

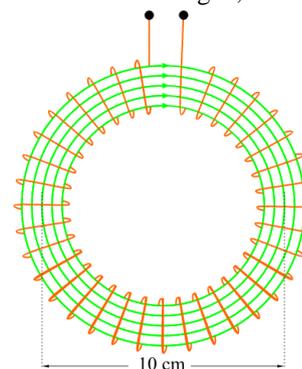
Magnetisches Feld einer Spule

- Eine Luftspule besteht aus 500 Windungen und hat die Länge von 30cm. Die Stromstärke beträgt $I=1,5A$,

 - Berechnen Sie die magnetische Flussdichte im Inneren dieser Spule.
 - Die Spule wird wie eine Ziehharmonika um $\Delta l=5cm$ auseinandergezogen. Wie ändert sich quantitativ die Flussdichte?
 - Wie hoch müsste die Stromstärke in der Ausgangsspule sein, damit die Flussdichte $B=10mT$ beträgt ?
 - Bei $I=1A$ wird in die Spule ein ferromagnetischer Kern hinein geschoben.
Die Flussdichte steigt dabei auf $B=1,2T$ an. Bestimmen Sie die Permeabilitätszahl μ_r des Kernes.
 - Über die Spule wird eine zweite baugleiche Spule gewickelt. Wie verändert sich die Flussdichte, wenn beide Spulen in gleicher/entgegengesetzter Richtung von der gleichen Stromstärke durchflossen werden ?
- 5m Kupferdraht von 0,25mm Durchmesser werden Windung an Windung zu einer einlagigen Spule von 1,0cm Durchmesser aufgewickelt und an eine Spannungsquelle von $U=6V$ angeschlossen.
Berechnen Sie die magnetische Flussdichte im Inneren der Spule.
- Für die Flussdichte kurzer Spulen gilt die Gleichung:

$$B = \mu_0 \cdot \frac{I \cdot N}{l} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + 4 \cdot \left(\frac{r}{l}\right)^2}}$$
 - Zeigen Sie, dass die Gleichung für $l \gg r$ in die Gleichung der Flussdichte einer langen Spule übergeht.
 - Bestimmen Sie den prozentualen Fehler zwischen beiden Gleichungen, wenn $l=5r$ ist.
- Biegt man die Enden einer langen Zylinderspule zusammen ohne die Gesamtlänge zu ändern, entsteht eine Ringspule mit gleicher Flussdichte wie die der Zylinderspule.

 - Welche Pole müssen an den Enden der Ringspule angelegt werden, damit sich die Richtung des dargestellten Magnetfeldes (im Uhrzeigersinn) ergibt?
 - Wie groß muss die Stromstärke in dieser Ringspule mit 600 Windungen und einem Durchmesser von 10cm sein, damit die Flussdichte $B=6,6mT$ beträgt?



Lösungen:

- $B = \mu_0 \cdot \frac{I \cdot N}{l} = \mu_0 \cdot \frac{1,5A \cdot 500}{0,3} = 3,14mT$
 - $l = 35cm$ $B = 2,69mT$
 - $I = \frac{B \cdot l}{\mu_0 \cdot N} = 4,77A$
 - $\mu_r = \frac{B \cdot l}{\mu_0 \cdot I \cdot N} = 573$
 - gleiche Stromrichtung: Verdopplung der Flussdichte
entgegengesetzte Stromrichtung: Aufhebung der magnetischen Flussdichte ($B=0$)
- Windungszahl N : $N = \frac{l_D}{u} = \frac{l_D}{\pi \cdot d} = \frac{5m}{\pi \cdot 0,01m} = 159$
 Spulenlänge l_{sp} : $l_{sp} = N \cdot d_d = 3,975cm$
 Widerstand R : $R = \rho \cdot \frac{l_D}{A} = \rho \cdot \frac{l_D}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = 1,73\Omega$
 Stromstärke I : $I = \frac{U}{R} = 3,46A$
 Flussdichte B : $B = \mu_0 \cdot \frac{I \cdot N}{l_{sp}} = 17,4mT$
- $l \gg r \quad \frac{r}{l} \rightarrow 0 \quad \sqrt{\dots} \rightarrow 1 \quad \frac{1}{\sqrt{\dots}} \rightarrow 1$
 - $\frac{1}{\sqrt{1 + 4 \cdot \left(\frac{r}{5r}\right)^2}} = 0,928 \quad 7,2\%$
- links - / rechts +
 - Umfang entspricht der Länge l der Spule $l = u = \pi \cdot d = 31,4cm$
 $I = \frac{B \cdot l}{N \cdot \mu_0} = 2,75A$