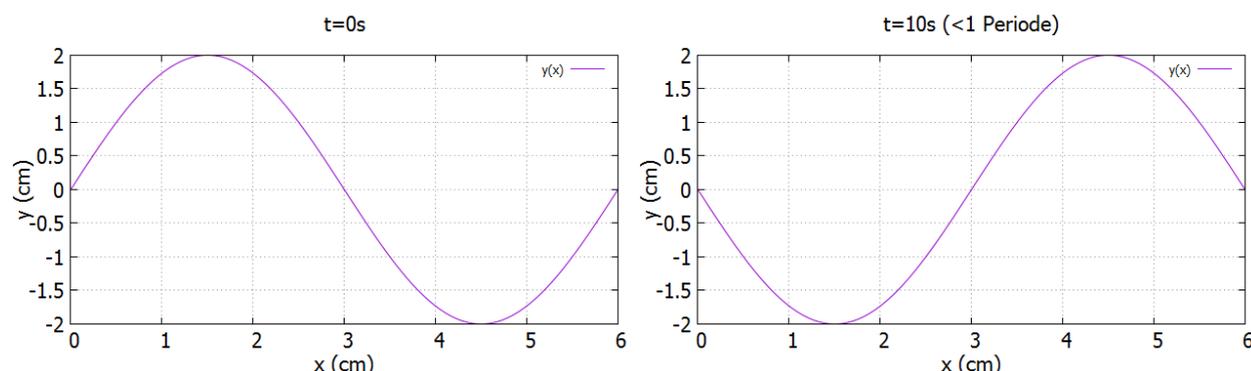


Übungsblatt 10

Besprechung in der Woche vom 1.2.2021

Aufgabe 1

Schwingendes Seil: In folgenden beiden Abbildungen ist eine Welle dargestellt, die sich nach rechts fortbewegt. Links ist sie zur Zeit $t = 0$ s zu sehen, rechts 10 Sekunden später (die Periodendauer sei größer als 10 s).



- Bestimmen Sie i) die Wellenlänge der Welle, ii) die Frequenz der Quelle, welche das Seil zum schwingen bringt, sowie iii) die Geschwindigkeit der Welle.
- Zeichnen Sie einen Graphen der Auslenkung y als Funktion der Zeit für $x = 0$ cm, $x = 3$ cm, $x = 6$ cm jeweils von $t = 0$ s bis $t = 20$ s.
- Stellen Sie eine Gleichung auf, die die Auslenkung y als Funktion von x und t beschreibt.

Aufgabe 2

Gitarre: Die fünfte A-Saite einer Gitarre hat eine Länge von 65 cm. Die Saite ist am Steg sowie an der Mechanik befestigt. An den fest eingespannten Enden müssen Knoten der Schwingung liegen; daher beträgt die Wellenlänge des Grundtons $2 \cdot L$. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Welle der A-Saite beträgt $c_{\text{Saite}} = 143 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

- Welche Frequenz besitzt der Grundton der Saite?
- Welche Frequenz besitzt der erste Oberton?
- Berührt man die Saite über dem 12. Bund, so kann die Saite dennoch schwingen. Den resultierenden Ton nennt man Flageolettton. Warum kann die Saite schwingen, obwohl sie mit dem Finger gedämpft wird? Mit welcher Frequenz schwingt die Saite und welche wird dabei gedämpft?
Hinweis: Der 12. Bund halbiert die Saite. Eine Zeichnung ist hilfreich.

Aufgabe 3

Schallgeschwindigkeiten in Gasen. In der 10. Vorlesung haben wir besprochen, dass die Schallgeschwindigkeiten in Gasen vom Kompressionsmodul K und der Dichte ρ abhängt: $c = \sqrt{K/\rho}$.

Für ein sogenanntes ideales Gas, was wir in der 11. Vorlesung kennenlernen, kann man zeigen, dass das Kompressionsmodul von Dichte und Temperatur abhängt, so dass sich insgesamt folgender Ausdruck für die Schallgeschwindigkeit ergibt:

$$c = \sqrt{\frac{\gamma RT}{m_{mol}}} \quad (1)$$

Hier ist R die universelle Gaskonstante $R = 8,3145 \text{ J/mol/K}$, T die absolute Temperatur in Kelvin, m_{mol} die molare Masse des Gases und γ der sogenannte Adiabatenkoeffizient, der einheitenlos ist und von der Art des Gases abhängt.

- Schauen Sie das Video der ETH Zürich zu Schallgeschwindigkeitsmessung für Luft, Helium und SF_6 an: <https://youtu.be/1duKoJo5nrY>. Das Glasrohr im Video hat eine Länge von $\Delta L = 1 \text{ m}$. Berechnen Sie die Schallgeschwindigkeiten für die gezeigten Gase mit den im Video bestimmten Werten für die Zeiten Δt für die Ausbreitung des Schalls über ΔL .
- Vergleichen Sie die gemessenen Werte für c mit der Vorhersage der Formel oben, wenn Sie $T = 293 \text{ K}$, $m_{mol} = 4 \text{ g/mol}$ für He, 29 g/mol für Luft und 146 g/mol für SF_6 sowie $\gamma = 1$ annehmen.
- Welche Werte für γ müssen Sie annehmen, damit die Vorhersage mit den Messwerten jeweils übereinstimmt?

Aufgabe 4

Bestimmung der Schallgeschwindigkeit mit phyphox. In dieser phyphox Aufgabe soll die Schallgeschwindigkeit in Luft durch ein Maßband, zwei Handys und die Akustische Stoppuhr Funktion von phyphox bestimmt werden.

- Bitten Sie (falls Sie keine zwei Handys haben) ihre Kommilitonen, Mitbewohner, Eltern, Geschwister oder wer auch immer ein zweites Handy beisteuern kann um Hilfe. Schauen sie zusammen das Video zu dem phyphox Versuch <https://phyphox.org/de/experiment/schallgeschwindigkeit/>.
- Stellen sie nun wie im Video beschrieben die Schwelle der akustischen Stoppuhr so ein, dass die Uhr nicht mehr durch Hintergrundgeräusche ausgelöst wird. Denken sie dabei daran, dass eins der Handys bei dem Versuch einige Meter von der Schallquelle entfernt liegen wird. Stellen sie die Schwelle also nicht zu hoch ein, damit trotz der Entfernung beide Stoppuhren durch das akustische Signal gestartet werden. Es kann helfen die Messung nicht durch Klatschen sondern durch das aufeinander schlagen von metallischen Gegenständen (z.B Hantelscheiben) auszulösen, damit das akustische Startsignal lauter ist, und sich so stärker vom Hintergrund abhebt.
- Legen Sie die Handys nun in einigen Metern Abstand auf den Boden, und messen Sie den Abstand. Dann können die Stoppuhren durch ein akustisches Signal (Klatschen oder metallischen Gegenstände) gestartet werden. Achten sie dabei darauf dass Sie ihr Startsignal nicht zwischen den Handys erzeugen. Wenn beide Stoppuhren gestartet sind erzeugen Sie das gleiche Signal auf der anderen Seite um die Uhren wieder zu stoppen. Schreiben sie sich die Zeiten auf, und wiederholen sie Messung am besten 2 mal (insgesamt 3 Messungen).
- Aus den Differenzen der an den zwei Handys gemessenen Zeiten und dem Abstand soll nun die Schallgeschwindigkeit bestimmt werden. Berechnen sie dafür den Mittelwert Ihrer gemessenen Zeitdifferenzen. Dieser Mittelwert entspricht nun der doppelten Zeit den der Schall braucht um die Strecke zwischen den zwei Handys zurückzulegen, da es sowohl beim Starten wie auch beim Stoppen der Uhren zu einer Verzögerung kommt.
- Stimmt ihre gemessene Schallgeschwindigkeit mit dem Literaturwert überein?