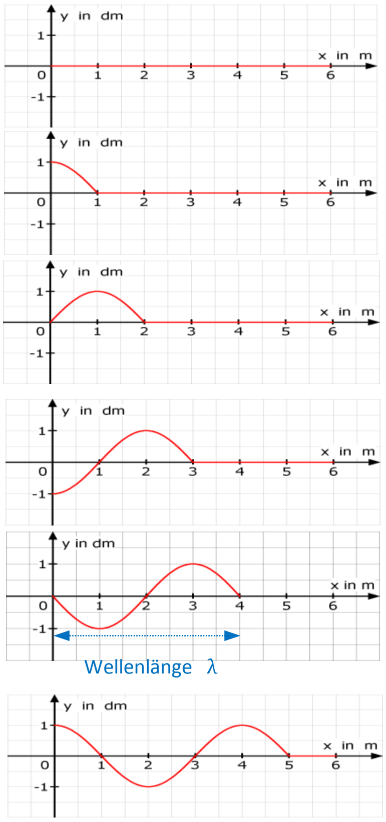
Physik * Jahrgangsstufe 10 * Ausbreitung einer Welle

Momentaufnahmen einer sich ausbreitenden Seilwelle



t = 0s

t = 0,2s

t = 0,4s

t = 0,6s

t = 0,8s

t = 1,0s

Das linke Ende des Seils wird sinusförmig mit der Amplitude A auf und ab bewegt.
T gebe die Schwingungsdauer des linken Seilanfangs an. Dann gilt hier für die Auslenkung y dieses Seilstücks an der Stelle x = 0m:

$y_o(t) = \quad \sin(\quad\quad)$ mit T = und A =

Nach der Zeit t = T hat sich die Welle um die Wellenlänge λ ausgebreitet.

Es gilt hier λ =

Bezeichnet man die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle mit c , so gilt allgemein

$c = \frac{\quad}{\quad}$ und hier $c = \frac{\quad}{\quad} =$

Gibt $f = \frac{1}{T}$ die Frequenz der Schwingung des Seilanfangs (und damit jedes „Seilteilchens“) an, so gilt allgemein für die Ausbreitungsgeschwindigkeit c einer Welle

$$c = \frac{\quad}{\quad} =$$

Aufgaben

1. Der Kammerton ist der gemeinsame Ton (sinusförmige Schallschwingung), auf den eine Gruppe von Instrumenten eingestimmt wird. Als Standard-Kammerton wurde der Ton mit der Frequenz f = 440 Hz (Kammerton a^1) festgelegt.
   Welche Wellenlänge gehört zum Kammerton a^1, wenn sich Schall mit der Geschwindigkeit von etwa 340 m/s ausbreitet?

2. Schall oberhalb von 20 kHz heißt Ultraschall, Schall unterhalb von 16 Hz heißt Infraschall. Welche Wellenlängen gehören zu Ultra- bzw. Infraschall? ($c_{Schall} \approx 340$ m/s)

3. Für die Ausbreitungsgeschwindigkeit eines Tsunamis gilt $c = \sqrt{g \cdot h}$, wobei g die Erdbeschleunigung und h die Wassertiefe angibt. Für die Wellenlänge gilt näherungsweise $\lambda \approx h \cdot 2\pi$.
   a) Welche Ausbreitungsgeschwindigkeit und welche Wellenlänge hat ein Tsunami im Pazifik mit einer mittleren Meerestiefe von ca. 6 km.
   Wie lange benötigt damit ein Tsunami von Japan nach San Francisco (ca. 8000km)?
   b) Wie verändern sich die Ausbreitungsgeschwindigkeit und die Wellenlänge, wenn die Wassertiefe von 6km auf 500m sinkt.

4. Wie kann man eine sich mit der Geschwindigkeit c „nach rechts“ ausbreitende Welle mit der Wellenlänge λ und der Amplitude A mathematisch beschreiben?

Physik * Jahrgangsstufe 10 * Ausbreitung einer Welle * Lösung der Aufgaben

1. $c = \lambda \cdot f \quad \Rightarrow \quad \lambda = \frac{c}{f} = \frac{340\,\frac{m}{s}}{440\,\frac{1}{s}} = 0{,}77\,m$

2. Ultraschall: $\lambda \leq \frac{c}{20\,kHz} = \frac{340\,\frac{m}{s}}{20 \cdot 10^3\,\frac{1}{s}} = 0{,}017\,m = 1{,}7\,cm$

   Infraschall: $\lambda \geq \frac{c}{16\,Hz} = \frac{340\,\frac{m}{s}}{16\,\frac{1}{s}} = 21\,m$

3. Für die Ausbreitungsgeschwindigkeit eines Tsunamis gilt $c = \sqrt{g \cdot h}$, wobei g die Erdbeschleunigung und h die Wassertiefe angibt. Für die Wellenlänge gilt näherungsweise $\lambda \approx h \cdot 2\pi$.
   a) Welche Ausbreitungsgeschwindigkeit und welche Wellenlänge hat ein Tsunami im Pazifik mit einer mittleren Meerestiefe von ca. 6 km.
   Wie lange benötigt damit ein Tsunami von Japan nach San Francisco (ca. 8000km)?
   b) Wie verändern sich die Ausbreitungsgeschwindigkeit und die Wellenlänge, wenn die Wassertiefe von 6km auf 500m sinkt.

3. a) $c = \sqrt{g \cdot h} = \sqrt{9{,}8\frac{m}{s^2} \cdot 6000m} = 0{,}24\frac{km}{s} \qquad \lambda \approx 6\,km \cdot 2\pi \approx 38\,km$

   $c = \frac{x}{t} \quad \Rightarrow \quad t = \frac{x}{c} = \frac{8000\,km}{0{,}24\,\frac{km}{s}} = 33 \cdot 10^3 s \approx 9\,h$

   b) bei h = 500m gilt:

   $c = \sqrt{g \cdot h} = \sqrt{9{,}8\frac{m}{s^2} \cdot 500m} = 70\frac{m}{s} \qquad \lambda \approx 500m \cdot 2\pi \approx 3\,km$

   Die Ausbreitungsgeschwindigkeit nimmt sehr stark ab, ebenso die Wellenlänge.

4. Folgender Ansatz erscheint sinnvoll:

   $y = y(x;t) = A \cdot \sin(k \cdot x \pm m \cdot t) \quad$ mit $\quad k = \frac{2\pi}{\lambda}$ und $m = \frac{2\pi}{T}$

   wegen $c = \frac{\lambda}{T}$ also $\frac{1}{T} = \frac{c}{\lambda}$

   $y = A \cdot \sin(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot x \pm \frac{2\pi}{T} \cdot t) = A \cdot \sin(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot x \pm \frac{2\pi \cdot c}{\lambda} \cdot t) = A \cdot \sin(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot (x \pm c \cdot t))$

   Überlegen Sie, warum $y = A \cdot \sin(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot (x - c \cdot t))$ die nach rechts laufende Welle angibt.