

Aufgabe 49: Leckstrom**(mündlich, 3 Punkte)**

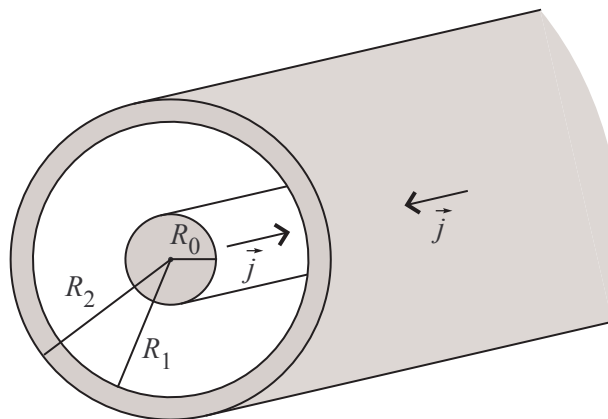
Ein Koaxialkabel, das aus einem Draht von $r_1 = 1$ mm Radius und einer konzentrischen Metallhülle von $r_2 = 8$ mm Innenradius besteht, ist mit einem Isoliermaterial vom spezifischen Widerstand $\rho = 10^{12} \Omega \text{ m}$ gefüllt. Berechnen Sie den Strom, welcher bei $U = 2000$ V Spannung und bei $l = 100$ m Kabellänge durch das Isoliermaterial fließt.

Aufgabe 50: Koaxialkabel**(schriftlich, 6 Punkte)**

In einem Koaxialkabel fließe der Strom I in Kern und Mantel in entgegengesetzter Richtung. Die Stromdichte \vec{j} sei über den gesamten Querschnitt der Leiter konstant ($R_2^2 - R_1^2 = R_0^2$) gleich \vec{j}_0 .

Berechnen Sie unter Verwendung des Ampere'schen Durchflutungsgesetzes das Magnetfeld \vec{B} in Abhängigkeit vom Achsenabstand r im Innen- und Außenraum. (Aus Symmetriegründen sind die Feldlinien von \vec{B} konzentrische Kreise.)

Stellen Sie $B(r)$ graphisch dar. Wo ist das Feld maximal? Welche Vorteile sehen Sie bei der Verwendung eines Koaxialkabels zum Übertragen großer Ströme gegenüber einem üblichen zweiadrigen Kabel?

**Aufgabe 51: Induktionsgesetz****(schriftlich, 5 Punkte)**

- Zwei gegeneinander und gegen das Erdreich isolierte Eisenbahnschienen sind über ein Millivoltmeter miteinander verbunden. Welche Spannung wird angezeigt, wenn ein Zug mit 100 km/h über die Strecke fährt? Der Schienenabstand ist $d = 1,435$ m. Die Vertikalkomponente des magnetischen Erdfeldes beträgt $0,15 \cdot 10^{-4}$ T.
- Ein Leiter in Gestalt zweier kreisförmiger Windungen mit dem Radius $r = 5$ cm liegt in einem homogenen Magnetfeld von $B = 0,6$ T. Das Magnetfeld tritt durch die Windungsfläche senkrecht hindurch. Welche Spannung wird in einem solchen Leiter induziert, wenn das Magnetfeld innerhalb einer Zeitspanne von 0,5 s gleichförmig abgebaut wird?

c) In einem homogenen Magnetfeld $B = 0,1 \text{ T}$, das in Richtung der x -Achse zeigt, befindet sich eine Spule (Durchmesser $d = 1 \text{ cm}$, Windungszahl $n = 1000$), deren Achse senkrecht auf B steht und in Richtung der y -Achse zeigt. Welche Spannung wird induziert, wenn die Spule mit der Winkelgeschwindigkeit $\omega = 100 \text{ s}^{-1}$ rotiert, und zwar

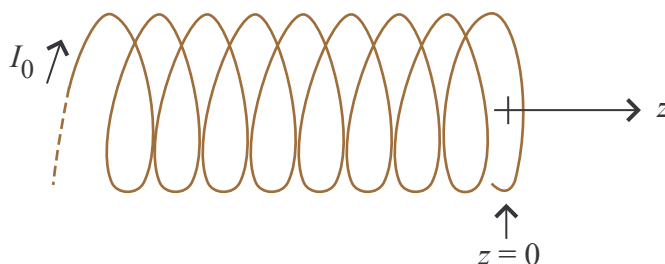
- um die x -Achse
- um die y -Achse
- oder um die zu beiden senkrechte z -Achse?

Aufgabe 52: Magnetfeld einer Spule

(mündlich, 6 Punkte)

Betrachten Sie eine halb-unendlich lange Spule (mit N Wicklungen pro Länge L) mit Radius R , die von einem Strom I_0 durchflossen werde. Daraus resultiert eine Stromdichte

$$\vec{j}(\vec{r}') = \frac{N}{L} I_0 \delta(\rho' - R) \theta(-z') \vec{e}_{\varphi'} .$$



a) Auf der Mittelachse (= z -Achse) findet man eine magnetische Induktion der Form

$$\vec{B}(\vec{r} = (0, 0, z)) = B_z(z) \vec{e}_z .$$

Bestimmen Sie $B_z(z)$ mit Hilfe des Biot-Savart-Gesetzes.

Skizzieren Sie $B_z(z)$. An welcher Stelle auf der z -Achse erreicht B_z 90% der Feldstärke, die in einer unendlich langen Spule gleicher Wicklungsdichte herrschen würde?

b) Außerhalb der z -Achse nimmt $\vec{B}(\vec{r})$ die Form

$$\vec{B}(\vec{r}) = B_\rho(\rho, z) \vec{e}_\rho + B_z(\rho, z) \vec{e}_z$$

(in Zylinderkoordinaten) an. Nehmen Sie an, dass $B_z(\rho, z)$ für alle ρ durch das Ergebnis $B_z(z)$ aus a) gegeben sei (das gilt sicherlich nur für kleine ρ , d. h. $\rho \ll R$), und bestimmen Sie daraus mit Hilfe des Gauß'schen Integralsatzes $B(\rho, z = 0)$.

Skizzieren Sie die resultierenden Feldlinien am Spulenende bei $z = 0$.