

Aufgaben zu den elektromagnetischen Schwingungen – Teil 1

1.Aufgabe: Der Drehkondensator eines Rundfunkgerätes mit der veränderlichen Kapazität von 50 pF bis 450 pF bildet mit einer Spule einen Schwingkreis für den Frequenzbereich 1,5 MHz bis 0,5 MHz. Wie groß ist die Eigeninduktivität?

2.Aufgabe: Ein ungedämpfter elektrischer Schwingkreis schwingt mit der Frequenz $f = 100$ Hz. Zum Zeitpunkt $t = 0$ s beträgt der Kondensator $Q_m = 1 \cdot 10^{-5}$ C. Welche Ladung trägt er zum Zeitpunkt $t_1 = 7/8$ T?

Wie groß ist zu diesem Zeitpunkt die Stromstärke? Auf welchen Bruchteil ist zu diesem Zeitpunkt die elektrische Feldenergie gesunken?

3.Aufgabe: Bei einem Schwingkreis, dessen Dämpfung vernachlässigt werden soll, ist $C = 500$ nF und $L = 200$ mH. Zum Zeitpunkt $t = 0$ s trägt der Kondensator die Ladung $Q_m = 2 \cdot 10^{-4}$ C.

a) Mit welcher Frequenz schwingt der Kreis? Welchen Höchstwert erreicht die Stromstärke?

b) Welcher Bruchteil der Gesamtenergie liegt als magnetische Feldenergie vor, wenn die Spannung am Kondensator gerade die Hälfte des Maximalwertes ist? In welchem Bruchteil von T sinkt die Kondensatorspannung vom Höchstwert auf die Hälfte?

c) Nach welcher Zeit seit Beginn der Schwingung ist erstmals $I = I_m/2$? Wieviel Prozent der Gesamtenergie stecken dann noch im elektrischen Feld?

4.Aufgabe: Bei einem elektrischen Schwingkreis beträgt die Kapazität $500 \mu\text{F}$, der zeitliche Verlauf der Stromstärke ist in der Form

$$I(t) = -30 \text{ mA} \cdot \sin(350 \pi \text{ s}^{-1} t)$$

bekannt. Berechnen Sie daraus die Periodendauer T, die maximale Spannung sowie die maximale elektrische bzw. magnetische Feldenergie.

5.Aufgabe: Die Spule eines Schwingkreises hat zum Zeitpunkt $t = 0$ s den Energieinhalt $W_{\text{mag}} = 1/2 L I_m^2$. Auf welchen Bruchteil ist dieser Energieinhalt zum Zeitpunkt $t = T/8$ zurückgegangen? Geben Sie den Quotienten $W_{\text{mag}}/W_{\text{el}}$ für diesen Zeitpunkt an!

Zeigen Sie, dass auch zum Zeitpunkt $t = T/4$ im ungedämpften Schwingkreis der gesamte Energieinhalt

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{C} \cdot Q_m^2 \text{ ist.}$$

6.Aufgabe: Ein elektrischer Schwingkreis schwingt mit der Periodendauer $T = 0,2$ s. Zum Zeitpunkt $t = 0$ s beträgt die Spannung am Kondensator $U_m = 6,0$ V. Infolge Dämpfung nimmt die Spannungsamplitude in jeder Periode um 20 % ab.

a) Stellen Sie den zeitlichen Verlauf der Spannung in einem t-U-Schaubild dar.

(1,0 V entspricht 1 cm; 0,2 s entspricht 1 cm).

b) Nach welcher Zeit ist die Spannung auf die Hälfte Ihres Anfangswertes gesunken? Wie groß ist der Dämpfungsquotient k?

c) Was ergibt sich nach dieser Zeit für die Energie?

7.Aufgabe: Bei der Dämpfung eines Oszillators wird fortwährend Energie entzogen.

a) Zeigen Sie, dass unabhängig von der Amplitude in jeder Halbperiode ein gleichbleibender Bruchteil der gerade vorhandenen Energie entzogen wird.

b) Wie groß ist der Energieentzug je Periode bei $k = 1/2$?

Aufgaben zu den elektromagnetischen Schwingungen – Teil 2

1.Aufgabe: Ein ungedämpfter elektrischer Schwingkreis schwingt mit der Frequenz $f = 100$ Hz. Zum Zeitpunkt $t = 0$ s trägt der Kondensator die Ladung $Q_{\max} = 1 \cdot 10^{-5}$ C. Welche Ladung trägt er zum Zeitpunkt $t_1 = 7/8$ T? Wie groß ist zu diesem Zeitpunkt die Stromstärke? Auf welchen Bruchteil ist zu diesem Zeitpunkt die elektrische Energie gesunken?

2.Aufgabe: Bei einem Schwingkreis, dessen Dämpfung vernachlässigt werden kann, ist $C = 500$ nF und $L = 200$ mH. Zum Zeitpunkt $T = 0$ s trägt der Kondensator die Ladung $Q_{\max} = 2 \cdot 10^{-4}$ C.

- Mit welcher Frequenz schwingt der Kreis? Welchen Höchstwert erreicht die Stromstärke?
- Welcher Bruchteil der Gesamtenergie liegt als magnetische Feldenergie vor, wenn die Spannung am Kondensator gerade die Hälfte des Maximalwertes ist? In welchem Bruchteil von T sinkt die Kondensatorspannung vom Höchstwert auf die Hälfte?
- Nach welcher Zeit seit Beginn der Schwingung ist erstmals $I = I_{\max}/2$? Wieviel Prozent der Gesamtenergie stecken dann noch im elektrischen Feld?

3.Aufgabe: Bei einem elektrischen Schwingkreis beträgt die Kapazität $500 \mu\text{F}$, der zeitliche Verlauf der Stromstärke ist in der Form $I(t) = -30 \text{ mA} \cdot \sin(350 \pi \text{ s}^{-1} t)$ bekannt. Berechnen Sie daraus die Periodendauer T, die maximale Spannung sowie die maximale elektrische bzw. magnetische Feldenergie.

4.Aufgabe: Die Spule eines Schwingkreises hat zum Zeitpunkt $t = 0$ den Energieinhalt $W_{\text{mag}} = \frac{1}{2} L I_{\max}^2$. Auf welchen Bruchteil ist dieser Energieinhalt zum Zeitpunkt $t = T/8$ zurückgegangen? Geben Sie den Quotienten $W_{\text{mag}}/W_{\text{el}}$ für diesen Zeitpunkt an! Zeigen Sie, dass auch zum Zeitpunkt $t = T/4$ im ungedämpften Schwingkreis der gesamte Energieinhalt $\frac{1}{2} \cdot 1/C \cdot Q_{\max}^2$ ist.

5.Aufgabe: Ein elektrischer Schwingkreis schwingt mit der Periodendauer $T = 0,2$ s. Zum Zeitpunkt $t = 0$ beträgt die Spannung am Kondensator $U_{\max} = 6,0$ V. Infolge Dämpfung nimmt die Spannungsamplitude in jeder Periode 20% ab.

- Stellen Sie den zeitlichen Verlauf der Spannung in einem t-U-Schaubild dar. ($1,0 \text{ V} \cong 1 \text{ cm}$; $0,2 \text{ s} \cong 1 \text{ cm}$).
- Nach welcher Zeit ist die Spannung auf die Hälfte ihres Anfangwertes gesunken? Wie groß ist der Dämpfungsquotient k?
- Was ergibt sich nach dieser Zeit für die Energie?

6.Aufgabe: Bei der Dämpfung eines Oszillators wird fortwährend Energie entzogen.

- Zeigen Sie, dass unabhängig von der Amplitude in jeder Halbperiode ein gleichbleibender Bruchteil der gerade vorhandenen Energie entzogen wird.
- Wie groß ist der Energieentzug je Periode bei $k = \frac{1}{2}$?

7.Aufgabe: Bei einer gedämpften mechanischen Schwingung misst man die Schwingungsdauer $T = 1,83$ s. Man beobachtet eine Folge von Amplituden nach einer Seite: 21,0; 19,3; 17,8; 16,4; 15,0; 13,8 cm. Bestimmen Sie δ ! Welche Dauer hätte die ungedämpfte Schwingung? Wann hat die Amplitude auf die Hälfte abgenommen?

8.Aufgabe: Berechnen Sie aus $Q(t) = Q_{\max} e^{-\delta t} \sin(\omega t + \alpha)$ die Stromstärke I und die Spannungen U_R , U_L , U_C für die gedämpfte Schwingungen! Ermitteln Sie die gegenseitige Phasenverschiebungen allgemein und numerisch für die Werte von Aufgabe 1!

9.Aufgabe: Bestimmen Sie die Maxima der Funktion $Q(t) = Q_{\max} e^{-\delta t} \sin(\omega t + \alpha)$. Zeigen Sie, dass sie den zeitlichen Abstand T aufweisen und dass das Verhältnis aufeinanderfolgender Werte $e^{-\delta T}$ ist.