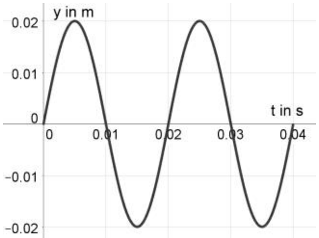
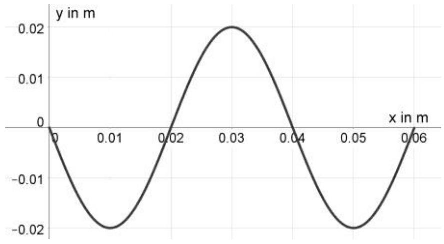
Beschreibung (harmonischer) mechanischer Wellen

1. Im Nullpunkt eines Koordinatensystems beginnt zur Zeit t=0 eine Schwingung, die durch die Gleichung $y=0{,}08\text{m} \cdot \sin(\pi \cdot t \cdot s^{-1})$ beschrieben werden kann. Diese Schwingung erzeugt eine Transversalwelle entlang der positiven x-Achse mit der Ausbreitungsgeschwindigkeit von c=0,2m/s.
   a) Bestimmen Sie Periodendauer, Frequenz und Wellenlänge dieser Welle.
   b) Wie lautet die Wellengleichung dieser fortschreitenden Welle?
   c) Zeichnen Sie das Wellenbild zur Zeit t=2,5s. Geben Sie die Gleichung des Wellenbildes an.
   d) Welche Auslenkung y(x, t) hat der Schwinger am Ort x=15cm zur Zeit t=2,0s?

2. Die Abbildungen beschreiben eine Transversalwelle, deren Anregung (t=0s) in positive Richtung erfolgte.





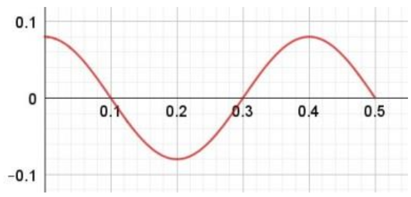
   a) Erläutern Sie die inhaltlichen Aussagen in beiden Diagrammen und geben Sie die Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit an.
   b) Wie lautet die die Wellengleichung dieser Welle?
   c) Wann erreicht der Schwinger am Ort x=0,02m <u>erstmalig</u> seine maximale positive Auslenkung?

3. Eine Wellengleichung lautet: $y(x,t) = 5cm \cdot \sin[2\pi \cdot \left(\frac{t}{0{,}5s} - \frac{x}{0{,}4m}\right)]$ und beginnt (t=0) in positiver Richtung.
   a) Geben Sie <u>alle</u> Kenngrößen dieser Welle an.
   b) Zeichnen Sie das Schwingungsbild des Schwingers am Ort x=0 für das Zeitintervall t[0;1,5s].
   c) Stellen Sie das Wellenbild zur Zeit t=1,5s dar.

4. a) Berechnen Sie die Wellenlängen von Schallwellen der Frequenz f=20Hz (440Hz, 1kHz, 16kHz) bei 20°C.
   b) Messungen in einem Gas ergaben bei f=500Hz eine Wellenlänge von λ=1,96m. Welches Gas könnte es sein?
   c) Wie groß sind die Wellenlängen einer Schallwelle von f=440Hz in Stahl bzw. Wasser von 20°C

<u>Lösungen</u>:

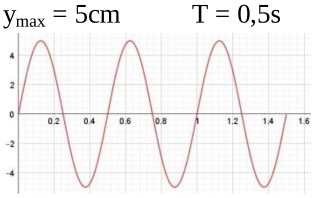
1. a) aus Schwingungsgleichung: ω = 2πf = π → f = 0,5Hz T=2s $\lambda = \frac{c}{f} = 0{,}4m$
   b) $y(x,t) = 0{,}08m \cdot \sin(2\pi \cdot \left(\frac{t}{2s} - \frac{x}{0{,}4m}\right))$
   c) nach t=3s hat sich die Welle um s = 0,2m/s · 2,5s = 0,5m weiterbewegt.
   $y(t = 2{,}5s) = 0{,}08m \cdot \sin(2\pi \cdot (1{,}25 - 2{,}5x \cdot m^{-1})$
   $y(t = 2{,}5s) = 0{,}08m \cdot \sin(2{,}5\pi - 5\pi x \cdot m^{-1})$
   $y(t = 2{,}5s) = 0{,}08m \cdot \cos(5\pi x \cdot m^{-1})$



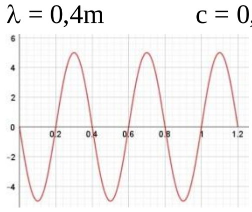
   d) $y = 0{,}08 \cdot \sin(2\pi \cdot \left(\frac{2s}{2s} - \frac{0{,}15m}{0{,}4m}\right) = -0{,}057m$

2. a) Diagramm 1: Schwingungsbild – Bewegung eines Schwingers in Abhängigkeit der Zeit t
   Diagramm2: Wellenbild – Auslenkung vieler Schwinger an verschiedenen Orten zu einer bestimmten Zeit
   y_{max} = 0,02m T = 0,02s f = 50Hz λ = 0,04m c = 2m/s
   b) $y(x,t) = 0{,}02m \cdot \sin(2\pi \cdot \left(\frac{t}{0{,}02s} - \frac{x}{0{,}04m}\right))$
   c) der Ort x=0,02m wird von der Welle zur Zeit t = x/c = 0,01s erreicht. (y=0)
   das erste Maximum wird 1/4T danach erreicht: t = 0,01s + 0,005s = 0,015s

3. a) y_{max} = 5cm T = 0,5s f = 2Hz λ = 0,4m c = 0,8m/s
   b)



   c) x=1,2m



4. a) c_{Luft} (20°C)=344m/s λ_1=17,2m λ_2=0,78m λ_3=0,344m λ_4=2,15cm
   b) c = 980m/s (Helium)
   c) λ_{Stahl} = 11,13m λ_{Wasser} = 3,37m