

Aufgabe 47: Wellengleichung (5 BP)

Über ein Seil laufen harmonische Wellen in die positive x -Richtung mit der Phasengeschwindigkeit $v_{\text{Ph}} = 0,8 \text{ m/s}$. Die Periodendauer der Teilchenschwingung ist $T = 0,5 \text{ s}$, die Amplitude ist $A = 8 \text{ cm}$. Zur Zeit $t_0 = 0 \text{ s}$ befindet sich bei $x_0 = 0,3 \text{ m}$ gerade ein Wellenberg.

- Berechnen Sie die Wellenlänge λ und stellen Sie die Funktion $u(x,t)$ für diese Welle auf.
- Zeichnen/skizzieren Sie die Momentaufnahmen der Welle $u(x,t)$ bei $t_1 = T/2$ und $t_2 = 3T/4$.
- Stellen Sie die Funktion $u(x,t)$ an der Stelle $x_1 = 0,1 \text{ m}$ dar.

Aufgabe 48: Welle im Draht (3,5 BP)

Ein horizontal gespannter Draht ist mit einem Ende an dem Schenkel einer Stimmgabel befestigt. Das andere Ende läuft über eine Rolle und daran hängt ein Gewicht der Masse M . Die Länge des Drahtes zwischen Stimmgabel und Rolle ist $L = 1 \text{ m}$. Die Masse dieses Drahtstücks ist $m = 2 \text{ g}$. Die Frequenz der Stimmgabel beträgt $f = 100 \text{ Hz}$.

Wie muss man M wählen, damit eine stehende Welle auf dem gespannten Draht entsteht, die 3 Schwingungsbäuche hat?

Hinweis: Einer der Schwingungsbäuche liegt an dem mit der Stimmgabel verbundenen Ende des Drahtes. Schauen Sie in der Vorlesung nach, wie die Ausbreitungsgeschwindigkeit v_{Ph} für eine (elastische) Welle auf dem Draht (\approx Seil!) mit der Spannung σ , dem Querschnitt A und der Massenbelegung μ zusammenhängt. $\sigma = (\text{Kraft}/\text{Fläche})$ und $\mu = (\text{Masse des Drahtes}/\text{Länge})$.

Aufgabe 49: Wellen im Medium (6,5 BP)

Wenn man die Wellenausbreitung nur in einer Dimension betrachtet, kann die Welle im Medium wie die Welle auf dem Seil, entsprechend der Vorlesung, behandelt werden:

In einem Aluminiumblock breitet sich in x -Richtung eine hochfrequente, ebene Transversalwelle aus. Die Teilchenauslenkung u wird, bei vernachlässigbarer Dämpfung, durch die Wellenfunktion $u = u_0 \cdot \cos((40 \text{ m}^{-1}) \cdot x - (1,26 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}) \cdot t)$ beschrieben.

- Welche Frequenz ν und welche Wellenlänge λ hat diese Welle?
- Welche Phasengeschwindigkeit v_{Ph} hat die Welle und wie groß ist der Schermodul G des Werkstoffes? Hinweis: Schauen Sie sich die Dimension von v_{Ph} aus der Vorlesung an. G hat die Dimension Kraft/Fläche.
- Die Welle erfährt bei ihrer Ausbreitung eine schwache Dämpfung (der Amplitude). Wie muss die obige Wellenfunktion allgemein ergänzt werden, um dies zu berücksichtigen? Welchen Wert hat der dabei auftretende Dämpfungskoeffizient α , wenn die Schallamplitude pro Meter um 1% abnimmt? Um wie viel % nimmt zugleich die Schallintensität I ab?
Hinweis: $I \propto \text{Energiedichte}$ bzw. $\propto \text{Energie}/\text{Amplitude}$
- Was müsste man an der Wellenfunktion oben ändern, damit die Welle nicht in die positive x -Richtung, sondern in die negative x -Richtung läuft? Begründen Sie Ihre Antwort.

Zahlenwert: Dichte von Aluminium: $\rho = 2,73 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$

Beispielaufgaben zur Relativitätstheorie

- a) Wie viel Energie wird benötigt, um ein Teilchen der Ruhemasse m_0 aus dem Ruhezustand bis auf 98% der Lichtgeschwindigkeit zu beschleunigen? Geben Sie das Ergebnis als Vielfaches der Ruheenergie an.
- b) Skizzieren Sie die relativistische Gesamtenergie eines Teilchens in Abhängigkeit seiner Geschwindigkeit.
- c) Ein Maßstab der (Ruhe-)Länge L_0 bewegt sich gegenüber einem Beobachter mit der Geschwindigkeit v . Der Beobachter misst die Länge des Stabes mit $2/3 \cdot L_0$. Wie groß ist v ?
- d) Ein Astronaut in einem Raumschiff, das sich mit 80% der Lichtgeschwindigkeit bewegt, gibt die Flugdauer von der Erde zum nächsten Doppelstern mit 3,2 a an. Was würde ein Beobachter auf der Erde für die Flugdauer angeben?