

# Physik II

## Übungsaufgaben, Blatt 5

19. Zwei parallele stromdurchflossene (lange) Leiter (Strom  $I=3A$ ) stehen im Abstand von  $r = 20cm$  voneinander.

- (a) Wie groß ist das Magnetfeld, das der Leiter am Ort des anderen hervorruft?
- (b) Wie groß ist die Kraft, die jeder der Leiter pro Meter Länge auf den jeweils anderen Leiter pro Meter Länge ausübt?

Näherung: Betrachten Sie nicht die Enden des Leiterstückes, behandeln Sie den Leiter wie ein Stück aus einem unendlich langen geraden Leiter.

20. Zur Beschreibung eines Magnetfeldes soll eine Kreiszyinderspule (Länge  $l$ , Radius  $r$ , Wicklungsanzahl  $N$ ) untersucht werden:

- (a) Zeigen Sie, daß das magnetische Feld einer Leiterschleife (Ring-Spule mit  $N=1$ ) mit Radius  $r$  auf der Zylinderachse durch  $B(z) = \mu_0 \frac{I \cdot r^2}{2(z^2 + r^2)^{3/2}}$  gegeben ist. Die Leiterschleife liege in der x-y-Ebene mit Kreismittelpunkt bei  $(0,0,0)$ . Dann ist die Zylinderachse die z-Achse und der zu betrachtene Punkt liegt bei  $(0,0,z)$ .

- (b) Zeigen Sie mit Hilfe von a), daß das Magnetfeld (für die näherungsweise homogene Feldstärke) einer Kreiszyinderspule auf der Zylinderachse im Punkt  $(0,0,z)$  durch

$$B(z) = \mu_0 \frac{I \cdot N}{2l} \left[ \frac{z}{\sqrt{r^2 + z^2}} - \frac{z-l}{\sqrt{r^2 + (z-l)^2}} \right]$$
 gegeben ist (die Spule beginne auf der z-Achse bei 0 und ende bei  $l$ ). Zeigen Sie ferner, daß die Feldstärke im Mittelpunkt der

Spule durch  $B(z=l/2) = \mu_0 \frac{I \cdot N}{\sqrt{l^2 + 4 \cdot r^2}}$  dargestellt werden kann.

- (c) Durch die Spule aus (b) fließt ein Strom von  $I=0.8A$ . Die Länge und der Radius der Spule seien 10cm. Bestimmen Sie das Magnetfeld im Zentrum der Spule, wenn diese sich aus  $N=5000$  Windungen zusammensetzt.

- (d) Betrachten Sie noch einmal die Kreiszyinderspule aus (b). Berechnen Sie ihre Induktivität: Ermitteln Sie zuerst die mittlere magnetische Feldstärke der Spule

( $\bar{B} = \frac{1}{l} \int_0^l B(z) dz$ ) und berechnen Sie mit dieser Näherung (die „reale“ magnetische Feldstärke wird durch  $\bar{B}$  ersetzt) den magnetischen Fluß der gesamten Spule.

**Hinweis:** Die Induktivität einer Kreiszyinderspule ist  $L = \mu_0 \cdot N^2 (\sqrt{l^2 + r^2} - r) \cdot A/l^2$  mit  $N$ =Windungszahl,  $l$ =Spulenlänge,  $A$ =Querschnittsfläche,  $r$ =Radius).

- (e) Wieviel Energie ist im Magnetfeld dieser Spule gespeichert (benutzen Sie die Parameter aus Aufgabe c)? Welcher Anteil dieser Energie ist im Magnetfeld im Spuleninneren gespeichert, welcher Anteil im Magnetfeld des Spulenaußenraums?

21. Betrachten Sie eine Scheibe mit dem Radius  $R$ , welche eine homogene Ladungsträgerdichte  $\sigma$  trage und mit einer Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  um ihren Mittelpunkt rotiere. Bestimmen Sie die Magnetfeldstärke  $|\vec{B}(\vec{r})|$  für jeden Punkt entlang der Rotationsachse.