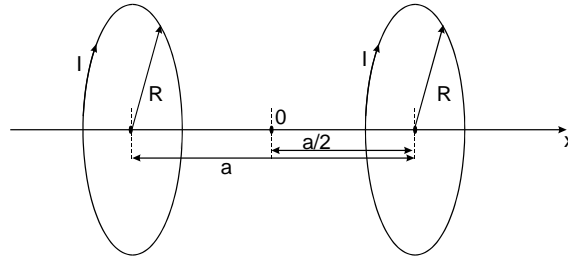


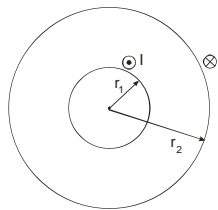
1. **Helmholtz-Spulenpaar:** Eine Anordnung aus zwei dünnen, **gleichsinnig vom Strom  $I$**  durchflossenen Spulen wird Helmholtz-Spulenpaar genannt. Sie dient zur Erzeugung eines homogenen Magnetfeldes im Raum zwischen den beiden Spulen. In der idealisierten Form besteht das System aus zwei **kreisförmigen 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:  $H = 15,92 \text{ Am}^{-1}$ )

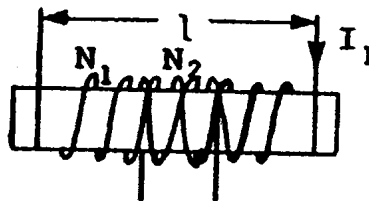
4. **Quadratische Stromschleife:** Gegeben sei eine **quadratische** Stromscheife mit der **Seitenlänge  $a$** , welche von einem **Strom der Stärke  $I$**  durchflossen wird:

- 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  $\Phi$** ? (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:  $M = 25,13 \mu\text{H}$ )