

Abgabe: 11. April 2022

Serie 06

Aufgabe 1: Energie einer Schallwelle

Eine Gitarrensaite werde in ihrer Mitte angezupft. Dabei nimmt die Saite die Form eines Dreiecks der Höhe h mit Basislänge L an (siehe Abbildung 1). Die Saitenspannkraft F_s während des Auslenkens kann als konstant angenommen werden. Wird die Saite abrupt losgelassen, kommt es zur Anregung von Schallwellen. Zur Vereinfachung nehmen wir dabei an, dass die gesamte Energie der Saite in Form von Schallwellen abgegeben werde.

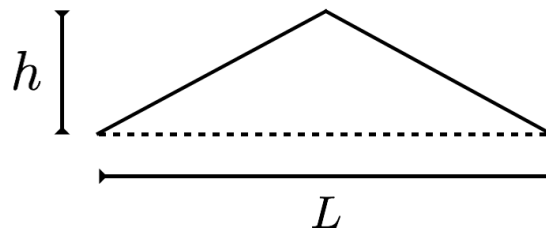


Abbildung 1: Saite

- Welche Gesamtenergie enthält die Schallwelle? Wenden Sie Ihr Ergebnis auf eine Gitarrensaite mit $h = 0.5 \text{ cm}$, $L = 50 \text{ cm}$ und $F_s = 10 \text{ N}$ an. *Hinweis: Berechnen Sie die in der ausgelenkten Saite gespeicherte Energie, indem Sie die zur Auslenkung benötigte Kraft über die Auslenkstrecke integrieren.*
- Schätzen Sie die mittlere Intensität der Schallwelle im Abstand von $d = 10 \text{ m}$ ab, unter der Annahme, dass der Klang für eine Dauer von $t = 5 \text{ s}$ zu hören ist. Wie hoch ist der entsprechende Schallpegel in Dezibel (dB) in Bezug auf den genormten Bezugswert $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$? *Hinweis: Betrachten Sie die Gitarrensaite als punktförmige Schallquelle, d.h. die emittierte Welle ist eine Kugelwelle.*

Aufgabe 2: Longitudinalwelle in Metallstab

Wir betrachten eine harmonische Longitudinalwelle, die sich in einem Metallstab entlang der positiven x -Achse fortbewegt. Die Welle habe eine Kreisfrequenz $\omega = 2\pi \cdot 5 \text{ kHz}$ und eine Amplitude $A = 2 \mu\text{m}$. Der Metallstab habe eine Querschnittsfläche $A_{\square} = 1.0 \text{ cm}^2$, eine Dichte $\rho_1 = 10 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ und ein Elastizitätsmodul $E = 160 \text{ GPa}$.

- Berechnen Sie die Wellengeschwindigkeit in dem Metallstab.
- Geben Sie einen Ausdruck für die longitudinale Auslenkung als Funktion von Ort x und Zeit t an.
- Berechnen Sie die Wellenzahl k und die Wellenlänge λ der Welle.
- Berechnen Sie die mittlere Intensität und Leistung der Welle.

Aufgabe 3: Bewegte Schallquelle

Ein Fahrzeug bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit $v = 20 \text{ m/s}$ in positive x -Richtung auf einen ruhenden Beobachter zu, siehe Abb. 3 a. Auf dem Dach des Fahrzeugs ist eine Schallquelle installiert, die einen Ton bei einer Frequenz $f_S = 500 \text{ Hz}$ aussendet.

- a) Welche Frequenz nimmt der Beobachter wahr?
- b) Nun werde die Schallquelle um 180 Grad gedreht, sodass sie entgegen der Fahrtrichtung Schallwellen emittiert, siehe Abb. 3b. Die Schallwellen werden an einer Wand reflektiert und gelangen dann zum Beobachter. Nehmen Sie an, dass der Ton nur über die Reflektion an der Wand zu dem Beobachter gelangt. Welche Aussage ist korrekt?

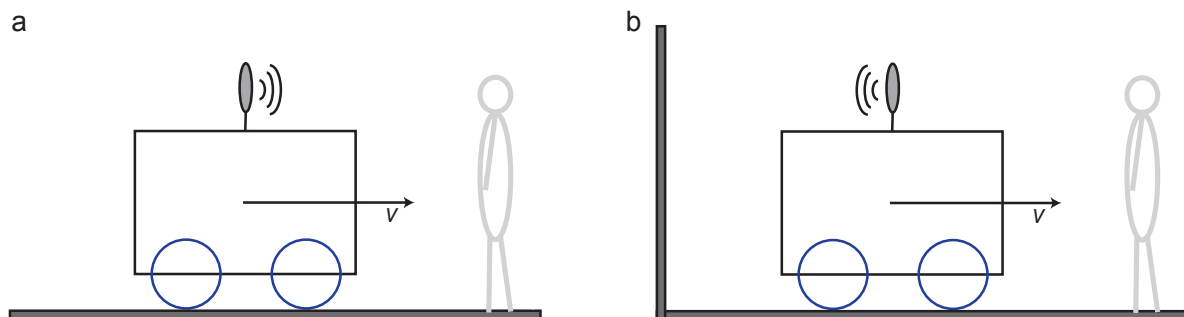


Abbildung 2

Während sich das Fahrzeug auf den Beobachter zubewegt, ist die vom Beobachter wahrgenommene Frequenz

- ☐ höher als f , und die von ihm wahrgenommene Lautstärke des Tons nimmt zu.
- ☐ gleich f , und die von ihm wahrgenommene Lautstärke des Tons nimmt ab.
- ☐ niedriger als f , und die von ihm wahrgenommene Lautstärke des Tons nimmt zu.
- ☐ niedriger als f , und die von ihm wahrgenommene Lautstärke des Tons nimmt ab.
- ☐ höher als f , und die von ihm wahrgenommene Lautstärke des Tons nimmt ab.