

Querwellen

1.
 - a) Fortsetzung der HA: Zeichne den Zustand des Wellenträgers in zwei Zeitpunkten mit maximaler Auslenkung ($\Delta\varphi = 180^\circ$).
 - b) Berechne bei der Ausbreitungsgeschwindigkeit $c = 500$ m/s die Frequenz dieser Schwingung. Stelle dafür eine Beziehung zwischen λ und l auf.
 - c) Berechne nun konkret die Frequenz der ersten Oberschwingung f_1 . Gehe wie in Aufgabe b) vor: erst das Bild, ...
 - d) Berechne f_2 und f_3 sowie f_n .
Wie viele Knoten hat der Wellenträger bei der Frequenz f_n ?

2. In der HA hast Du die Oberschwingungen einer eingespannten Saite berechnet - sie hatte zwei 'feste' Enden. Nun sollst Du Deine Kenntnisse auf einen $l = 64,5$ cm langen Wellenträger ausweiten, der ein festes und ein loses Ende hat.
 - a) Zeichne den Zustand des Wellenträgers bei der Grundfrequenz in zwei Zeitpunkten mit maximaler Auslenkung ($\Delta\varphi = 180^\circ$).
 - b) Berechne bei der Ausbreitungsgeschwindigkeit $c = 500$ m/s die Frequenz dieser Schwingung. Stelle dafür eine Beziehung zwischen λ und l auf.
 - c) Berechne nun die Frequenz der ersten Oberschwingung f_1 . Gehe wie in Aufgabe b) vor: erst das Bild, ...
(Im Kunstmuseum Basel steht ein Kunstwerk mit dem Titel "Stehende Welle", bei dem ein Motor einen Stahlstreifen in dieser Form zum Schwingen bringt.)
 - d) Berechne f_2 und f_3 sowie f_n .
Wie viele Knoten hat der Wellenträger bei der Frequenz f_n ?

3. Zwei punktförmige Erreger E_1 (im Ursprung) und E_2 im Abstand $a = 3$ m befinden sich auf einem linearen Wellenträger. Sie schwingen gleichphasig mit der Frequenz $f = 10$ Hz und erzeugen Querwellen mit der Amplitude 1 cm, die sich mit der Geschwindigkeit $c = 20$ m/s ausbreiten.
 - a) Nach einer gewissen Zeit haben sich die von den Erregern E_1 und E_2 nach links und rechts ausgehenden Wellen über den Bereich $-2 \text{ m} \leq x \leq 5 \text{ m}$ ausgebreitet. Zu diesem Zeitpunkt t_0 bewegen sich die Erreger gerade durch die Gleichgewichtslage nach oben. Zeichne für diesen Zeitpunkt die Auslenkung s des Wellenträgers im angegebenen Bereich in ein s - x -Achsenkreuz ein (x -Achse: 1 cm für $0,5$ m).
 - b) Beschreibe allgemein die Bewegung der einzelnen Teilchen zwischen E_1 und E_2 und gib gemeinsame und unterschiedliche Eigenschaften ihrer Bewegung an.
Welche ausgezeichneten Teilchen gibt es auf dem Wellenträger? Mit welcher Phasendifferenz schwingen zwei Teilchen zwischen denen ein Knoten liegt?
 - c) Leite allgemein mit Text und Skizzen einen Term zur Berechnung der Eigenfrequenzen eines linearen Wellenträgers her, wenn die Enden fest eingespannt sind und die Ausbreitungsgeschwindigkeit c der Welle bekannt ist.
 - d) Wie groß ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Welle auf einem beidseitig fest eingespannten linearen Wellenträger der Länge $a = 3$ m, dessen 1. Oberschwingung (= 2. Harmonische) die Frequenz $f = 8$ Hz hat? Berechne die Frequenz der 1. Oberschwingung des gleichen Wellenträgers, wenn ein Ende lose ist.

4. In der HA hast Du die Oberschwingungen einer eingespannten Saite berechnet - sie hatte zwei 'feste' Enden. Nun sollst Du Deine Kenntnisse auf einen $l = 64,5\text{cm}$ langen Wellenträger ausweiten, der zwei lose Enden hat.
- Zeichne den Zustand des Wellenträgers bei der Grundfrequenz in zwei Zeitpunkten mit maximaler Auslenkung ($\Delta\varphi = 180^\circ$)
 - Berechne bei der Ausbreitungsgeschwindigkeit $c = 500\text{ m/s}$ die Frequenz dieser Schwingung. Stelle dafür eine Beziehung zwischen λ und l auf.
 - Berechne nun die Frequenz der ersten Oberschwingung f_1 . Gehe wie in Aufgabe b) vor: erst das Bild, ...
 - Berechne f_2 und f_3 sowie f_n .
Wie viele Knoten hat der Wellenträger bei der Frequenz f_n ?
5. a) Die g-Saite einer Gitarre schwingt mit 393Hz . Berechne c ! Du musst dazu an der vorhandenen Gitarre eine Messung vornehmen (Ergebnis: $l = 64,5\text{cm}$).
- Durch Druck mit einem Finger soll die schwingende Saite verkürzt werden, so dass der Ton a mit 440Hz erklingt. Wo muss der Finger aufgelegt werden?
 - Bestätige Dein Ergebnis an der Gitarre und berechne die Position eines weiteren Bundes.
 - Welche Frequenz hat der höchste Ton, der mit einem Finger auf dem Brett sauber gespielt werden kann?
6. Auf einem $a = 12\text{m}$ langen Wellenträger breitet sich in der positiven x -Richtung von $x = 0$ ausgehend eine sinusförmige Querwelle mit der Ausbreitungsgeschwindigkeit $c = 2\text{m/s}$ aus, die zur Zeit $t_0 = 0\text{s}$ nach oben schwingend beginnt. Die Amplitude beträgt 10cm , die Frequenz $0,5\text{Hz}$.
- Berechne die Wellenlänge λ , dieser Welle. Zu welcher Zeit beginnt das Teilchen bei $x_1 = 1,5\text{m}$ zu schwingen?
 - Skizziere das Momentbild der Welle zum Zeitpunkt $t_2 = 2\text{s}$ und bestimme hierfür die Auslenkung des Teilchens bei $x_2 = 1\text{m}$ und bei $x_3 = 2,5\text{m}$.
(x -Richtung: 1 cm für 1 m ; y -Richtung: 1 cm für 10 cm)
 - Auf diesem Wellenträger werden nun zur Zeit t_0 an beiden Enden sinusförmige Querwellen gleicher Ausbreitungsgeschwindigkeit, Frequenz, Wellenlänge und Amplitude wie in a) erregt, wobei die Welle am linken Ende nach oben, die Welle am rechten Ende nach unten schwingend beginnt.
 - Skizziere das Momentbild des Wellenträgers für $t_3 = 4\text{s}$.
Zu welchem Zeitpunkt t_4 stellt sich auf dem ganzen Wellenträger erstmals eine stehende Welle ein? Skizziere das zugehörige Momentbild!
7. a) Bei den Chladnischen Platten liegt anstelle des linearen Wellenträgers ein ebener vor. Dieser kann ebenfalls nur mit bestimmten Frequenzen schwingen. Experimentiere mit den Platten: Streue etwas Sand drauf und streiche mit dem Bassbogen über den Rand, so dass die Platten schwingen. Zeichne ein paar Zustände ab.
- Was übernimmt nun die Rolle der Knotenpunkte?
 - Halte mit ein oder mehreren Fingern beliebige Punkte der Platte fest und bringe sie wieder zum Schwingen. Zeichne ein paar Zustände.
 - 'Mikrowellen' sind zwar keine mechanischen Querwellen, gehorchen aber im Wesentlichen den gleichen Gesetzen. Im Mikrowellenofen bilden sich räumliche stehende Wellen aus, Was übernimmt nun die Rolle der Knotenpunkte?