1.1. Gleichung für den Ortsverlauf f(x) des Schalldrucks.

Eindimensionale, harmonische Schwingung

$$y(x,t) = y_0 \cos \omega \left(t - \frac{x}{c}\right)$$

mit $k = \frac{\omega}{c}$ und $\omega = 2\pi f$

$$y(x,t) = y_0 \cos(\omega t - kx)$$

In Schreibweise als komplexer ~~Z~~eiger
→ Kapitel 15.1 & 15.2 Möser, Technische Akustik

$$y(xt) = y_0 \, e^{j(\omega t - kx)}$$

Ortsverlauf $(t=0)$ des Schalldrucks eines reinen Tons in einem eindimensionalen Wellenleiter

In pos. x-Richtung $y(x) = y_0 e^{-jkx}$
entgegen pos. x-Richtung $y(x) = y_0 e^{+jkx}$

Überlagerung der vorlaufenden und rücklaufenden Schallwelle:

$$p(x) = p_0 \left[e^{-jkx} + r \cdot e^{jkx} \right]$$

‚schallharter' Reflektor → $r = 1$

$$p(x) = p_0 \left[(\cos kx - j \cancel{\sin} kx) + \right.$$

$(\cos kx + j \cancel{\sin} kx)\,]$

$= 2p_0 \cos kx$

Probe: $p(x=0) = 2p_0$ ✓

Druckmaximum an schallharter Wand

1.2 Wo liegen Knoten des Schalldruckverlaufes?

Druckknoten für $p(x)=0$,

also bei $x = \frac{2n+1}{k}\,\frac{\pi}{2}$, für $n = 1,2,3\ldots$

$k = \frac{\omega}{c} = \frac{2\pi f}{c}$

1.3. Berechne Ortsverlauf der Schnelle + Schnelleknoten:

Eindimensionales Trägheitsgesetz (Formel 2 im „Skript"):

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \rho \frac{\partial v}{\partial t}$$

In komplexer Schreibweise:

$$-\frac{\partial p}{\partial x}\int e^{j\omega t}\,dt = \frac{j}{\omega}\frac{\partial p}{\partial x}\,e^{j\omega t}$$

$$\rightarrow \quad v(x, t=0) = \frac{j}{\omega \rho} \frac{\partial p}{\partial x} e^{0}$$

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left[2 p_0 \cos(kx) \right] =$$

$$= -2 p_0 k \sin(kx)$$

$$v(x) = -\frac{2 j p_0}{\rho c} \sin(kx)$$

Probe: $v(x=0) = 0$, Schallschnelle an schallharter Wand zu Null, ✓

Orte der Schnelleknoten:

$v(x) = 0$, also bei $x = \frac{n}{k} \pi$, für $n = 0, 1, 2 \ldots$

1.4 Erste 4 Resonanzfrequenzen

Laufstrecke der Welle beträgt doppelte Rohrlänge.

$$2l = 2 \frac{n}{2} \lambda = n \cdot \lambda$$

$$n = 1, 2, 3 \ldots$$

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

$$\boxed{f_{res} = \frac{n \cdot c}{2l}}$$

$f_1 = 286$ Hz, $f_2 = 572$ Hz

$f_3 = 857{,}5$ Hz, $f_4 = 1143$ Hz siehe Vorlesung