Spulen im Wechselstromkreis

1. Eine Spule mit geschlossenem Eisenkern ist 8cm lang und besteht aus 5000Windungen mit einer Querschnittsfläche von A=4cm². Im Wechselstromkreis der Frequenz f=50Hz wurde bei einer Spannung von 6,5V eine Stromstärke von I=4,8mA gemessen. Der ohmsche Widerstand des Drahtes soll vernachlässigt werden.
   a) Berechnen Sie den induktiven Widerstand im Wechselstromkreis und die Induktivität dieser Spule.
   b) Wie groß ist die Permeabilitätszahl des Eisenkerns.
   c) Welche Stromstärke würde bei einer Frequenz von 1kHz und gleicher Spannung durch die Spule fließen?
   d) Bei f=1kHz wird der Kern entfernt. Wie verändert sich qualitativ und quantitativ der Wert der Stromstärke?

2. Messungen an einer Spule (ohne Kern) ergaben folgende Werte:

Gleichstromkreis:	U=9,6V	I=0,28A
Wechselstrom (50Hz):	U=4,5V	I=62,5mA

   a) Berechnen Sie den Ohmschen Widerstand R, den Wechselstromwiderstand Z und den induktiven Widerstand X_L der Spule.
   b) Welche Induktivität besitzt diese Spule?
   c) Bestimmen Sie zeichnerisch die Phasenverschiebung zwischen Spannung und Stromstärke. Überprüfen Sie das Ergebnis durch Rechnung.

3*. a) Bestimmen Sie für die Spule im Experiment deren Induktivitäten bei verschiedenen Kernformen.
   b) Wie groß sind jeweils die Phasenverschiebungen zwischen Spannung und Stromstärke?

4. Eine Spule besitzt eine Induktivität von L=0,8H und einen ohmschen Widerstand von 320Ω.
   a) Berechnen Sie den induktiven Widerstand der Spule bei einer Frequenz von f=50Hz.
   b) Zeichnen Sie ein maßstäbliches Widerstands-Zeiger-Diagramm und ermitteln Sie daraus den Scheinwiderstand (Impedanz) der Spule und die Phasenverschiebung von Spannung und Stromstärke. Überprüfen Sie die Ergebnisse rechnerisch

5. Eine Spule hat die Induktivität L=1,2H und den ohmschen Widerstand R=120Ω.
   a) Berechnen Sie tabellarisch X_L und Z für Frequenzen $0 \le f \le 100$Hz mit Δf=10Hz.
   b) Stellen Sie $X_L(f)$ und Z(f) in einem gemeinsamen Diagramm grafisch dar. Interpretieren Sie den Verlauf.

Lösungen:

1. a) $X_L = \frac{U}{I} = 1354{,}2\Omega$ $\quad L = \frac{X_L}{2\pi f} = 4{,}31H$

   b) $L_0 = \mu_0 \cdot \frac{N^2 \cdot A}{l} = 0{,}157\text{H}$ $\quad \mu_r = \frac{L}{L_0} = 27{,}4$

   c) $I = \frac{U}{2\pi f \cdot L} = 0{,}24\text{mA}$

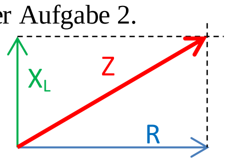
   d) L=0,157H Stromstärke steigt I=6,58mA

2. a) Gleichstrom: $R = \frac{U}{I} = 34{,}286\Omega$ Wechselstrom: $Z = \frac{U}{I} = 72\Omega$

   $X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = 63{,}3\Omega$ $\quad L = \frac{X_L}{2\pi f} = 0{,}2H$

3* Ergebnisse aus dem SE Berechnung analog der Aufgabe 2.

4. a) $X_L = 2\pi f \cdot L = 251{,}3\Omega$

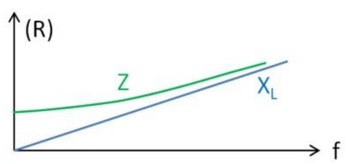
   b) 

   $Z = \sqrt{R^2 + {X_L}^2} = 406{,}9\Omega$

   $\tan(\varphi) = \frac{X_L}{R}$ $\quad \varphi = 38{,}14°$

5.

f in Hz	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
X_L in Ω	0	75,4	150,8	226,2	301,6	377	452,4	527,8	603,2	678,6	754
Z in Ω	120	141,7	192,7	256,1	324,6	395,6	468,0	541,3	615,0	689,1	763,5



Mit zunehmender Frequenz nähert sich der Scheinwiderstand Z dem Wert des induktiven Widerstandes X_L an.
Für (sehr) hohe Frequenzen ist der ohmsche Widerstand bedeutungslos.