

Übungen zu Experimentalphysik I WS 2010/2011
Prof. Karl Jakobs, Dr. Kristin Lohwasser, Dr. Iacopo Vivarelli
Übungsblatt Nr. 13

Die Lösungen müssen bis 11 Uhr am Montag den 31.01.2011 in die Briefkästen im Erdgeschoss des Gustav-Mie-Hauses eingeworfen werden!

1. Stehende Welle (3 Punkte)

Eine Kraft von 200 N halte ein an beiden Enden fixiertes Seil unter Spannung. Das Seil oszilliere in der zweiten Schwingungsmode und die Auslenkung des Seils sei durch

$$y = (0.1 \text{ m}) \left(\sin \frac{\pi x}{2} \right) (\sin 12\pi t)$$

gegeben, wobei $x = 0$ dem einen Seilende entsprechen soll (x wird in Metern und die Zeit t in Sekunden gemessen).

(a) Welche Länge hat das Seil?

(b) Wie groß ist die Wellengeschwindigkeit auf dem Seil?

(c) Welche Masse hat das Seil?

(Hinweis: Die Wellengeschwindigkeit v ist mit der Massenbelegung μ und der Kraft F mittels $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ verknüpft.)

(d) Welche Schwingungsperiode hat die dritte Schwingungsmode auf dem Seil?

2. Fourier Transformation (4 Punkte)

Eine eindimensionale periodische Funktion $f(x)$ lässt sich als eine Überlagerung von harmonischen Schwingungen gemäß

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cdot \cos(n\omega x) + b_n \cdot \sin(n\omega x)$$

mit den Koeffizienten

$$a_n := \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(u) \cdot \cos(nu) \, du, \quad n = 0, 1, 2, \dots$$
$$b_n := \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(u) \cdot \sin(nu) \, du, \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

darstellen. Berechnen Sie für die Sägezahnfunktion

$$f(x) = \frac{a}{T}x, \quad \text{mit } 0 \leq x < T$$

die Fourierkoeffizienten a_n und b_n .

3. Interferenz (2 Punkte)

Auf einer Außenbühne stehen zwei Lautsprecher in einem Abstand von 3.35 m. Eine Person befindet sich 18.3 m von dem einen Lautsprecher entfernt und 19.5 m von dem anderen. Im Rahmen einer Klangprüfung werden die beiden Lautsprecher von einem Signalgenerator mit derselben Amplitude und Frequenz in Phase angeregt. Die Frequenzen überstreichen dabei den hörbaren Bereich (20 Hz bis 20 kHz).

- (a) Welches sind die drei tiefsten Frequenzen, bei denen die Person aufgrund destruktiver Interferenz eine minimale Signallautstärke wahrnimmt?
- (b) Welches sind die drei tiefsten Frequenzen, bei denen die Person ein maximales Signal hört?

4. Doppler Effekt (2 Punkte)

Ein blaues und ein rotes Boot fahren in ruhigem Wasser im Nordatlantik aufeinander zu. Das blaue Boot bewegt sich mit 50 km/h und das rote Boot mit 70 km/h. Das blaue Boot sendet Sonarsignale (Schallwellen in Wasser) bei 1 kHz aus, die sich mit einer Geschwindigkeit von 5470 km/h ausbreiten.

- (a) Welche Signalfrequenz registriert das rote Boot?
- (b) Welche Frequenz registriert das blaue Boot von den am roten Boot reflektierten Wellen?