

Schallgeschwindigkeit

Verglichen mit den meisten Dingen, die Sie in der Physik untersuchen, bewegen sich Schallwellen sehr schnell. Schnell genug, dass die Messung der Schallgeschwindigkeit eine technische Herausforderung darstellt. Eine Möglichkeit zur Messung der Schallgeschwindigkeit besteht darin, ein Echo zu messen. Sie könnten beispielsweise auf einem offenem Feld, das von einem großen Gebäude etwa einen viertel Kilometer entfernt ist, eine Stoppuhr starten, wenn ein lautes Geräusch gemacht wurde und diese wieder stoppen, wenn Sie das Echo hören. Anschließend können Sie die Schallgeschwindigkeit berechnen.

Bei kürzeren Abständen benötigen Sie ein schnelleres Messsystem, wie beispielsweise einen Computer. In diesem Experiment werden Sie diese Technik mithilfe eines an einen Computer angeschlossenen Mikrofons anwenden, um die Schallgeschwindigkeit bei Raumtemperatur zu bestimmen. Das Mikrophon wird neben die Öffnung einer leeren Röhre gelegt. Machen Sie ein Geräusch mit Ihren Fingern neben der Öffnung, beginnt der Computer mit der Datenerfassung. Wird das Geräusch am anderen Ende der Röhre reflektiert, wird ein Graph angezeigt, der das ursprüngliche Geräusch und das Echo anzeigt. Daraus können Sie dann die benötigte Zeit sowie die Schallgeschwindigkeit berechnen.



Abbildung 1

LERNZIELE

- Messen, wie lange der Schall benötigt, um in einer Röhre hin und zurück zu gelangen
- Bestimmen der Schallgeschwindigkeit
- Vergleichen der Schallgeschwindigkeit in der Luft mit dem bekannten Wert

MATERIAL

Computer
Vernier Computerschnittstelle
Logger Pro
Vernier Mikrophon
Klicker für Hundetraining

1-2 Meter lange Röhre
Deckel zum Bedecken des Röhrenendes
Thermometer oder Temperaturfühler
Metermaß

VORBEREITENDE FRAGE

1. Es ist eine verbreitete Art, den Abstand zu einem Blitz zu messen, indem man sekundenweise zu Zählen beginnt, sobald der Blitz zu sehen ist und das Zählen zu stoppen, sobald der Donner zu hören ist. Teilt man anschließend die Anzahl der Sekunden durch drei, erhält man die Entfernung in Kilometern. Bestimmen Sie mithilfe dieser Informationen die Schallgeschwindigkeit in m/s.

VORGEHENSWEISE

1. Verbinden Sie das Mikrofon mit *Channel 1* der Schnittstelle.
2. Messen Sie mithilfe eines Temperaturfühlers die Lufttemperatur im Klassenraum und notieren Sie diese in der Datentabelle.
3. Öffnen Sie die Datei "33 Speed of Sound" im Ordner *Physik mit Vernier*. Es wird ein Graph der Lautstärke gegenüber der Zeit angezeigt.
4. Verschließen Sie das Ende der Röhre mit einem Deckel. Sie können ein Buch oder sonstigen Gegenstand dagegen stellen. Messen Sie die Länge der Röhre und notieren Sie diese in der Datentabelle.
5. Legen Sie das Mikrofon so nah wie möglich an das Ende der Röhre, wie in Abbildung 2 gezeigt. Positionieren Sie es so, dass es das ursprüngliche Geräusch sowie das Echo erfassen kann.

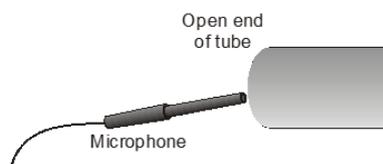
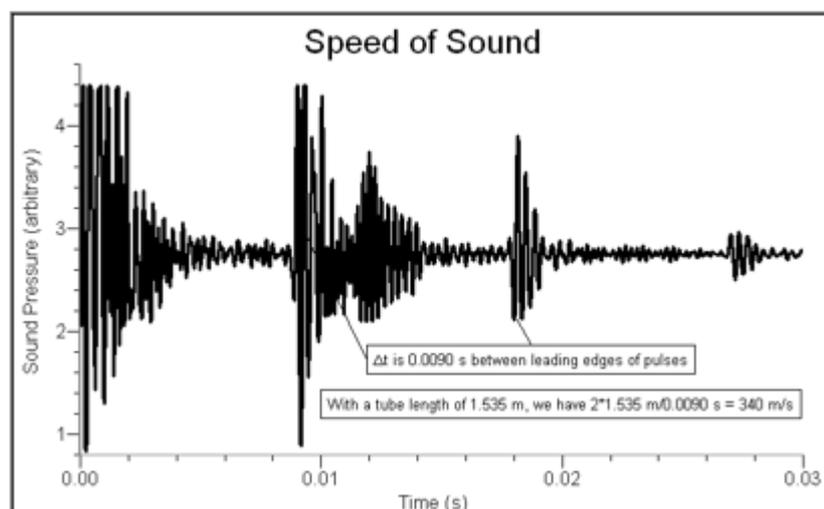


Abbildung 2

6. Drücken Sie zum Starten der Datenerfassung auf . Betätigen Sie den Klicker in der Nähe der Öffnung der Röhre. Durch dieses laute Geräusch beginnt die Schnittstelle mit der Datenerfassung.
7. Wenn Sie es richtig gemacht haben, ähnelt Ihr Graph dem nachfolgenden Graphen. Wiederholen Sie den Lauf gegebenenfalls. Die zweite Reihe Schwingungen mit nennenswerter Amplitude markiert das Echo. Drücken Sie den Knopf zur Untersuchung . Bewegen Sie den Mauszeiger und bestimmen Sie das Zeitintervall zwischen dem Start der ersten heftigen Auslenkung und dem Beginn des Echos. Notieren Sie dieses Zeitintervall in der Datentabelle.



8. Wiederholen Sie die Messung fünf Mal und bestimmen Sie das durchschnittliche Zeitintervall.

DATEN-TABELLE

Länge der Röhre	m
Raumtemperatur	°C

Versuch	Gesamtzeit (s)
1	
2	
3	
4	
5	
Durchschnitt	
Geschwindigkeit	m/s

ANALYSE

1. Berechnen Sie aus den Zeitpaaren in der Datentabelle das jeweilige Zeitintervall und anschließend das durchschnittliche Zeitintervall.
2. Berechnen Sie die Schallgeschwindigkeit. Bedenken Sie, dass Ihr Zeitintervall die Zeit repräsentiert, die der Schall benötigt, um vom Anfang bis zum Ende der Röhre zu gelangen und auch wieder zurück.
3. Der bekannte Wert der Schallgeschwindigkeit bei atmosphärischem Druck und 0°C beträgt 331,5 m/s. Die Schallgeschwindigkeit erhöht sich um 0,607 m/s pro 1°C Temperaturzunahme. Berechnen Sie die Schallgeschwindigkeit bei Ihrer Raumtemperatur und vergleichen Sie Ihren gemessenen Wert mit dem bekannten Wert.

ERWEITERUNGEN

1. Wiederholen Sie dieses Experiment, erfassen Sie aber dieses Mal Daten mit geöffnetem Ende der Röhre. Wie lassen sich die reflektierten Wellen der geschlossenen Röhre mit denen der geöffneten Röhre vergleichen? Berechnen Sie die Schallgeschwindigkeit und vergleichen Sie die Ergebnisse mit denen der geschlossenen Röhre.
2. Dieses Experiment kann auch ohne Röhre durchgeführt werden. Sie benötigen eine Reflexionsfläche mit glatter Oberfläche. Es können viele Reflexionen entstehen (Boden, Decke, Fenster, usw.), welche die Komplexität der aufgezeichneten Daten erhöhen.
3. Füllen Sie eine Röhre mit einem Gas, beispielsweise Kohlendioxid oder Helium. Achten Sie darauf, dass die Luft durch das verwendete Gas heraus gespült wird. Bei Gasen, die schwerer sind als Luft, halten Sie die Röhre vertikal und verschließen das untere Ende. Bei Gasen die leichter sind als Luft drehen Sie die Röhre genau anders herum.
4. Messen Sie mithilfe der Technik die Schallgeschwindigkeit in Luft bei verschiedenen Temperaturen.
5. Entwickeln Sie eine Methode, wie Sie die Schallgeschwindigkeit in anderen Medien als Gasen messen können!