Aufgaben Magnetfeld

94. In einer Spule (relative Dielektrizitätszahl = 1) mit 800 Windungen, einer Länge von 5 cm und einem Widerstand von 45Ω soll ein magnetisches Feld mit einer magnetischen Flussdichte von 12mT erzeugt werden.

a) Welche Spannung muss an die Spule angelegt werden?

b) Geben Sie zwei Möglichkeiten an, mit der man die magnetische Flussdichte verdoppeln kann.

306. In einem Drehspulmessgerät befindet sich eine drehbar gelagerte Spule, auf der 50 Windungen Kupferdraht mit einem Durchmesser von 0,20 mm aufgewickelt sind. Die Spule hat einen Durchmesser von 30 mm und eine Länge von 10 mm.

Berechnen Sie den elektrischen Widerstand der Spule und die magnetische Flussdichte bei 3,0 V angelegter Gleichspannung, wenn der Eisenkern in der Spule eine relative Permeabilität von 120 hat.

Lösungen

94.

geg.:	$\mu_{\text{rel}} = 1$ $N = 800$ $l = 5 \text{ cm}$ $R = 45 \Omega$ $B = 12 \cdot 10^{-3} \text{ T}$	ges.:	U
Lösung:	<p>Der fließende Strom, der das Magnetfeld der vorgegebenen Größe erzeugt, wird von der anliegenden Spannung und dem Widerstand der Spule bestimmt.</p> $I = \frac{U}{R}$ $U = R \cdot I$ <p>Der Strom ist noch zu berechnen.</p> $B = \mu_0 \cdot \mu_r \frac{N \cdot I}{l}$ $I = \frac{B \cdot l}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot N}$ $I = 0,6 \text{ A}$ <p>Damit kann man nun die Spannung berechnen:</p> $U = R \cdot I$ $U = 45 \Omega \cdot 0,6 \text{ A}$ $U = 26,8 \text{ V}$		
Antwort:	An die Spule muss eine Spannung von 26,8 V angelegt werden.		

b) Aus der Gleichung der magnetischen Flussdichte für eine lange Spule kann man entnehmen:

1. Die Stromstärke kann verdoppelt werden (entspricht einer Spannungsverdopplung, da $I \sim U$)
2. Die Windungszahl kann verdoppelt werden.
3. Die Länge der Spule kann halbiert werden.
4. In die Spule kann ein Stoff mit $\mu = 2$ eingeführt werden.

Bei jeder der 4 Möglichkeiten bleiben die anderen Größen konstant.

306.

geg.:	N= 50 d= 0,20mm D= 30mm L= 10mm $\rho_{Cu} = 0,017 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$	ges.:	R, B
Lösungen:	<p>Es ist der Gleichstromwiderstand des aufgewickelten Drahtes gesucht. Dieser Widerstand berechnet sich mit dem Widerstandsgesetz:</p> $R = \frac{\rho \cdot \ell}{A}$ <p>In dieser Gleichung ist der spezifische Widerstand gegeben. Die Länge und der Querschnitt des Drahtes müssen noch berechnet werden.</p> <p>Querschnitt: Man kann davon ausgehen, dass der Draht einen kreisrunden Querschnitt hat. Damit wird:</p> $A = \frac{\pi}{4} \cdot d^2$ $A = \frac{\pi}{4} \cdot (0,20\text{mm})^2$ $A = 0,03\text{mm}^2$ <p>Länge: Der Draht ist auf einer Spule aufgewickelt. Man muss den Umfang der Spule berechnen und den mit der Windungszahl multiplizieren.</p> $u = \pi \cdot D$ $u = \pi \cdot 30\text{mm}$ $u = 94,25\text{mm}$ <p>Damit sind auf der Spule 4712,4 mm oder 4,71 m Draht. Nun kann der Widerstand berechnet werden:</p> $R = \frac{\rho \cdot \ell}{A}$ $R = \frac{0,017 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 4,71\text{m}}{0,03\text{mm}^2}$ $R = 2,7\Omega$		

Die magnetische Flussdichte einer Spule berechnet sich nach der Formel:

$$B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N \cdot I}{L}$$

Über die Stromstärke ist noch nichts bekannt. Da in der Spule aber Gleichstrom fließt, kann sie mit der Widerstandsdefinition berechnet

$$R = \frac{U}{I}$$

$$I = \frac{U}{R}$$

und eingesetzt:

$$B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N \cdot I}{L}$$

$$B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N \cdot U}{L \cdot R}$$

$$B = 1,256 \cdot 10^{-6} \text{ V} \cdot \text{s} \cdot \text{A}^{-1} \cdot \text{m}^{-1} \cdot 120 \cdot \frac{50 \cdot 3,0 \text{ V}}{0,010 \text{ m} \cdot 2,7 \Omega}$$

$$B = 0,837 \text{ T}$$

$$B = 837 \text{ mT}$$

Antwort:

Der Draht hat einen Widerstand von 2,7 Ohm.
Die Flussdichte der Spule beträgt 837 mT.