



Lehrplananbindung: 11.5 Elektromagnetische Schwingungen und Wellen

Kompetenzen: Neben den Fachkenntnissen liegt der Schwerpunkt bei

Erkenntnisgewinnung	Fachmethoden wiedergeben	Fachmethoden nutzen	Fachmethoden problembezogen auswählen und anwenden
Kommunikation	Mit vorgegebenen Darstellungsformen arbeiten	Geeignete Darstellungsformen nutzen	Darstellungsformen selbständig auswählen und nutzen
Bewertung	Vorgegebene Bewertungen nachvollziehen	Vorgegebene Bewertungen beurteilen und kommentieren	Eigene Bewertungen vornehmen

Aufgabenbeispiel: Analogie zwischen mechanischer und elektromagnetischer Schwingung (nach Grundkurs-Abitur 2002)

Die ungedämpfte harmonische Schwingung eines Federpendels ist ein mechanisches Analogon zur ungedämpften Schwingung eines elektromagnetischen Schwingkreises. Dabei wird die (momentane) Auslenkung $x(t)$ des Federpendels als die zur (momentanen) Ladung $Q(t)$ des Kondensators analoge Größe betrachtet.

- a) Begründen Sie, dass dann der (momentanen) Geschwindigkeit des Federpendels die (momentane) Stromstärke I im Schwingkreis entspricht.
- b) Geben Sie an, welche Formen elektromagnetischer Energie im Rahmen dieser Analogiebetrachtung der kinetischen Energie bzw. der potentiellen Energie des Federpendels entsprechen. Geben Sie eine kurze Begründung an.
- c) Charakterisieren Sie die Phasen der elektromagnetischen Schwingung, die den Phasen maximaler Auslenkung bzw. maximaler Geschwindigkeit des Federpendels entsprechen.
- d) Q_{\max} sei die maximale Ladung des Kondensators, I_{\max} sei der Maximalwert der Stromstärke in der Spule des Schwingkreises. Erläutern Sie, warum folgende Gleichung gilt: $\frac{1}{2}LI_{\max}^2 = \frac{1}{2} \frac{1}{C} Q_{\max}^2$
- e) Geben Sie an, was im elektromagnetischen Fall dem Luftwiderstand entspricht.

Lösungen:

- a) $x(t)$ entspricht $Q(t)$, deshalb lassen sich auch $\dot{x}(t)$ und $\dot{Q}(t) = I(t)$ einander zuordnen.
- b) Da $v(t)$ und $I(t)$ in der Analogiebetrachtung einander entsprechen, muss der kinetischen Energie $\frac{1}{2}mv^2$ die magnetische Feldenergie $\frac{1}{2}LI^2$ entsprechen. Der potentiellen Energie des Federpendels entspricht folglich die elektrische Feldenergie.
- c) $x(t)$ maximal $\rightarrow Q(t)$ maximal bei der elektromagnetischen Schwingung, vollständige Aufladung des Kondensators, maximale elektrische Energie, $I(t) = 0$
 $v(t)$ maximal $\rightarrow I(t)$ maximal bei der elektromagnetischen Schwingung, Kondensator vollständig entladen, maximale magnetische Energie, $Q(t) = 0$
- d) Bei einer ungedämpften elektromagnetischen Schwingung werden elektrische und magnetische Feldenergie ohne Verluste ineinander umgewandelt. Die Maximalwerte beider Energieformen stimmen deshalb überein.
- e) Im elektromagnetischen Fall entspricht dem Luftwiderstand der ohmsche Widerstand.