

1 Elektrizität und Magnetismus

1.8. Die elektromagnetische Induktion und ihre Anwendung

Die Selbstinduktion

A 1. Die Induktivität L ist das wichtigste Merkmal einer Spule. B++ C++

a) Leiten Sie eine Formel für die Berechnung der Induktivität einer Spule L mit Anzahl der Windungen N her. Verwenden Sie für die magnetische Flussdichte im Inneren einer Spule die Formel $B = \mu_0 \cdot \mu_r \frac{N \cdot I}{l}$ und für die induzierte Spannung die Formeln $U_{ind} = -N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ bzw. $U_{ind} = -L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$.

Die Permeabilitätszahl μ_r ist das Verhältnis zwischen der magnetischen Permeabilität μ und der magnetischen Feldkonstante μ_0 . Die magnetische Permeabilität μ bestimmt die Fähigkeit von Materialien, sich in einem äußeren Magnetfeld zu magnetisieren.

b) Wie verändert sich die Induktivität der Spule, wenn die Anzahl der Windungen N verdoppelt wird.

c) Wie verändert sich die Induktivität der Spule, wenn ihre Länge l halbiert wird.

LÖSUNGEN

1.8. Die elektromagnetische Induktion und ihre Anwendungen

Die Selbstinduktion

A 1. Die Induktivität L ist das wichtigste Merkmal einer Spule. B++ C++

a) Leiten Sie eine Formel für die Berechnung der Induktivität einer Spule L mit Anzahl der Windungen N her. Verwenden Sie für die magnetische Flussdichte im Inneren einer Spule die Formel $B = \mu_0 \cdot \mu_r \frac{N \cdot I}{l}$ und für die induzierte Spannung die Formeln $U_{ind} = -N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ bzw. $U_{ind} = -L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$.

Die Permeabilitätszahl μ_r ist das Verhältnis zwischen der magnetischen Permeabilität μ und der magnetischen Feldkonstante μ_0 . Die magnetische Permeabilität μ bestimmt die Fähigkeit von Materialien, sich in einem äußeren Magnetfeld zu magnetisieren.

Die Formeln für die induzierte Spannung werden gleichgesetzt. Aus der Gleichsetzung wird die Induktivität L durch Umformen ermittelt, d. h.

$$\begin{aligned} -N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} &= -L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} \Leftrightarrow L = N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta I} = N \cdot \frac{\Delta B \cdot A}{\Delta I} = N \cdot \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot N \cdot \Delta I \cdot A}{\Delta I \cdot l} \\ L &= \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot N^2 \cdot A}{l} \end{aligned}$$

b) Wie verändert sich die Induktivität der Spule, wenn die Anzahl der Windungen N verdoppelt wird.

Wenn die Anzahl der Windungen verdoppelt wird, dann vervierfacht sich die Induktivität L der Spule.

$$L_{neu} = \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot (2N)^2 \cdot A}{l} = \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot 4 \cdot N^2 \cdot A}{l} = 4 \cdot L$$

c) Wie verändert sich die Induktivität der Spule, wenn ihre Länge l halbiert wird.

Wenn die Länge der Spule halbiert wird, dann verdoppelt sich die Induktivität L der Spule.

$$L_{neu} = \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot N^2 \cdot A}{\frac{l}{2}} = \frac{2 \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot N^2 \cdot A}{l} = 2 \cdot L$$