}} \right)$$

1b Ableitungen verschwinden

Die Ableitungen können wir bestimmen:

$$B'(x) = 48I\mu_0 R^2 \left(\frac{R-2x}{2\,(5R^2 - 4Rx + 4x^2)^{5/2}} - \frac{\frac{R}{2}+x}{(5R^2 + 4Rx + 4x^2)^{5/2}} \right)$$
$$B'(0) = 0$$

Und die zweite Ableitung:

$$\begin{aligned} B''(x) = 48I\mu_0 R^2 \Bigg(& \frac{5(R-2x)^2}{(5R^2 - 4Rx + 4x^2)^{7/2}} - \frac{1}{(5R^2 - 4Rx + 4x^2)^{5/2}} \\ & + \frac{5(R+2x)^2}{(5R^2 + 4Rx + 4x^2)^{7/2}} - \frac{1}{(5R^2 + 4Rx + 4x^2)^{5/2}} \Bigg) \end{aligned}$$
$$B''(0) = 0$$

Und die dritte Ableitung:

$$B'''(x) = 480 I \mu_0 R^2 \left(\frac{7(R-2x)^3}{(5R^2-4Rx+4x^2)^{9/2}} - \frac{3(R-2x)}{(5R^2-4Rx+4x^2)^{7/2}} - \frac{7(R+2x)^3}{(5R^2+4Rx+4x^2)^{9/2}} + \frac{3(R+2x)}{(5R^2+4Rx+4x^2)^{7/2}} \right)$$

$$B'''(0) = 0$$

Hier haben wir noch die Ableitungen und die Funktion selbst dargestellt.

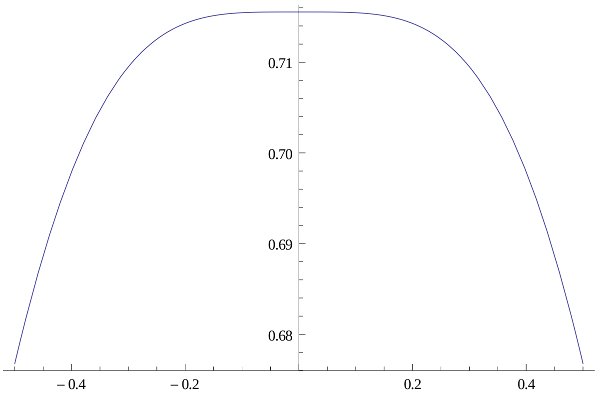

Abbildung 1: $B(x)$

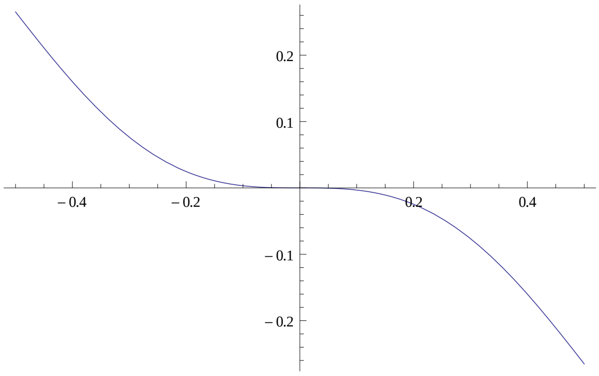

Abbildung 2: $B'(x)$

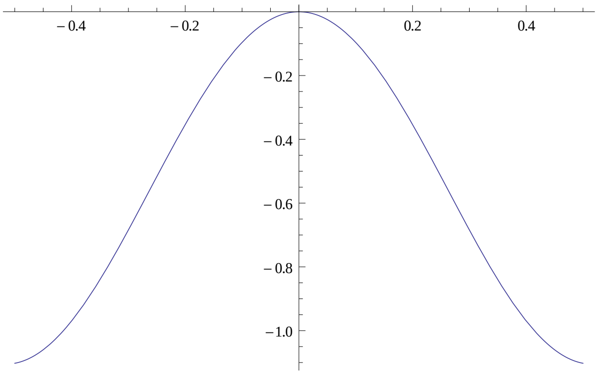

Abbildung 3: $B''(x)$

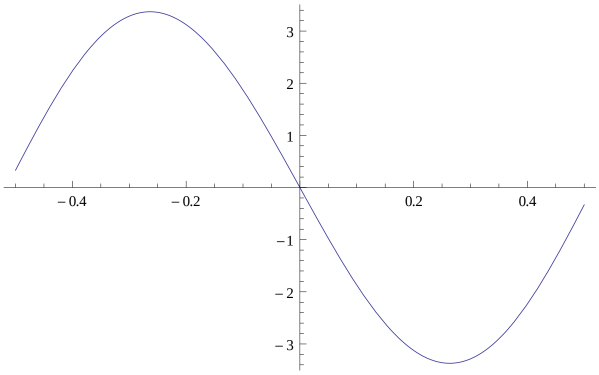

Abbildung 4: $B'''(x)$

2 Magnetischer Dipol

Die Feldstärke in einer langen Spule ist $B = \mu_0 \frac{n}{L} I$. Wenn wir nun einen Meter betrachten verschwindet das $\frac{1}{L}$. Gleichzeitig betrachen wir auch eine einen Meter lange Magnetnadel. Damit ergibt sich für das auf die Magnetnadel wirkende Magnetfeld:

$$B = \mu_0 n I$$

Wir gehen im folgenden davon aus, das das Erdmagnetfeld parallel zum Boden verläuft. Dann ergibt sich aus der geometrischen Betrachtung:

$$B_E = \mu_0 n I \tan(\alpha)$$

Sollen wir hier eine Zeichnung einfügen?

3 Spule im Magnetfeld

Die durchsetzte Fläche ist $A = ab\cos(\alpha)$. Mit $\phi = B \cdot A$ ergibt sich:

$$\phi = B \cdot ab\cos(\alpha)$$

Die in einer Leiterschleife induzierte Spannung ist grade $U_i = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$. Wir setzen ein:

$$U_i = \frac{B \cdot ab\cos(\alpha)}{\Delta t}$$

Mit $\omega = \frac{\alpha}{t} \Rightarrow t = \frac{\alpha}{\omega}$ erhalte ich:

$$U_i = \frac{B \cdot ab \cdot \cos(\alpha)}{\frac{\alpha}{\omega}} = \frac{B \cdot ab \cdot \cos(\alpha) \cdot \omega}{\alpha}$$

Da alle Flächenkonfigurationen durchlaufen werden, kann man $\frac{\cos(\alpha)}{\alpha}$ wegfallen lassen.

$$U_i = B \cdot ab \cdot \omega$$

Es ergibt sich der allgemein bekannte Zusammenhang, das die induzierte Spannung sowohl von der Magnetfeldstärke als auch der Flächenänderungsrate abhängt.

4 Lorentz-Kraft und Induktion

4a

Der Strom durch den Stab ist $I = \frac{U_0}{R}$. Die Kraft auf einen Leiter im Magnetfeld ist $F = lIB$. Wir setzen ein:

$$F = l\frac{U_0}{R}B$$

4b

Durch die Bewegung des Leiters mit der Geschwindigkeit v in einem homogenen Magnetfeld, werden sich Elektronen am hinteren Ende des Stabes ansammeln und positive Atomrümpfe am vorderen Ende des Stabes hinterlassen. Es baut sich ein elektrisches Feld auf, bis im stationären Zustand das elektrische Feld im Gleichgewicht mit der Lorentzkraft steht:

$$qE + qvB = 0$$

Hier fehlen noch Inhalte.

5 Selbstinduktion

5a

Wir rechnen zunächst die Länge der Spule aus. Da das Konstrukt ringförmig ist berechnen wir einfach den Umfang.

$$U = l = 2\pi r_s = \frac{1}{5}\pi$$

Damit können wir die Induktivität L der Spule errechnen:

$$L = \frac{\mu_0 \mu_r N^2 \pi r_e^2}{l} = 0.03392$$

Mit der Induktivität können wir jetzt die Stromstärke $I(t)$ bestimmen.

$$\begin{aligned} I(t) &= I_0 e^{\frac{-t}{\tau}} \\ &= I_0 e^{\frac{-tR_L}{L}} \end{aligned}$$

Ohmsches Gesetz

$$\begin{aligned} &= I_0 e^{\frac{-tU_0}{LI_0}} \\ &= 1.1416\,\mathrm{A} \end{aligned}$$

5b

Wir müssen zuerst die Spannung, die über dem Widerstand abfällt berechnen. Das geht mit dem Ohmschen Gesetz:

$$U_R = 10\,\Omega \cdot I = x\,\mathrm{V}$$

Wir lösen die Formel aus a) nach t auf und erhalten:

$$-\ln\left(\frac{0.99 I_0}{I_0}\right) \cdot l \cdot I_0 \cdot \frac{1}{U_0} = t$$