

## Aufgaben zum elektromagnetischen Schwingkreis

1. Ein Kondensator wird an einer Gleichstromquelle aufgeladen. Anschließend wird er zunächst über einen ohmschen Widerstand und, nach erneuter Aufladung, über eine Spule entladen, wobei der Leitungswiderstand zu berücksichtigen ist.
  - a) Beschreiben Sie die beiden Entladevorgänge und skizzieren Sie den qualitativen Verlauf der Spannung am Kondensator!
  - b) Erklären Sie genau die Abläufe bei der Entladung über die Spule unter Einbeziehung des ohmschen Widerstandes der Spule!
  - c) Leiten Sie die Formel für die Schwingungsdauer  $T$  in Abhängigkeit der Induktivität  $L$  und der Kapazität  $C$  eines elektromagnetischen Schwingkreises bei Vernachlässigung des ohmschen Widerstandes her!  
*Hinweis:* Es sollen dabei zwei Möglichkeiten gezeigt werden, nämlich zum einen die Herleitung über den Energieerhaltungssatz und zum anderen die Herleitung über die Differenzialgleichung der ungedämpften elektromagnetischen Schwingung.
  
2. Ein Schwingkreis ( $L = 0,2 \text{ H}$ ;  $C = 2,5 \mu\text{F}$ ) soll zu ungedämpften Schwingungen angeregt werden. Die Gesamtenergie des Schwingkreises beträgt  $4,5 \cdot 10^{-2} \text{ J}$ .
  - a) Berechnen Sie die Schwingungsdauer des Schwingkreises!
  - b) Berechnen Sie die maximale Ladung  $Q_0$  und die maximale Spannung  $U_0$  am Kondensator sowie den maximalen Strom  $I_0$ , der durch die Spule fließt!
  - c) Wie groß ist die elektrische Energie zu dem Zeitpunkt, an dem gerade die halbe Maximalstromstärke durch die Spule fließt?
  
3. Ein ungedämpfter Schwingkreis mit der Kapazität  $C_0$  und der Induktivität  $L_0$  besitzt eine Eigenfrequenz  $f_0$ .
  - a) Welche Frequenz  $f_1$  ergibt sich, wenn man die Kapazität verdoppelt und die Induktivität vervierfacht?
  - b) Im ursprünglichen Schwingkreis ( $f_0$ ,  $C_0$ ;  $L_0$ ) nimmt man nun  $\frac{1}{3}$  der Windungen der Luftspule und halbiert bei gleicher Fläche den Plattenabstand, sodass sich eine neue Eigenfrequenz  $f_2$  ergibt. Berechnen Sie  $f_2$ !

### 1. Elektromagnetischer Schwingkreis

An einen Kondensator mit der Kapazität  $C = 300 \mu\text{F}$  ist zunächst die Spannung  $U_0 = 0,40 \text{ V}$  angelegt. Die Stromquelle wird danach abgetrennt und der Kondensator über eine Spule mit der Induktivität  $L = 0,35 \text{ mH}$  entladen. Während des Entladens wird der zeitliche Verlauf der Spannung  $U_C$  am Kondensator mit einem Oszilloskop dargestellt.

- a) Fertigen Sie eine Schaltskizze zur Durchführung des obigen Versuchs an. 4 BE  
 b) Berechnen Sie die Schwingungsdauer  $T$  dieses zunächst als ideal angenommenen Schwingkreises. 3 BE

[zur Kontrolle:  $T = 2,0 \text{ ms}$ ]

- c) Nehmen Sie an, dass während der ersten zwei Perioden der Schwingung die Energie im Schwingkreis konstant bleibt. Berechnen Sie unter dieser Annahme den maximalen Spulenstrom  $I_0$  in diesem Zeitraum. 5 BE

[zur Kontrolle:  $I_0 = 0,37 \text{ A}$ ]

- d) Zeichnen Sie für die Annahmen aus Teilaufgabe 1 c) den Verlauf der Kondensatorspannung  $U_C$  und des Spulenstroms  $I_L$  in ein  $t$ - $U_C$ - bzw.  $t$ - $I_L$ -Diagramm. Begründen Sie, warum  $U_C$  und  $I_L$  nicht gleichzeitig ihre Maximalwerte annehmen. 8 BE

- e) Das nebenstehende Diagramm zeigt den realen Verlauf von  $U_C$ .

Geben Sie zu den folgenden Aussagen an, ob sie richtig oder falsch sind, und begründen Sie jeweils kurz Ihre Antwort.

- α) Nach 2,5 Perioden ist die Energie im Schwingkreis auf etwa 25 % der Anfangsenergie abgesunken.  
 β) Das Produkt aus  $U_C$  und  $I_L$  ist zeitlich konstant.  
 γ) Die Spule erwärmt sich.

