

Aufgabe 1: Longitudinale Schwingung einer Schraubenfeder

Eine homogene Schraubenfeder der Länge $l = 0,6 \text{ m}$, der Gesamtmasse $m_0 = 150\text{g}$ und der Federkonstante $D = 12 \text{ N/m}$ ist am oberen Ende aufgehängt und schwingt frei.

a) Welche Randbedingungen (Schwingungsknoten oder Schwingungsbauch) gelten an den Enden bei den longitudinalen Eigenschwingungen der Feder?

Skizziere die Moden der Grundschiwingung sowie der ersten zwei Oberschwingungen.

b) Als Schwingungsgleichung ergibt sich für eine solche Feder:

$$\frac{\partial^2 x}{\partial z^2} = \frac{m_0}{Dl^2} \frac{\partial^2 x}{\partial t^2}$$

Wie groß ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit c für Longitudinalwellen in der Feder?

c) Berechnen Sie für die Grundschiwingung die Eigenfrequenz f_0 der Feder.

d) Welche Effektivmasse m_{eff} kann man der Feder zuschreiben? Dabei soll ein Körper der Masse m_{eff} am unteren Ende der als masselos gedachten Feder hängen und mit der Frequenz f_0 schwingen.

Aufgabe 2: Orgelpfeife

Bei welcher Temperaturerhöhung steigt die Grundfrequenz einer Orgelpfeife um einen Halbton ($\Delta\nu/\nu = 0,06$) an, wenn die ursprüngliche Temperatur 17°C war? Verwende, dass die Ausbreitungsgeschwindigkeit proportional zur Wurzel der Temperatur ist und die Wellenlänge konstant bleibt.

Aufgabe 3: Welle

Gegeben sei eine harmonische Schallwelle der Form $y = y_0 \sin(kx - \omega t)$ mit der Frequenz $\nu = 100\text{Hz}$ und Schallgeschwindigkeit $c = 330\text{m/s}$. Berechne

a) Kreisfrequenz

b) Wellenlänge

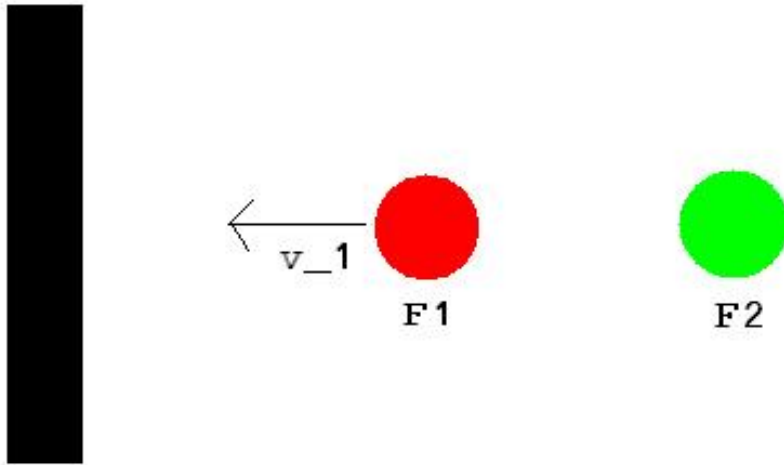
c) Schwingungsdauer

d) Wellenzahl

e) Wie sieht die Funktion aus, wenn sich die Welle in entgegengesetzter Richtung fortpflanzt?

Aufgabe 4: Fledermäuse

Fledermäuse orientieren sich mit Hilfe von Ultraschallsignalen. Eine von zwei Fledermäusen (F1) fliegt mit einer Geschwindigkeit von $v_1 = 10\text{m/s}$ frontal auf eine Wand zu, wobei sie Ultraschallsignale mit einer Frequenz von $5 \cdot 10^4\text{Hz}$ abgibt. Eine zweite Fledermaus (F2) sitzt in Fluchtlinie zur ersten Fledermaus auf einem Baum und hört zu. Die Schallgeschwindigkeit in Luft beträgt 330m/s .



- Welche Frequenzen hört die Fledermaus F1 und welche Frequenzen hört die Fledermaus F2?
- Welche Frequenzen hören die beiden Fledermäuse, wenn sich die Wand mit der Geschwindigkeit $v_W = 1\text{m/s}$ auf die Fledermäuse zu bewegt ?

Aufgabe 5: Überlagerung von Wellen

Zwei ebene Schallwellen $x_1(z, t) = A\cos(800t - 2z)$ und $x_2(z, t) = A\cos(630t - 1,5z)$ werden überlagert. Wie sieht die Überlagerung aus und wie groß ist ihre Gruppengeschwindigkeit im Vergleich zu den Phasengeschwindigkeiten der beiden Einzelwellen?

Aufgabe 6: Raumschiffe

Zwei Raumschiffe A und B starten zur gleichen Zeit auf der Erde und fliegen in entgegengesetzter Richtung mit gleicher Geschwindigkeit v zu Punkten in der gleichen Entfernung L . Sobald die Raumschiffe ihre jeweiligen Zielpunkte erreicht haben, senden sie ein Funksignal zur Erde, das dort zur Zeit T nach dem Start der Raumschiffe empfangen wird.

- Zeige, dass folgender Zusammenhang gilt:

$$\frac{v}{c} = \left(\frac{cT}{L} - 1\right)^{-1}$$

- b) Berechne für $L = 1$ Lichttag und $T = 8/3$ Tage mit Hilfe der Lorentz-Transformation die Ankunftszeiten der beiden Raumschiffe an ihren Zielpunkten betrachtet vom Inertialsystem von A.
Vernachlässige die Effekte der Beschleunigung der Raumschiffe.

Aufgabe 7: Bezugssysteme

Ein Passagierdampfer fährt bei glatter See parallel zur nahen Küste mit der konstanten Geschwindigkeit von 10 m/s nach Osten. An der Küste steht ein Badegast, der beobachtet, wie einem Passagier an der Reling ein Buch ins Wasser fällt. Man nehme an, dass sowohl Passagier als auch Badegast Koordinatensysteme festlegen, in denen die x' - bzw. x -Achse nach Osten und y' - bzw. y -Achse dazu senkrecht gerichtet sind. Ferner seien die Koordinatenursprünge so gewählt, dass zur Zeit $t=t'=0$ sowohl Passagier als auch Badegast das Buch an ihrem Koordinatenursprung beobachten.

- a) Welche Bahnkurve durchfällt das Buch bezüglich beider Systeme $S'(x',y',t')$ und $S(x,y,t)$?
- b) Wo befindet sich das Buch nach 1s (in S und S')? Benutze die Angabe, dass sich die Hand des Passagiers 5m über der Wasseroberfläche befindet.
- c) Bestimme die Geschwindigkeit des Buches zur Zeit $t=t'=1$ s (In beiden Systemen)
- d) In demselben Augenblick, in dem das Buch die Hand des Passagiers verlässt, lässt sich ein Affe von einem 5 m hohen Baum an der Küste auf den Erdboden fallen. Welche Flugbahn des Buches sieht der Affe? Die Koordinatenachsen des Systems S'' , bezüglich derer sich der Affe in Ruhe befindet, verlaufen parallel zu den Achsen des Systems S' . Außerdem fallen die Koordinatenursprünge $0'$ und $0''$ zur Zeit $t'=t''=0$ zusammen.

Aufgabe 8: Längenkontraktion

Ein Metermaßstab bewegt sich mit der Geschwindigkeit $v = 2,8 \cdot 10^8$ m/s an einem ruhenden Beobachter B vorbei. Welche Länge hat er für B?

Aufgabe 9: Zeitdilatation und Eigenzeit

Ein Raumschiff fliegt mit konstanter Geschwindigkeit v von der Erde zum Neptun (Abstand: $4,3 \cdot 10^{12}$ m). und erreicht ihn bei seiner erdnächsten Position. Wie groß müsste v sein, damit die Reise nach Messung des Piloten 1 Tag dauert? Wie lange dauert sie dann nach Messungen des Beobachters auf der Erde?