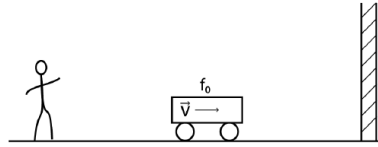


Aufgabe 10.4: Es tönt (4 Punkte)

Ein Signal mit der Eigenfrequenz f_0 wird auf einem sich von Ihnen mit der Geschwindigkeit $v \ll v_s$ entfernenden Wagen gespielt. Der Wagen fährt senkrecht auf eine ruhende Wand zu, an der der Schall verlustfrei reflektiert wird. Die Schallgeschwindigkeit beträgt v_s .



Jun Wei Tan
Cyprian Long
Nicolas Braun

- (1 P) a) Bestimmen Sie die Frequenz der von der Wand reflektierten Schallwelle und die der Schallwelle, die Sie direkt vom Wagen aus erreicht.
- (2 P) b) Welche Frequenz f_b hat der von Ihnen wahrgenommene Ton? Bestimmen Sie die Zeitdauer T_b , in der der von Ihnen wahrgenommene Ton wieder die gleiche Lautstärke hat.
- (1 P) c) Sie bewegen sich mit der Geschwindigkeit w auf den Zug zu. Wie verändern sich die Ergebnisse aus der b)? Bestimmen Sie dazu die Verhältnisse T_c/T_b und f_c/f_b .

a) Aus der Formelsammlung...

$$\begin{aligned} f_{\text{reflektiert}} &:= f_r = f_0 \frac{v_s}{v_s - v} \\ &= f_0 \frac{1}{1 - \frac{v}{v_s}} \\ &\approx f_0 \left(1 + \frac{v}{v_s} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{\text{direkt}} &:= f_e = f_0 \frac{v_s}{v_s + v} \\ &= f_0 \frac{1}{1 + \frac{v}{v_s}} \\ &\approx f_0 \left(1 - \frac{v}{v_s} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b) \quad A \cos(f_r t) + A \cos(f_e t) &= 2A \cos\left(\frac{f_r + f_e}{2} t\right) \cos\left(\frac{f_r - f_e}{2} t\right) \\ &= 2A \cos(f_0 t) \cos\left(\frac{v}{v_s} f_0 t\right) \end{aligned}$$

Da $v \ll v_s$, ist $\frac{v}{v_s} f_0 \ll f_0$

$$f_b = \frac{v}{v_s} f_0$$

$$T_b = \frac{1}{f_b} = \frac{v_s}{v} \frac{1}{f_0}$$

c) Aus der Formelsammlung

$$f_{r,c} \approx f_0 \left(1 + \frac{v}{v_s} \right) \left(1 + \frac{w}{v_s} \right)$$

$$f_{e,c} \approx f_0 \left(1 - \frac{v}{v_s} \right) \left(1 + \frac{w}{v_s} \right)$$

$$A \cos(f_{c_i} t) + A \cos(f_{c_e} t) = 2A \cos\left(\frac{f_{c_i} + f_{c_e}}{2} t\right) \cos\left(\frac{f_{c_i} - f_{c_e}}{2} t\right)$$

$$= 2A \cos\left(f_0 \left(1 + \frac{w}{v_s}\right) t\right) \cos\left(\frac{v}{v_s} f_0 \left(1 + \frac{w}{v_s}\right) t\right)$$

$$f_c = \frac{v}{v_s} f_0 \left(1 + \frac{w}{v_s}\right)$$

$$\frac{f_c}{f_s} = 1 + \frac{w}{v_s}$$

$$\frac{T_c}{T_s} = \frac{f_s}{f_c} = \left(1 + \frac{w}{v_s}\right)^{-1}$$

$$= \frac{1}{1 + \frac{w}{v_s}}$$

$$= \frac{v_s}{v_s + w}$$