

Physik Q11		
Elektromagnetische Schwingungen	Lösungen	S. 182 / 2 S. 183 / 11, 15

S. 182/2

a) Aus dem Diagramm kann man die Amplitude direkt ablesen: $A = 2 \text{ mm}$. Außerdem beträgt die Zeitdauer für 5 Schwingungen exakt 10 ms, also $5T = 10 \text{ ms} \Rightarrow T = 2,0 \text{ ms}$.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-3} \text{ ms}} = 500 \text{ Hz}$$

b) $y(t) = A \cdot \sin(\omega t)$

$$\omega = 2\pi f$$

$$\Rightarrow y(t) = 2,0 \text{ mm} \cdot \sin\left(2\pi \cdot 500 \frac{1}{\text{s}} \cdot t\right)$$

$$y(t) = 2,0 \text{ mm} \cdot \sin\left(1000 \cdot \pi \frac{1}{\text{s}} \cdot t\right)$$

Vorsicht bei dieser Schreibweise! In der Schwingungsgleichung sind Maßeinheiten und Variablen gemischt!

S. 183 / 11

a) „Vernachlässigung des ohmschen Widerstands“ bedeutet, dass es sich um eine ungedämpfte Schwingung handelt; es treten keine Energieverluste durch Reibung bzw. Wärme auf.

Bei der Beschreibung der Vorgänge kann man sich natürlich auf einen vollständigen Ablauf beschränken.

Der Kondensator ist zunächst geladen. Nach Umlegen des Schalters setzt ein Stromfluss durch die Spule ein. In der Spule entsteht ein Magnetfeld. Die ursprünglich im Kondensator gespeicherte elektrische Energie wird in der Spule in Form von Energie des Magnetfelds gespeichert.

Sobald der Kondensator vollständig entladen ist, bricht der Stromfluss zusammen. Dadurch ändert sich das Magnetfeld. Diese Magnetfeldänderung ruft eine Induktionsspannung hervor, die wiederum einen Induktionsstrom zur Folge hat. Nach der Regel von Lenz fließt dieser Induktionsstrom so, dass er seiner Ursache, also dem Zusammenbruch des Magnetfelds entgegenwirkt. Der Induktionsstrom unterstützt also das (noch bestehende) Magnetfeld.

Dieser Induktionsstrom führt dazu, dass der Kondensator wieder geladen wird, allerdings mit umgekehrter Polarität. Sobald der Kondensator vollständig geladen ist, d.h. die gesamte Energie aus dem Magnetfeld wieder in Energie des elektrischen Feldes umgewandelt wurde, kommt der Strom vollständig zum Erliegen.

Danach beginnt der Vorgang wieder von vorne, allerdings fließt der Strom dann in die umgekehrte Richtung, bis der Kondensator wieder genauso geladen ist wie am Anfang.

Bei Berücksichtigung des ohmschen Widerstands treten zusätzlich Energieverluste auf. Elektrische Energie wird durch den Stromfluss in innere Energie (Wärme) umgewandelt. Die Amplitude der Schwingung nimmt ab, die Schwingung kommt zum Erliegen.

b) $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0,4\text{H} \cdot 2 \cdot 10^{-6}\text{F}}} = 178\text{Hz} = 0,2\text{kHz}$

Physik Q11		
Elektromagnetische Schwingungen	Lösungen	S. 182 / 2 S. 183 / 11, 15

S. 183 / 15

a) $L = \mu_0 \mu_r \frac{A_1 N^2}{\ell}$

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A_2}{d}$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\mu_0 \mu_r \frac{A_1 N^2}{\ell} \cdot \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A_2}{d}}}$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs A}^{-1} \text{ m}^{-1} \frac{20 \cdot (10^{-2} \text{ m})^2 750^2}{15 \cdot 10^{-2} \text{ m}} \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ AS v}^{-1} \text{ m}^{-1} \frac{40 \cdot (10^{-2} \text{ m})^2}{2 \cdot 10^{-3} \text{ m}}}}$$

$$f = 0,39 \cdot 10^6 \text{ Hz} = 0,39 \text{ MHz}$$

- b) Wenn man einen Eisenkern in die Spule einführt, dann erhöht sich die Induktivität der Spule. Die Frequenz nimmt dabei ab.