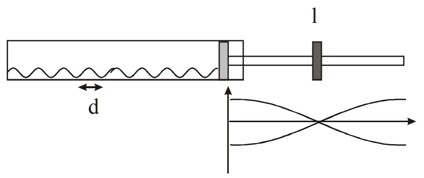
1. **Eigenschwingungen einer beidseitig eingespannten Saite:** Gegeben sei eine beidseitig eingespannte kontinuierliche Saite (**Länge L, Dichte ρ, Querschnitt q, Gesamtmasse $m = \rho \cdot L \cdot q$, Spannung σ**):

a) Formulieren Sie die **Wellengleichung** für die Saite.
b) Wie lauten die **Randbedingungen**?
c) Finden Sie einen Lösungsansatz welcher die Randbedingungen erfüllt und bestimmen Sie damit die **Dispersionsrelation**.
d) Berechnen Sie die **Kreisfrequenzen ω_n** sowie die Wellenlängen **λ_n** der **n-ten Eigenschwingung** dieser Saite.

2. In einer **Kundtschen Röhre** wird mit einem Stahlstab (Schallgeschwindigkeit in Stahl: **v_{Stahl} = 5300 ms^{-1}**) der Länge **l = 1,2 m** eine stehende Welle erzeugt. Die Röhre ist mit Wasserstoffgas (H_2) gefüllt. Der Abstand zwischen zwei benachbarten Schwingungsknoten der stehenden Welle beträgt **d = 28,8 cm** (siehe Skizze).



➔ Wie groß ist die Schallgeschwindigkeit im Wasserstoff **v_{H2}**? *(Lösung: v_{H2} = 1272 ms^{-1})*

3. **Energieinhalt einer beidseitig eingespannten Saite:** Berechnen Sie die Energie, welche in einer beidseitig eingespannten Saite (**Länge L, Dichte ρ, Querschnitt q, Gesamtmasse $m = \rho \cdot L \cdot q$, Spannung σ**) in ihrer **n-ten Eigenschwingung (Amplitude A, Kreisfrequenz ω_n)** gespeichert ist. *(Lösung: $E_n = \frac{m \cdot A^2 \cdot \omega_n^2}{4}$)*

Hinweis: Überlegen Sie, wann die kinetische Energie aller Massenelemente der schwingenden Saite gleich der Gesamtenergie ist.

4. In einer **Orgelpfeife** entsteht der Ton ähnlich wie bei einer schwingenden Saite durch die Ausbildung einer **stehenden Schallwelle**. Ebenfalls analog zur schwingenden Saite ist die **Frequenz** der Schwingung durch die **Länge** der Pfeife, sowie durch ihre **Abschlüsse** (**offen** oder **geschlossen**) bestimmt.

a) Skizzieren Sie die Form der entsprechenden Schallwellen (Druckwellen) für die **Grundschwingung** und die **ersten beiden Oberschwingungen** jeweils für eine **offene** und eine **halboffene** Orgelpfeife!
b) Welche **Frequenzen** ergeben sich dafür bei einer Länge der Orgelpfeife von **l = 60 cm**? Klingt die offene oder die halboffene Orgelpfeife höher?
c) Wie groß muß ein Raum etwa sein, damit die tiefste noch hörbare Frequenz eine stehende Welle bilden kann? (Interessant für kräftige Bässe!) *(Lösung: L_{min} = 8,5 m)*

5. Eine **Stimmgabel**, die mit der Frequenz **f = 384 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 cm**, beziehungsweise **l_2 = 66,4 cm** beträgt.

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

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

6. Gegeben sei die Funktion $f(t) = \begin{cases} A_0 & -\frac{\tau}{2} \le t \le \frac{\tau}{2} \\ 0 & |t| > \frac{\tau}{2} \end{cases}$.

a) Bestimmen Sie die **Fourier-Transformierte** $F(\omega) = A(\omega) + iB(\omega)$ der Funktion $f(t)$.
b) Skizzieren Sie $f(t)$ und $F(\omega)$!