

## Moderne Theoretische Physik WS 2013/2014

Prof. Dr. A. Shnirman  
Dr. B. NarozhnyBlatt 1  
Besprechung 22.11.2013

---

**1. Kraft auf Stromverteilung:** (10 Punkte)

Betrachten Sie eine zeitunabhängige Stromverteilung  $\vec{j}(\vec{r})$  in einem inhomogenen externen magnetischen Feld  $\vec{B}(\vec{r})$ . Finden Sie die Kraft, die auf die Stromverteilung wirkt.

*Hinweis:* Benutzen Sie die folgende Gleichung für die Lorentzkraft

$$\vec{F} = \int dV [\vec{j} \times \vec{B}],$$

und betrachten Sie die räumliche Änderung des inhomogenen Feldes  $\vec{B}(\vec{r})$  bis zur führenden Ordnung.

**2. Leiterschleife im Magnetfeld:** (10 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.

- (a) 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  $I = \mathcal{E}/R$ .

- (b) 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.