

Übungen zur Einführung in die Physik II

für Studierende der Physik, Nanowissenschaften, Informatik, Chemie und Mathematik

Abgabe: 16.04.2013 bis 18:00 in den Briefkästen

09.04.2013

1. Vektorpotentiale (4 Punkte)

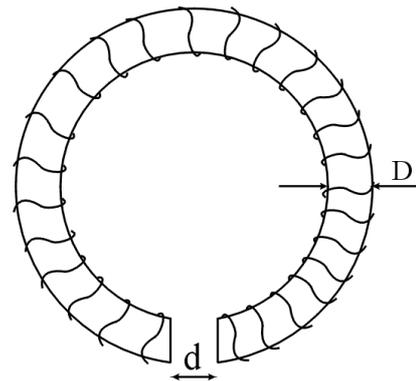
Bekanntlich gilt $\vec{B} = \nabla \times \vec{A}$, wobei das Vektorpotential nur bis auf den Gradienten einer skalaren Funktion genau bestimmt ist. Gehen Sie im Folgenden davon aus, dass das Magnetfeld \vec{B} räumlich und zeitlich konstant ist.

- Zeigen Sie, dass man ein mögliches Vektorpotential über $\vec{A}_1 = \frac{1}{2} \vec{B} \times \vec{r}$ erhält.
- Es sei $\vec{B} = B \vec{e}_z$. Zeigen Sie, dass auch $\vec{A}_2 = -By \vec{e}_x$ und $\vec{A}_3 = Bx \vec{e}_y$ auf das gewünschte Feld führen.
- Bestimmen Sie die drei skalaren Funktionen $\Lambda_{kl} = -\Lambda_{lk}$, für die $\vec{A}_k = \vec{A}_l + \nabla \Lambda_{kl}$ gilt, wobei $k, l = 1, 2, 3$.
- Genügen die Vektorpotentiale \vec{A}_k der Coulombbeziehung $\Delta \vec{A} = 0$?

4. Feld im Luftspalt

Eine Ringspule (Toroid) mit konstantem, kreisförmigem Querschnitt sei mit N Stromwindungen gleichmässig gewickelt. Der Ringumfang L sei gross gegen den Durchmesser D des Ringquerschnitts.

- Berechnen Sie aus dem Ringintegral $\oint \vec{H} d\vec{l}$ die magnetische Feldstärke H_0 im Inneren der Spule bei gegebenem Strom I . Welcher Zusammenhang gilt zwischen H_0 und dem Magnetfeld B_0 ?
- Das Innere der Spule werde mit einem Eisenring gefüllt, der bei dem betrachteten Strom I die magnetische Permeabilität $\mu_r = 10^4$ besitzen soll. Wie gross sind nun die Felder B_μ und H_μ und welches ist ihr Zusammenhang?
- Der Eisenring habe einen kleinen Luftspalt $d \ll D$, so dass die Streufelder von B in dessen Umgebung vernachlässigt werden können. Wie gross sind B_L und H_L im Spalt, sowie B_T und H_T im Toroid, ausgedrückt durch B_μ und H_μ .
- Skizzieren Sie $\frac{H_T}{H_\mu} (d/L)$ im Bereich $0 \leq d/L \leq 0,001$. Was schliessen Sie daraus über die Streufelder von H_L in der Umgebung des Luftspalts?



3. Induktion (4 Punkte)

Eine rechteckige Schleife liegt im Feld eines langen, geraden Leiters, der vom Gleichstrom I_0 durchflossen wird. Leiter und Schleife liegen in einer Ebene.

- Wie gross ist der magnetische Fluss durch die Schleife?
- Wie gross ist die in der Schleife induzierte Spannung, wenn die Schleife mit konstanter Geschwindigkeit v vom Leiter fortbewegt wird?
- Wie gross ist die induzierte Spannung, wenn die Schleife ortsfest ist und statt des Gleichstroms ein Wechselstrom $I(t) = I_0 \sin(\omega t)$ fliesst?

4. Magnetisierung eines Eisenstabes (4 Punkte)

Ein homogener zylindrischer Eisenstab (Länge: L , Radius R) hängt an einem Faden und ist durch eine Feldspule (Strom I) berührunglos bis in die Sättigung $\mu_0 M_s$ magnetisierbar. Es seien in der Sättigung alle atomaren magnetischen Momente ausgerichtet ($\mu_0 M = 2.0 \text{ Vs/m}^2$, $R = 0,1 \text{ cm}$, $\rho_{\text{Fe}} = 7,8 \text{ g/cm}^3$, $A_{\text{Fe}} = 55,8$).

- Wie gross ist das magnetische Moment μ_B eines Eisenatoms? Vergleichen Sie den Wert mit dem des Bohr'schen Magnetons $\mu_B = 9,27 \cdot 10^{-24} \text{ Am}^2$.
- Was können Sie beobachten wenn Sie den Strom umpolen? (Einstein-de Haas-Effekt)