

13. Übung zur Vorlesung EP1 Experimentalphysik für Studierende des Lehramts WS 2021/22

Aufgabe 1: Schwingungen von Saiten

Die vier Saiten einer Violine sind in g , d^1 , a^1 und e^1 gestimmt. Diese liegen jeweils eine Quint auseinander, es gilt also $f_{d^1} = 1,5f_g$, $f_{a^1} = 1,5f_{d^1} = 440\text{ Hz}$ und $f_{e^1} = 1,5f_{a^1}$. Der Abstand zwischen den beiden Befestigungspunkten der Saiten beträgt $30,0\text{ cm}$, und die e^1 -Saite ist mit einer Kraft von $90,0\text{ N}$ gespannt.

- Welche lineare Massendichte μ_e hat die e^1 -Saite?
- Um zu vermeiden, dass sich das Instrument mit der Zeit verzieht, sollen die Spannkraften bei allen Saiten gleich sein. Berechne die entsprechenden linearen Massendichten der anderen Saiten.

Aufgabe 2: Dopplereffekt

Ein sehr musikalischer Polizist steht am Straßenrand, als in geringem Abstand ein hupendes Auto mit gleichförmiger Geschwindigkeit an ihm vorbeifährt. Er stellt fest, dass sich die Höhe des Huptones beim Vorbeifahren um einen ganzen Ton in der gleichmäßig temperierten Stimmung ändert. Er erstattet daraufhin Anzeige wegen Geschwindigkeitsübertretung. Die Schallgeschwindigkeit bei den herrschenden Luftbedingungen beträgt $c = 344\text{ m/s}$. Das Frequenzverhältnis eines Halbtonintervalls ist $\frac{f_1}{f_2} = \sqrt[12]{2} = 1,059$.

- Wie groß ist das Frequenzverhältnis eines Ganztonintervalls?
- War bei vorgeschriebener Höchstgeschwindigkeit von $v_{max} = 50,0\text{ km/h}$ die Anzeige berechtigt?

Aufgabe 3: Dopplereffekt II

Ein Auto mit offenem Verdeck bewegt sich mit der Geschwindigkeit von 80 km/h relativ zur ruhenden Luft auf einen ruhenden Beobachter zu. Die Lautsprecher im Auto erzeugen einen Ton mit einer Frequenz von 200 Hz .

- Bestimmen Sie die Wellenlänge des Schalls im Bereich zwischen Quelle und Beobachter.
- Geben Sie die Frequenz an, die der Beobachter hört.
- Betrachten Sie nun die Situation im Bezugssystem der Quelle, also vom Auto aus gesehen. Mit welcher Geschwindigkeit relativ zur Quelle breitet sich der Schall im Bereich zwischen Quelle und Beobachter aus? (Hierin bewegen sich der Beobachter und die Luft mit 80 km/h auf die ruhende Quelle zu.)
- Bestimmen Sie, wieder im Bezugssystem der Quelle, die Wellenlänge des Schalls im Bereich zwischen Quelle und Beobachter.

Aufgabe 4: Schallgeschwindigkeit

In der Vorlesung wurde die Schallgeschwindigkeit in einem Stahl- und in einem Messingstab gemessen. Die angeregte Welle breitete sich durch den Stab (Länge $l = 75\text{ cm}$) löste in einem Sensor ein elektrisches Signal aus, wurde reflektiert und kam nach einer gewissen Zeit wieder zum Sensor. Die Zeit zwischen den Signalen war $442\text{ }\mu\text{s}$ für den Messingstab und $304\text{ }\mu\text{s}$ für den Stahlstab.

- Berechnen Sie die Schallgeschwindigkeit in diesen beiden Stäben und vergleichen Sie Ihr Resultat mit den Werten für das Elastizitätsmodul E in Kapitel 3.
- Welche Laufzeit erwarten Sie für einen Aluminiumstab?

Aufgabe 5: Schallgeschwindigkeit II

Wale kommunizieren durch Schallübertragung unter Wasser. Ein Mutterwal stößt beispielsweise einen Laut mit der Frequenz $50,0\text{ Hz}$ aus, um ihr Kalb zurückzurufen. Die Schallgeschwindigkeit in Wasser beträgt etwa 1500 m/s .

- Wie lange braucht der Schall zu dem $1,20\text{ km}$ entfernten Kalb?

b) Wie groß ist die Wellenlänge dieses Tons im Wasser?

c) Wenn die Wale nahe an der Wasseroberfläche sind, kann ein Teil der Schallenergie in die Luft gebrochen werden. Welche Frequenz und welche Wellenlänge hat dieser Ton über Wasser?