

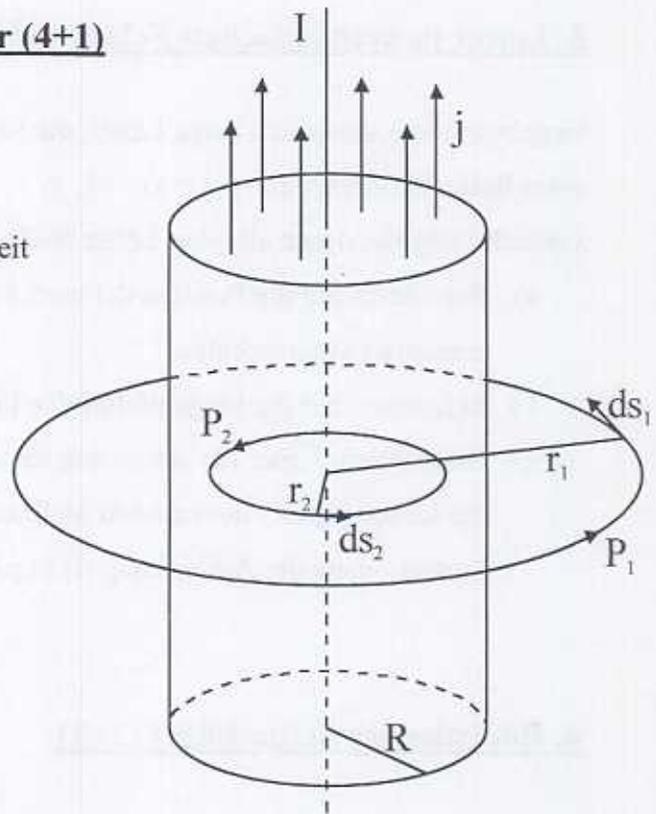
1. Unendlich langer zylindrischer Leiter (4+1)

Gegeben ist ein unendlich langer zylindrischer Leiter mit konstanter Stromdichte j .

- a) Berechnen Sie das \vec{B} -Feld in Abhängigkeit vom Abstand r von der Zylinderachse für $r < R$ und $r > R$ mit Hilfe des Ampère'schen Gesetzes:

$$\oint_P \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 \cdot I$$

- b) Skizzieren Sie $B(r)$.



2. Helmholtz-Spulen (2+3)

Zwei gleiche Kreisströme (Leiter mit Radius r und Strom I) werden mit gleicher Symmetrieachse (x -Achse) so aufgestellt, dass der Abstand ihrer Ebenen gleich a ist.

- a) Berechnen Sie das Magnetfeld auf der x -Achse.
Hinweis: Aus der Vorlesung ist bekannt, dass für Kreisströme mit Radius r auf der Symmetrieachse x gilt:

$$B(x) = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot r^2}{2(x^2 + r^2)^{3/2}}$$

- b) Bestimmen Sie den Abstand a der Kreisströme so, dass das Feld auf der Achse möglichst homogen wird.

Hinweis: Möglichst gute Homogenität wird erreicht, wenn sowohl die erste wie auch die zweite Ableitung des Feldes auf der Mittelachse verschwinden:

$$\frac{\partial B}{\partial x} = \frac{\partial^2 B}{\partial x^2} = 0$$

3. Leiter in magnetischen Feldern (2+1+2)

Gegeben sind 3 unendlich lange Leiter, die sich in gleichem Abstand d parallel zueinander in einer Reihe befinden ($x_1 = x_2 = x_3 = 0, y_1 = -d, y_2 = 0, y_3 = +d$). Der Leiterradius sei vernachlässigbar, durch alle drei Leiter fließe ein Strom I in die gleiche Richtung (z -Achse).

- Berechnen Sie die Position der zwei Nullstellen in der x - y -Ebene des durch die Leiter erzeugten Magnetfeldes.
- Skizzieren Sie die Magnetfeldlinien in der x - y -Ebene.
- Der mittlere Leiter (2) werde nun um einen kleinen Weg $a \ll d$ ausgelenkt, während die Leiter 1 und 3 unverändert bleiben. Beschreiben Sie qualitativ die Bewegung des Leiters, wenn die Auslenkung (i) in y -Richtung bzw. (ii) in x -Richtung stattfindet.

4. Ballistischer Strombügel (3+2)

Ein \square -förmiger Drahtbügel mit Masse $m = 5 \text{ g}$ und einer Gesamtlänge von $L = 15 \text{ cm}$ taucht mit den abwärts zeigenden 6 cm langen Schenkeln in zwei bis oben gefüllte Quecksilbernäpfe ein. Senkrecht zur Fläche des Bügels herrscht ein Magnetfeld von $B = 1 \text{ T}$.

- Wie hoch fliegt der Bügel, wenn plötzlich ein Strom von $I = 100 \text{ A}$ eingeschaltet wird? Vernachlässigen Sie Reibung im Quecksilber und in der Luft sowie die Induktion im Draht.
- Bestimmen Sie aus der Flughöhe die durchgeflossene Elektrizitätsmenge.

