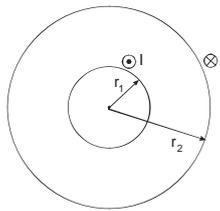


1. Auf einen zylindrischen Körper ( $d = 6 \text{ cm}$ ) wird Kupferdraht einlagig aufgewickelt. Die so hergestellte Spule soll **5 Windungen je cm** bei einer Länge von  $l = 30 \text{ cm}$  aufweisen. Der spezifische Widerstand des verwendeten Kupferdrahtes beträgt bei  $75 \text{ }^\circ\text{C}$   $\rho = 0,01 \text{ } \Omega\text{m}^{-1}$  (wir erwarten, daß die Spule im Betrieb heiß wird). Die Spule wird an eine Spannung von **24 V** angeschlossen.

- a) Wie groß ist allgemein die **magnetische Induktion  $B$**  entlang der Spulenachse? Man berechne die Werte von  $B$  in der **Mitte** und am **Ende** der Spule? (*Lösung*: Mitte: 52,3 mT, Ende: 26,5 mT)
- b) Man berechne die **Leistungsaufnahme  $P$**  dieser Spule? (*Lösung*:  $P = 2037 \text{ W}$ )

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).

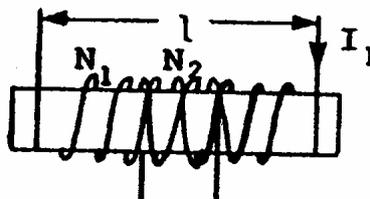


Die Ströme sind **gleichmässig über die Zylinderwände** verteilt. Die  **$z$ -Achse** liege in der gemeinsamen Achse der Zylinder und zeige aus der Papierebene, die  **$r$ -Achse** stehe normal dazu.

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

3. 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).



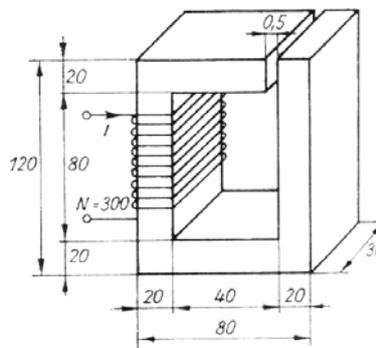
→ Man berechne die **Gegeninduktion  $M$**  der Spulen. (*Lösung*:  $M = 25,13 \text{ } \mu\text{H}$ )

Bitte Seite wenden!

4. Ein **Drahtbügel** (Masse  $m = 5 \text{ g}$ , gesamte Drahtlänge  $L = 15 \text{ cm}$ ) taucht mit den abwärts zeigenden **6 cm** langen Schenkeln in zwei bis oben gefüllte Quecksilbernapfe ein (Skizze). **Senkrecht** zur Fläche des Bügels herrscht das Magnetfeld  $H = 8 \cdot 10^5 \text{ Am}^{-1}$ .

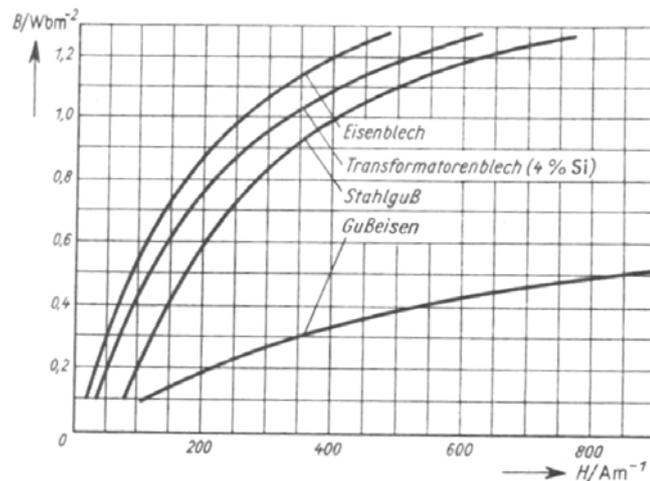


- a) Wie hoch fliegt der Bügel, wenn plötzlich ein Strom von  $I = 100 \text{ A}$  eingeschaltet wird? (*Lösung:* 3,7 m)  
 b) Kann man aus der Flughöhe die durchgeflossene **Ladungsmenge** bestimmen? (*Lösung:*  $Q = 1,4 \text{ C}$ )
5. Eine **Spule** (siehe Skizze, Maße in mm) besteht aus  $N = 300$  Windungen, die auf einen Kern aus Trafoblech (Fe, 4 % Si) gewickelt wurden.



- Welcher **Strom** muß durch die Spule fließen, damit in dem **0,5 mm** breiten Spalt ein Fluß von  $\Phi = 6,6 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$  auftritt? (*Lösung:*  $I = 1,9 \text{ A}$ )

*Anleitung:* Zur Bestimmung von  $H$  verwende man untenstehende  $B/H$ -Kurven.



6. Ein **torusförmiger Eisenkern** mit dem mittleren Durchmesser  $d = 20 \text{ cm}$  und dem Luftspalt  $S = 0,5 \text{ cm}$  ist gleichmäßig mit  $N = 500$  Windungen bewickelt.
- a) Wie groß ist das totale magnetische Feld bei einem Strom von  $I = 1 \text{ A}$  und einer Permeabilität  $\mu = 2000$ ? (*Lösung:*  $H_{\text{total}} = 94132 \text{ Am}^{-1}$ )  
 b) Welcher Strom wäre zur Erzeugung des gleichen Magnetfeldes bei geschlossenem Eisenkern notwendig? (*Lösung:*  $I = 59,2 \text{ mA}$ )  
 c) Welcher Strom wäre zur Erzeugung des gleichen Magnetfeldes bei geschlossenem Holzkern ( $\mu$  etwa 1) notwendig? (*Lösung:*  $I = 118,29 \text{ A}$ )