

- 1. Eigenschwingungen einer beidseitig eingespannten Saite:** Gegeben sei eine beidseitig eingespannte kontinuierliche Saite (Länge L , Dichte ρ , Querschnitt q , Gesamtmasse $m = \rho \cdot L \cdot q$, Spannung σ):
- Formulieren Sie die **Wellengleichung** für die Saite.
 - Wie lauten die **Randbedingungen**?
 - Finden Sie einen Lösungsansatz welcher die Randbedingungen erfüllt und bestimmen Sie damit die **Dispersionsrelation**.
 - Berechnen Sie die **Kreisfrequenzen ω_n** sowie die Wellenlängen λ_n der **n-ten Eigenschwingung** dieser Saite.

- 2.** Eine **Stimmgabel**, die mit der Frequenz $f = 384 \text{ Hz}$ schwingt, wird an das Ende einer **vertikalen Glasröhre** gehalten, deren anderes Ende in Wasser taucht. Dabei bemerkt man, daß je nach Eintauchtiefe der Röhre die Lautstärke des Tons schwankt; maximale Lautstärke (Resonanz) erhält man, wenn die Länge des aus dem Wasser ragenden Teilstücks der Röhre $l_1 = 21,9 \text{ cm}$, beziehungsweise $l_2 = 66,4 \text{ cm}$ beträgt.

→ Berechnen Sie daraus die **Schallgeschwindigkeit!** (*Lösung:* $v = 342 \text{ ms}^{-1}$)

Hinweis: Eventuelle kleine Effekte an den Enden der Röhre brauchen nicht berücksichtigt zu werden!

- 3.** Ein Flugzeug fliegt mit halber Schallgeschwindigkeit. Es trägt eine Schallquelle, die ein **1000 Hz**-Signal aussendet und fliegt genau auf einen Beobachter am Erdboden zu.

→ Welche Frequenz vernimmt der Beobachter bei Annäherung und bei Entfernung des Flugzeuges? (*Lösung:* $f_1 = 2000 \text{ Hz}$, $f_2 = 667 \text{ Hz}$)

- 4. Oszillierende Platte:** Eine Stahlplatte oszilliert sinusförmig mit einer Frequenz $f_P = 50 \text{ Hz}$ und einer Amplitude $A = 5 \text{ mm}$. Eine Schallwelle mit $f_S = 440 \text{ Hz}$ trifft senkrecht auf die Platte auf und wird von ihr reflektiert.

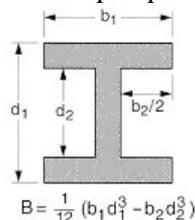
- Wie groß sind die Maximalgeschwindigkeiten der Platte, v_{max} , normal zu den Wellenfronten der Schallwelle?
- Wie groß ist die Maximal- bzw. Minimalfrequenz ($f_{S, min}$ und $f_{S, max}$) der reflektierten Schallwelle?

Hinweis: Schallgeschwindigkeit in Luft: $330 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

- 5.** Ein **Stahlträger** ($E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$) wird an einem Ende fest eingespannt und am anderen Ende im Abstand $L = 10 \text{ m}$ durch die Kraft F in z -Richtung belastet.

→ Wie groß ist die Durchbiegung des freien Endes (Biegepeil) für $F = 1000 \text{ N}$

- bei rechteckigem Querschnitt ($\Delta z = d = 0,1 \text{ m}$; $\Delta y = b = d/2$)? (*Lösung:* 40 cm)
- bei einem I-Profil gemäß der Skizze mit $b_1 = d_1 = 0,1 \text{ m}$; $b_2 = d_2 = 0,05 \text{ m}$? (*Lösung:* 21 cm)



Hinweis: Das Eigengewicht des Stahlträgers kann im Vergleich zu F vernachlässigt werden

- 6.** Ein **Stahlseil** ($\rho_{St} = 7,7 \cdot 10^3 \text{ kgm}^{-3}$, $E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$, $\sigma_z = 8 \cdot 10^8 \text{ Nm}^{-2}$, $L = 9 \text{ km}$) hängt in einem senkrechten Schacht.

- Welche Längenänderung erfährt es? (*Lösung:* $15,3 \text{ m}$)
- Welche Längenänderung erfährt es, wenn es im Meer ($\rho_w = 1,03 \cdot 10^3 \text{ kgm}^{-3}$) abgeseht wird? (*Lösung:* $13,2 \text{ m}$)
- Wie lang darf das Seil im Schacht sein, damit es nicht reißt? (*Lösung:* $< 10590 \text{ m}$)

Hinweis: Querkontraktion wird vernachlässigt. Bis zum Zerreißpunkt σ_z dehne sich das Seil rein linear elastisch.