



Eine flache Spule hat die Windungszahl N_S und einen quadratischen Querschnitt mit der Seitenlänge a . Diese Spule befindet sich im homogenen Magnetfeld zwischen einem Nordpol N und einem Südpol S (siehe nebenstehende Skizze). Die magnetische Flussdichte \vec{B} ist zeitlich konstant und hat den Betrag B .

Wird die Spule mit konstanter Winkelgeschwindigkeit ω um eine senkrecht zu den Feldlinien stehende Achse gedreht, tritt zwischen den Spulenden P und Q eine Induktionswechselspannung U auf.

- 3.1 Zum Zeitpunkt $t_0 = 0\text{s}$ ist der magnetische Fluss Φ durch die Spule maximal. Bestimmen Sie mit den unter 3.0 angegebenen Größen eine Gleichung, die den zeitlichen Verlauf des magnetischen Flusses Φ beschreibt, und bestätigen Sie mithilfe des Induktionsgesetzes, dass für den Scheitelwert \hat{U} der Induktionsspannung U gilt: $\hat{U} = N_S \cdot B \cdot a^2 \cdot \omega$. [3]
- 3.2.0 Die Spule hat die Windungszahl $N_S = 250$, ihr Querschnitt die Seitenlänge $a = 5,0\text{cm}$. Für den zeitlichen Verlauf der Induktionsspannung U gilt: $U(t) = 15\text{ V} \cdot \sin(80\pi\text{s}^{-1} \cdot t)$. Die Enden P und Q der Spule sind nun leitend verbunden. Der ohmsche Widerstand des geschlossenen Stromkreises beträgt $R = 75\Omega$. Der induktive Widerstand der Spule ist gegenüber dem ohmschen Widerstand R vernachlässigbar klein.
- 3.2.1 Berechnen Sie die Periodendauer T der Induktionswechselspannung U und den Betrag B der magnetischen Flussdichte \vec{B} . [4]
- 3.2.2 Bestimmen Sie eine Gleichung mit eingesetzten Werten für die Zeitabhängigkeit der momentanen Leistung $P(t)$ des Stromkreises und skizzieren Sie den zeitlichen Verlauf von $P(t)$ für $0 \leq t \leq T$ in einem t-P-Diagramm. Maßstab: $2,5\text{ms} \hat{=} 1\text{ cm}$; $0,50\text{W} \hat{=} 1\text{ cm}$ [6]
- 3.2.3 Kennzeichnen Sie im t-P-Diagramm von Teilaufgabe 3.2.2 die Energie W , die während einer Periode T durch den ohmschen Widerstand R in Wärme umgesetzt wird, und berechnen Sie W . [4]
- 3.3 Die Spule ruht nun in der im Bild von 3.0 dargestellten Position. Das Spulenende P wird mit dem Pluspol, das Ende Q mit dem Minuspol einer Gleichspannungsquelle verbunden. Begründen Sie, dass sich die Spule zu drehen beginnt, und geben Sie den Drehsinn an. [4]