

Kernbeispiele „Schall“ 2015

1. Amplitude, Schallschnelle, Schalldruckamplitude

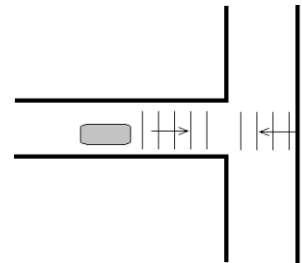
Ein Lautsprecher mit Durchmesser von 40 cm strahlt nach vorne einen Ton von 40 Hz mit einer Schalleistung von 200 W ab. Berechne die notwendige Amplitude der Membranschwingung, die Schallschnelle, sowie die Amplitude des Schalldrucks. Ist dies in unmittelbarer Nähe des Lautsprechers bereits gehörschädigend? (Hinweis: Die Lautsprechermembran werde als flache Scheibe betrachtet.)

2. Dopplereffekt

Ein Polizeiauto sendet einen Signalton der Frequenz $f_0 = 400$ Hz aus. Es fährt mit Geschwindigkeit $v_Q = 80$ km/h. Ein anderes Auto fährt ihm mit Geschwindigkeit $v_B = 50$ km/h entgegen. Welche Frequenz hört dessen Fahrer? Und welche Frequenz hört er, nachdem sie aneinander vorbeigefahren sind und sich voneinander entfernen? (Schallgeschwindigkeit $c_s = 340$ m/s)

3. Dopplereffekt (Echo)

Ein Auto fährt mit v_A auf eine Querstraße zu (siehe Skizze) und hupt, wobei ein Ton mit $f_0 = 300$ Hz ausgesendet wird. Der Autofahrer hört den an der Gebäudewand reflektierten Ton mit $f_A = 360$ Hz. Wie schnell fährt das Auto?



4. Dopplereffekt und Temperatur

Bei 20°C ist die Schallgeschwindigkeit in Luft 340 m/s. Der Signalton eines Rettungswagens betrage 450 Hz. Es nähert sich einem ruhenden Beobachter mit 25 m/s.

- Welche Frequenz hört der Beobachter?
- Welche Frequenz hört der Beobachter, wenn die Temperatur -20°C beträgt?

5. Schalldämmung und Schallpegel

Der Schalldruckpegel, den eine Maschine bei 200 Hz verursacht, soll im Abstand von 3 m den Wert 40 dB nicht überschreiten. Ohne Schalldämmung wird im Abstand von 4 m eine Intensität von $1 \mu\text{W}/\text{m}^2$ gemessen. (Die Schallemission der Maschine ist in Form einer Kugelwelle.)

Wie dick muss die anzubringende Dämmschicht sein, wenn ihr Dämmungskoeffizient $\beta = 0,8 \text{ cm}^{-1}$ beträgt und Reflexion an der Grenzschicht unberücksichtigt bleibt?

6. Reflexion, Transmission, Dämmung

Eine ebene Schallwelle mit Maximalwert des Schallwechseldrucks p_m trifft aus Luft senkrecht auf eine Dämmwand und tritt dann wieder in Luft aus.

Gesucht sind die Intensität I_t und der Effektivwert des Schallwechseldrucks p_{eff} der transmittierten Welle, sowie deren Schalldruckpegel. Bei der Rechnung soll die Einfachreflexion beim Übergang zwischen den Medien berücksichtigt werden.

Gegeben:

$$p_m = 15 \text{ Pa},$$

$$\text{Wellenwiderstand der Luft } Z_L = 400 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1},$$

$$\text{Dicke der Dämmwand } d = 18 \text{ cm},$$

$$\text{Wellenwiderstand der Dämmwand } Z_D = 1,5 \times 10^6 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1},$$

$$\text{Dämmungskoeffizient der Dämmwand } \beta = 0,12 \text{ cm}^{-1}.$$