

7. Übung (Abgabe Di. 7. Juni bis 16:00 Uhr im Sekretariat Frau Badow, Raum 1.2.31)

25. Magnetfeld eines runden Hohlleiters

(4 Punkte)

Berechnen Sie mit Hilfe des Ampère'schen Gesetzes das Magnetfeld $B(r)$ eines runden unendlich langen Hohlleiters mit Innenradius R_1 und Außenradius $R_2 > R_1$, durch den ein Strom I fließe. Unterscheiden Sie die Fälle $r < R_1$, $R_1 \leq r \leq R_2$ und $r > R_2$.

26. Magnetfeld eines unendlich langen, dünnen Leiters

(4 Punkte)

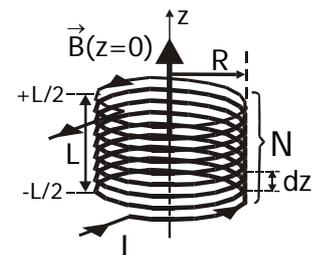
Zeigen Sie mit Hilfe des Biot-Savart-Gesetzes, dass das Magnetfeld eines unendlich langen, dünnen Leiters in dem der Strom I fließe tatsächlich gegeben ist durch $B(r) = \mu_0 \frac{I}{2\pi r}$.

Hinweis: Legen Sie den Leiter entlang der z -Achse. Da der Leiter ∞ -lang ist, reicht es, das Magnetfeld \vec{B} bei $z = 0$ zu berechnen. Überlegen Sie sich, dass \vec{B} nur vom Abstand zum Leiter abhängen kann und tangential zu einem Kreis in der xy -Ebene liegen muss. Nun brauchen Sie nur noch den Betrag von \vec{B} auszurechnen, indem Sie über die gesamte Leiterlänge integrieren. Das dabei auftretende Integral finden Sie in jeder Formelsammlung.

27. Magnetfeld einer endlich langen Spule

(4 Punkte)

Leiten Sie mit Hilfe des Gesetzes von Biot-Savart das Magnetfeld auf der Achse einer langen Spule her. Berechnen Sie zunächst das Feld im Mittelpunkt der Spule ($z = 0$) indem Sie über eine endlich lange, kreisförmige Spule der Länge L mit Radius R und N Windungen integrieren. Zeigen Sie, dass Sie für $L \gg R$ die in der Vorlesung hergeleitete Formel $B = \mu_0 NI/L$ erhalten. Berechnen Sie zusätzlich das Feld an den Enden der Spule für $L \gg R$.



Hinweis: Verwenden Sie als Ausgangspunkt Ihrer Herleitung das in der Vorlesung gerechnete Beispiel für das Magnetfeld auf der Achse einer Leiterschleife: $B(z) = \frac{\mu_0}{2} I \frac{R^2}{(R^2 + z^2)^{3/2}}$.

Benutzen Sie diesen Ansatz, um den Beitrag $dB(z)$ zu berechnen, den der Strom dI auf der Länge dz eines kleinen Teils der Spule erzeugt. Die Größe dI lässt sich mit Hilfe der Wicklungsdichte $n = N/L$ durch dz ausdrücken, wobei Sie annehmen müssen, dass die Spule aus N Kreisringen besteht und in jedem der gleiche Strom I fließt. Mit Hilfe des Biot-Savart-Gesetzes lässt sich nun der Magnetfeldbeitrag in der Mitte der z -Achse formulieren.

28. Magnetfeld einer endlich langen Spule an einem beliebigen Punkt auf der Achse (4 Punkte)

Berechnen Sie mit Hilfe der Aufgabe 27 das Magnetfeld an einem beliebigen Punkt der z -Achse einer endlich langen Spule!