

Übungen zur Klassischen Theoretischen Physik III
(Theorie C – Elektrodynamik) WS 12-13**Prof. Dr. Alexander Mirlin**
Dr. Igor Gornyi**Blatt 7**
Besprechung 28.11.2012**Aufgabe 1: Drehmoment auf Stromverteilung** (5 Punkte)

Betrachten Sie eine konstante Stromverteilung $\vec{j}(\vec{r})$ in einem homogenen konstanten externen magnetischen Feld \vec{B} . Zeigen Sie, dass für das Drehmoment \vec{N} auf die Stromverteilung gilt

$$\vec{N} = \vec{m} \times \vec{B} \quad (1)$$

mit dem magnetischen Moment \vec{m} der Stromverteilung.

Aufgabe 2: Leiterschleife im Magnetfeld (3+2=5 Punkte)

Eine quadratische Leiterschleife mit Kantenlänge a , Leiterquerschnitt $A \ll a^2$ und Masse m befindet sich in einem Magnetfeld \vec{B} . Das Magnetfeld zeigt in y -Richtung, parallel zur Flächennormalen der Leiterschleife. Es füllt den gesamten Halbraum $z > 0$ aus, wo es konstant und homogen ist. Zur Zeit $t = 0$ befindet sich die untere Kante der Leiterschleife auf der x -Achse bei $z = 0$, und die Schleife beginnt in Richtung $-\vec{e}_z$ unter dem Einfluss der Gravitation zu fallen.

- Finden Sie die Geschwindigkeit $v(t)$ der Leiterschleife während ihres Falls durch das Magnetfeld als Funktion von t . *Hinweis:* Der durch die elektromotorische Kraft \mathcal{E} in einem Leiter mit Widerstand R induzierte Strom I ist gegeben durch $I = \mathcal{E}/R$.
- Berechnen Sie die maximale Geschwindigkeit v_{\max} der Leiterschleife während ihres Falls durch das Magnetfeld im Grenzfall $a \rightarrow \infty$. Geben Sie den Zahlenwert für v_{\max} für eine Leiterschleife aus Aluminium (Massendichte $\rho_m = 2.70 \text{ g cm}^{-3}$, spezifischer Widerstand $\rho = 26.5 \times 10^{-9} \Omega \text{ m}$) in einem Magnetfeld von 1T an.

Aufgabe 3: Induktivität (2+3+3+2=10 Punkte)

- Berechnen Sie die Selbstinduktivität einer schlanken zylindrischen Spule mit Radius a , Länge $l \gg a$ und Windungszahl n .
- Eine kurze Spule mit Radius a und Windungszahl n_1 liege innerhalb einer langen, schlanken Spule mit Radius $b > a$ und Windungszahl n_2 . Durch die innere Spule fließe ein Strom I_1 . Berechnen Sie den Gesamtfluss durch die äußere Spule aufgrund des Magnetfelds der kurzen Spule.
- Berechnen Sie die Gegeninduktivität (Induktivitätskoeffizient M_{12}) zweier paralleler quadratischer Leiterschleifen mit Kantenlänge a . Eine der Leiterschleifen liege in der xy -Ebene bei $z = 0$, die andere bei $z = h$ (Mittelpunkte bei $x = y = 0$).
- Berechnen Sie daraus weiterhin die Kraft, die notwendig ist, um die beiden Leiterschleifen mit den Strömen I_1 und I_2 entlang der z -Achse voneinander zu entfernen.