



30. Biot-Savart-Gesetz

(10 Punkte)

Bestimmen Sie mit Hilfe des Biot-Savart-Gesetzes das Magnetfeld einer *endlich* langen, dicht gewickelten Spule auf ihrer Mittelachse. Die Spule habe den Durchmesser $2R$, die Länge L und die Windungsdichte n und werde von dem Strom I durchflossen. Die z -Achse soll mit der Mittelachse der Spule übereinstimmen. Gehen Sie wie folgt vor:

- (a) Leiten Sie aus der allgemeinen Lösung für das Vektorpotential $\underline{A}(\underline{x})$ das Biot-Savart-Gesetz

$$\underline{B}(\underline{x}) = \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \int I(\underline{x}') \frac{d\underline{x}' \times (\underline{x} - \underline{x}')}{|\underline{x} - \underline{x}'|^3} \quad (1)$$

für einen linienförmigen Leiter her.

- (b) Berechnen Sie zunächst das Magnetfeld einer kreisförmigen Leiterschleife auf ihrer Symmetrieachse.
(c) Nehmen Sie nun an, dass die Spule eine Überlagerung von N infinitesimal dünnen Leiterschleifen pro Länge l ist. Summieren (integrieren) Sie die Magnetfelder dieser Leiterschleifen auf.

Hinweis: Zeigen Sie dazu $\int \frac{dx}{(a^2 + x^2)^{(3/2)}} = \frac{x}{a^2 \sqrt{x^2 + a^2}}$ mittels der Substitution $x = a \sinh u$.

- (d) Zeigen Sie, dass sich im Grenzfall $L \gg R$ das bekannte Magnetfeld einer unendlich langen Spule ergibt.

31. Gesetz von Ampère

(6 Punkte)

Gegeben sei ein unendlich langer, gerader Draht mit dem Radius R , der von einem konstanten Strom I durchflossen wird. Der Strom sei gleichmäßig über den Querschnitt des Drahtes verteilt. Bestimmen Sie mit Hilfe des Gesetzes von Ampère das Magnetfeld innerhalb und außerhalb des Drahtes und skizzieren Sie $|\underline{B}|$ als Funktion des Abstandes von der Achse des Drahtes.

32. Magnetisierung einer Ringspule

(4 Punkte)

Eine Ringspule mit quadratischem Querschnitt habe N Windungen und werde von einem konstanten Strom I durchflossen. Zudem besitze Sie einen Eisenkern mit Permeabilität μ . Geben Sie die Magnetisierung M innerhalb des Eisenkerns an.

Hinweis: Dies ist das letzte Übungsblatt, auf das es Punkte gibt und das korrigiert wird. Nächste Woche gibt es an dieser Stelle dann ein Klausurvorbereitungsblatt.