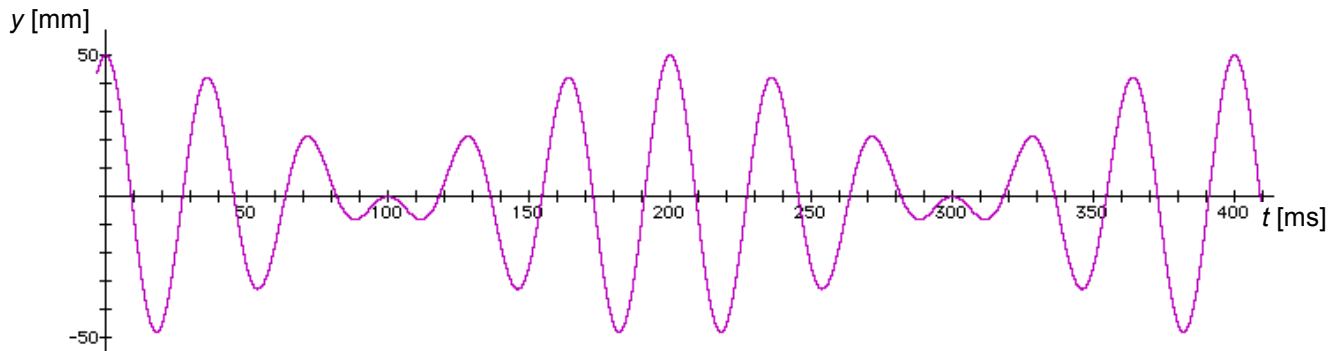


$$1. \quad a) \quad f_1 = \frac{6 \text{ Schwingungen}}{0.200 \text{ s}} = \underline{\underline{30 \text{ Hz}}} \quad T_1 = \frac{1}{f_1} = \frac{1}{30 \text{ Hz}} = \underline{\underline{0.033 \text{ s}}} = \underline{\underline{33 \text{ ms}}} \quad \hat{y}_1 = 25.0 \text{ mm}$$

$$f_2 = \frac{5 \text{ Schwingungen}}{0.200 \text{ s}} = \underline{\underline{25 \text{ Hz}}} \quad T_2 = \frac{1}{f_2} = \frac{1}{25 \text{ Hz}} = \underline{\underline{0.040 \text{ s}}} = \underline{\underline{40 \text{ ms}}} \quad \hat{y}_2 = 25.0 \text{ mm}$$

b) Zu den Zeiten $t = 0, 200 \text{ ms}, 400 \text{ ms}, \text{etc.}$ $\hat{y} = 50.0 \text{ mm}$

c) Zu den Zeiten $t = 100 \text{ ms}, 300 \text{ ms}, \text{etc.}$



d) alle 200 ms, d.h. $T_S = 0.20 \text{ s}$

$$e) \quad f_S = \frac{1}{T_S} = \frac{1}{0.20 \text{ s}} = \underline{\underline{5.0 \text{ Hz}}}$$

$$2. \quad a) \quad f_S = |f_1 - f_2| = |220 \text{ Hz} - 224 \text{ Hz}| = \underline{\underline{4.0 \text{ Hz}}}$$

$$b) \quad f_m = \frac{f_1 + f_2}{2} = \frac{220 \text{ Hz} + 224 \text{ Hz}}{2} = \underline{\underline{222 \text{ Hz}}}$$

$$3. \quad f_1 = \frac{1}{T_1} = \frac{1}{0.02 \text{ s}} = 50 \text{ Hz} \quad f_S = \frac{1}{T_S} = \frac{1}{0.20 \text{ s}} = 5.0 \text{ Hz}$$

f_2 ist entweder 5 Hz grösser oder 5 Hz kleiner als f_S :

$$T_2 = \frac{1}{f_2} = \frac{1}{55 \text{ Hz}} = \underline{\underline{0.018 \text{ s}}} \quad \text{oder:} \quad T_2 = \frac{1}{f_2} = \frac{1}{45 \text{ Hz}} = \underline{\underline{0.022 \text{ s}}}$$

$$4. \quad f_m = \frac{f_1 + f_2}{2} \quad 2 f_m = f_1 + f_2 \quad f_2 = 2 f_m - f_1$$

$$f_S = \frac{1}{T_S} = \frac{1}{0.50 \text{ s}} = 2.0 \text{ Hz} \quad f_S = |f_1 - f_2| \quad \text{Wir nehmen } f_1 > f_2:$$

$$f_S = f_1 - f_2 = f_1 - (2 f_m - f_1) = 2 \cdot (f_1 - f_m) \quad f_1 = \frac{f_S}{2} + f_m = \frac{2.0 \text{ Hz}}{2} + 441 \text{ Hz} = \underline{\underline{442 \text{ Hz}}}$$

$$f_2 = f_1 - f_S = 442 \text{ Hz} - 2.0 \text{ Hz} = \underline{\underline{440 \text{ Hz}}}$$

5. a) Die Schallwelle, die direkt zum Ohr gelangt, hat eine niedrigere Frequenz (Quelle entfernt sich). Die reflektierte Schallwelle hat eine höhere Frequenz (Quelle bewegt sich - via Reflexion – auf den Beobachter zu). Die beiden Schallwellen überlagern sich und erzeugen eine Schwebung.

$$b) \quad f' = f \cdot \frac{c}{c + v} = 440 \text{ Hz} \cdot \frac{344 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{344 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 0.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \underline{\underline{439 \text{ Hz}}}$$

$$c) \quad f' = f \cdot \frac{c}{c - v} = 440 \text{ Hz} \cdot \frac{344 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{344 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 0.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \underline{\underline{441 \text{ Hz}}}$$

$$d) \quad f_S = |f_1 - f_2| = 441 \text{ Hz} - 439 \text{ Hz} = \underline{\underline{2 \text{ Hz}}}$$

6. $f_{\text{direkt}} = 438.5 \text{ Hz} = f_{\text{nachher}}$ (die Schallquelle bewegt sich vom Empfänger weg)

$$f_{\text{reflektiert}} = 441.5 \text{ Hz} = f_{\text{vorher}} \quad (\text{die Schallquelle bewegt sich - via Reflexion an der Wandtafel - auf den Empfänger zu})$$

$$\frac{f_{\text{reflektiert}}}{f_{\text{direkt}}} = \frac{f_{\text{vorher}}}{f_{\text{nachher}}} = \frac{c + v}{c - v} \quad (\text{siehe Aufgabe 5!})$$

$$v = c \cdot \frac{f_{\text{vorher}} - f_{\text{nachher}}}{f_{\text{vorher}} + f_{\text{nachher}}} = 344 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{441.5 \text{ Hz} - 438.5 \text{ Hz}}{441.5 \text{ Hz} + 438.5 \text{ Hz}} = \underline{\underline{1.2 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$