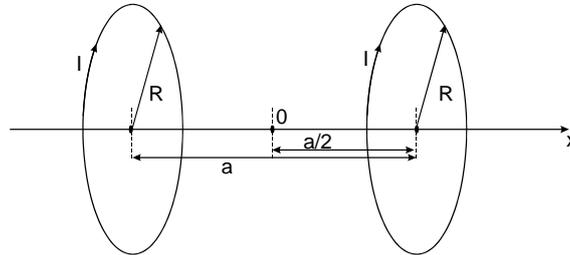


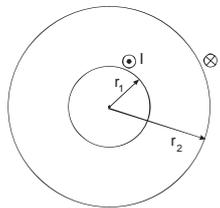
1. **Helmholtz-Spulenpaar:** Eine Anordnung aus zwei dünnen, **gleichsinnig vom Strom I** durchflossenen Spulen wird Helmholtz-Spulenpaar genannt. Sie dient zur Erzeugung eines homogenen Magnetfeldes im Raum zwischen den beiden Spulen. In der idealisierten Form besteht das System aus zwei **kreisförmigen Stromschleifen (Radius R) im Abstand a** (siehe Skizze).



- a) Man berechne allgemein den Betrag der magnetischen Feldstärke entlang der x -Achse in dem in der Skizze gegebenen Koordinatensystem.
 b) In welchem Abstand müssen sich (bei konstantem R) die Stromschleifen befinden, damit das magnetische Feld entlang der x -Achse möglichst homogen ist? (Lösung: $a = R$)

Hinweis: Ein Maß für die Homogenität des Magnetfeldes ist die zweite Ableitung der Feldstärkefunktion im Punkt $x = 0$. Je kleiner diese ist, desto homogener ist das Feld.

2. **Zylindrische Induktivität:** Eine idealisierte Induktivität bestehe aus **zwei sehr langen, dünnen konzentrischen Zylinderschalen** mit den Radien r_1 und r_2 sowie der Höhe h . Der innere Zylinder sei vom **Strom I_1** durchflossen, der äussere von I_2 . Beide Ströme seien gleich gross, I_1 zeige in die Papierebene, I_2 zeige aus der Papierebene. (siehe Skizze).



Die Ströme sind **gleichmässig über die Zylinderwände** verteilt. Die **z -Achse** liege in der gemeinsamen Achse der Zylinder und zeige aus der Papierebene, die **r -Achse** stehe normal dazu.

- a) Benutzen Sie das **Ampere'sche Gesetz** zur Berechnung des **magnetischen Feldes zwischen den Zylindern**. Zeichnen Sie die Richtung des Magnetfeldes in der Skizze ein. Wie groß ist die magnetische Energiedichte zwischen den Zylinderschalen für $r_1 < r < r_2$?
 b) Berechnen Sie die **Induktivität** des Systems unter der Beachtung der Beziehung für die **in der Induktivität L gespeicherte Energie**, $W_B = \frac{L \cdot I^2}{2}$ und unter Zuhilfenahme des in (a) gefundenen Ergebnisses für die magnetische Energiedichte.
 c) Berechnen Sie die **Induktivität** des Systems mit Hilfe der Formel $\Phi = L \cdot I = \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$, unter Verwendung des in (a) berechneten \vec{B} -Feldes. Beachten Sie, dass Sie eine vernünftige offene Fläche zur Berechnung des Flusses wählen müssen. Vergleichen Sie dieses Resultat mit dem von (b).

(Lösung: $L = \frac{\mu_0 \cdot h}{2 \cdot \pi} \cdot \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)$)

Bitte Seite wenden!

3. Man bestimme das **Magnetfeld H** sowie die **magnetische Induktion B** im Abstand $l = 5 \text{ cm}$ von einem sehr dünnen, unendlich langen, geraden Leiter, durch den der Strom $I = 5 \text{ A}$ fließt.
(Lösung: $H = 15,92 \text{ Am}^{-1}$)

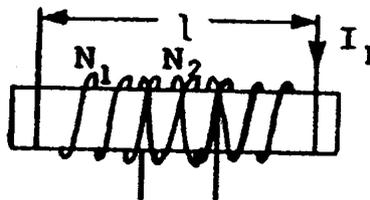
4. **Quadratische Stromschleife:** Gegeben sei eine **quadratische** Stromscheife mit der **Seitenlänge a** , welche von einem **Strom der Stärke I** durchflossen wird:

- a) Berechnen Sie mit Hilfe des Biot-Savartschen Gesetzes den **Betrag der magnetischen Feldstärke B** im **Mittelpunkt** der Schleife.
b) Vergleichen Sie diesen mit dem Betrag der magnetischen Feldstärke im Mittelpunkt einer **kreisförmigen** Stromschleife mit dem **Durchmesser a** , welche vom **gleichen Strom I** durchflossen wird. (Lösung: $B_{\text{Kreis}} / B_{\text{Quadrat}} = \frac{\pi}{2 \cdot \sqrt{2}}$)

5.

- a) Ermitteln Sie den Wert der **magnetischen Induktion B** im Mittelpunkt einer Spule, die bei einer Länge von $l = 10 \text{ cm}$ die Windungszahl $N = 20$ und die Querschnittsfläche $A = 5 \text{ cm}^2$ besitzt und vom Strom $I = 5 \text{ A}$ durchflossen wird. (Lösung: $B = 1,22 \text{ mT}$)
b) Wie groß ist der gesamte durch die Spule tretende **magnetische Fluß Φ** ? (Lösung: $\Phi = 610 \text{ nWb}$)

6. Ein langes Solenoid ($l = 50 \text{ cm}$) mit dem Querschnitt $A = 10 \text{ cm}^2$ ist mit $N_1 = 1000$ Windungen eines Cu-Drahtes bewickelt. Eine kleine Spule mit $N_2 = 10$ Windungen ist in der Mitte auf die erste Spule aufgebracht (siehe Abbildung).



- Man berechne die **Gegeninduktion M** der Spulen. (Lösung: $M = 25,13 \mu\text{H}$)