

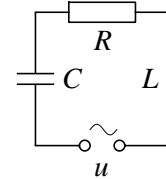
Übungsaufgaben zum Modul B1:

Klassische Physik 2

Aufgabenblatt 10 — *Elektrische Schwingungen – Allgemeine Wellenlehre*

37 *Reihenresonanz*

(Bild) Ein Schwingkreis als Reihenschaltung von L , R und C wird durch die Wechselspannung $u = U_0 e^{j\omega t}$ zu erzwungenen Stromschwingungen $i = I_0 e^{j(\omega t - \varphi)}$ mit φ als Winkel der Phasenverschiebung zwischen u und i ange-regt. Die Schwingungsdifferentialgleichung lautet hier mit $i = \dot{q}$:



$$L \frac{di}{dt} + Ri + \frac{1}{C} \int i dt = u.$$

a) Man bestimme den Phasenwinkel φ sowie die Stromstärke I_0 in Abhängigkeit von der Kreisfrequenz ω der Wechselspannung! b) Was ergibt sich im Resonanzfall? c) Es sei $L = 1,0$ H, $R = 1,0$ k Ω und $C = 1,0$ μ F. Gesucht ist φ für die drei Frequenzen $\omega_1 = 800$ s $^{-1}$, $\omega_2 = 1000$ s $^{-1}$ und $\omega_3 = 1200$ s $^{-1}$.

(6 Punkte)

38 *Phasengeschwindigkeit*

Eine ebene Welle werde durch die Wellenfunktion $u(t, x) = u_m \sin(\omega t - kx)$ mit $\omega = 20,5$ s $^{-1}$ und $k = 2,5$ m $^{-1}$ beschrieben. a) Wie lautet das Ort-Zeit-Gesetz $x = x(t)$, nach welchem sich die Phase, die dem Teilchen der Welle am Ort $x_1 = 0,40$ m zum Zeitpunkt $t_1 = 0,1$ s zukommt, ausbreitet? b) Wie groß ist die Phasengeschwindigkeit? c) In welchem nächsten Abstand Δx befinden sich Teilchen mit gleicher Elongation $u(t_1, x_1)$?

(4 Punkte)

39 *Schwebung*

Von zwei gegeneinander verstimmtten Stimmgabeln gehen Schallwellen von gleicher Amplitude, aber geringfügig verschiedener Frequenz $f_1 = 440$ Hz und $f_2 = 438$ Hz aus, die sich in gleicher Richtung ausbreiten und dabei überlagern. a) Wie lautet die Wellenfunktion $u(t, x)$ für die resultierende, als Schwebung bezeichnete charakteristische Wellenerscheinung? Man wende die Beziehung $\sin \alpha + \sin \beta = 2 \cos[(\alpha - \beta)/2] \sin[(\alpha + \beta)/2]$ an! b) Welche Frequenz f und Wellenlänge λ hat die resultierende Welle, die akustisch wahrgenommen wird? c) Welche Breite Δx hat eine sog. Wellengruppe zwischen zwei Amplitudenminima, und wie groß ist die zugehörige Schwebungsfrequenz f_S (An- und Abschwellen des Tones)? Schallgeschwindigkeit in Luft: $c = 340$ m/s.

(5 Punkte)

40 *Dispersion*

In nicht zu flachem Wasser berechnet sich die Phasengeschwindigkeit von Wasserwellen mit großer Wellenlänge λ (Schwerewellen) zu $c = \sqrt{g\lambda/(2\pi)}$, für kleine Wellenlängen (Kapillarwellen) gilt dagegen $c = \sqrt{2\pi\sigma/(\rho\lambda)}$ mit $\sigma = 0,0725$ N/m als Oberflächenspannung und $\rho = 10^3$ kg/m 3 als Dichte von Wasser. Man bestimme für Wellenlängen a) von 10 m (Schwerewellen), b) von 5 mm (Kapillarwellen) die Phasengeschwindigkeit c und die Gruppengeschwindigkeit c_g der Wasserwellen! Liegt normale oder anomale Dispersion vor?

(5 Punkte)