

ÜBUNGSBLATT 13, Abgabe am Do. 29.01.15,  
Besprechung in den Übungen am Fr. 30.01.15.

1 Dipolmomente (6 Punkte)

- (a) Das elektrische Potential eines elektrischen Dipols mit Dipolmoment  $\mathbf{p}$  ist

$$\phi(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\mathbf{p} \cdot \mathbf{r}}{r^3}.$$

Zeigen Sie, dass das zugehörige elektrische Feld gegeben ist durch

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{3(\mathbf{p} \cdot \mathbf{r})\mathbf{r} - r^2\mathbf{p}}{r^5} \right].$$

- (b) Das magnetische Potential eines magnetischen Dipols mit Dipolmoment  $\boldsymbol{\mu}$  ist

$$\mathbf{A}(\mathbf{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\boldsymbol{\mu} \times \mathbf{r}}{r^3}.$$

Zeigen Sie, dass das zugehörige magnetische Feld gegeben ist durch

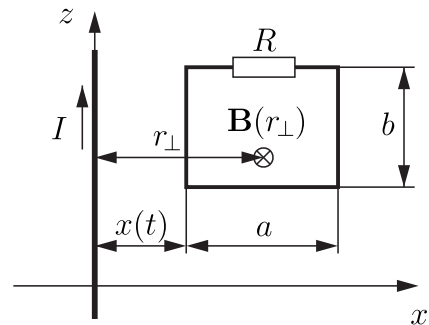
$$\mathbf{B}(\mathbf{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \left[ \frac{3(\boldsymbol{\mu} \cdot \mathbf{r})\mathbf{r} - r^2\boldsymbol{\mu}}{r^5} \right].$$

- (c) Skizzieren Sie grob die Vektorfelder  $\mathbf{E}$  und  $\mathbf{B}$  in der  $x$ - $z$ -Ebene für Dipolmomente  $\mathbf{p} \sim \mathbf{e}_z$  bzw.  $\boldsymbol{\mu} \sim \mathbf{e}_z$ .

Bitte Rückseite nicht übersehen.

## 2 Induktion (8 Punkte)

Eine rechteckige Leiterschleife mit Breite  $a$ , Höhe  $b$  und elektrischem Widerstand  $R$  befindet sich im Magnetfeld eines unendlich langen, geraden Drahtes, der von einem Strom  $I$  durchflossen wird. Die Leiterschleife wird so bewegt, dass der Abstand zum Draht  $x(t) = x_0 + vt$  beträgt, wobei die Geschwindigkeit  $v$  konstant gehalten wird.



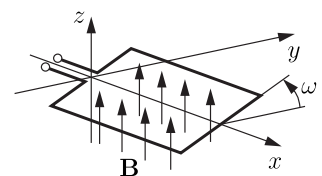
- Berechnen Sie unter Verwendung des Faradayschen Induktionsgesetzes die in der Leiterschleife zur Zeit  $t = 0$  induzierte Spannung.
- Berechnen Sie nochmals die in der Leiterschleife zur Zeit  $t = 0$  induzierte Spannung, aber diesmal indem Sie die Lorentzkraft entlang der Leiterschleife integrieren.
- Wie groß ist die vom induzierten Strom verursachte Gegenkraft zur Zeit  $t = 0$ , die der Bewegung entgegenwirkt.

*Hinweis:* Sie brauchen das Magnetfeld des unendlichen Drahtes nicht erneut zu berechnen, sondern können Ihr Ergebnis von Übungsblatt 12/Aufgabe 3 übernehmen.

## 3 Generator und Motor (6 Punkte)

- Generator

Eine rechteckige Leiterschleife mit dem Flächeninhalt  $A$  rotiert durch einen Motor (nicht dargestellt) angetrieben mit konstanter Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  um die  $x$ -Achse. Die Schleife befindet sich in einem konstanten Magnetfeld  $\mathbf{B} = B\mathbf{e}_z$ . Berechnen Sie die in der Spule induzierte Spannung als Funktion der Zeit.



- Motor

In der Vorlesung haben wir eine Schraube mittels Permanentmagnet an eine Batterie gehängt und das andere Ende der Batterie über einen Draht mit dem Permanentmagneten (vorsichtig) kurzgeschlossen. Wir beobachteten, dass die Schraube zu rotieren beginnt. Erklären Sie, wieso die Schraube angetrieben wurde. Erklären Sie, ob und gegebenenfalls wie es möglich ist, die Drehrichtung der Schraube zu ändern.

