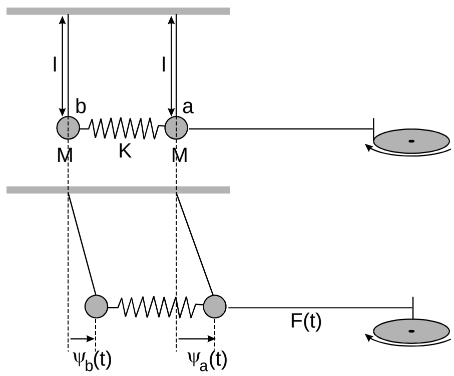
1. Gegeben ist das skizzierte **System zweier getriebener gekoppelter Pendel**.

➔ Zeigen Sie, daß für die **Amplituden** der Pendel folgende Beziehungen gelten:

$$\Psi_a \approx \frac{F_0}{2M}\cos(\omega t)\left[\frac{1}{\omega_1^2-\omega^2}+\frac{1}{\omega_2^2-\omega^2}\right]$$
$$\Psi_b \approx \frac{F_0}{2M}\cos(\omega t)\left[\frac{1}{\omega_1^2-\omega^2}-\frac{1}{\omega_2^2-\omega^2}\right]$$



2. **Belastete Saite:** Ein Stahldraht ist an einem Ende **fest verankert**, am anderen Ende wird er über eine Rolle durch ein **frei hängendes Gewicht** (Masse ***M* = 1,56 kg**) gespannt. Der Abstand von der Einspannstelle bis zur Rolle (deren geometrische Ausdehnung vernachlässigt werden kann) beträgt ***l* = 5,2 m**. Die **Masse des Drahtstückes von der Einspannung bis zur Rolle** beträgt ***m* = 9,87 g**. Welches ist die **tiefste hörbare Frequenz**, mit der der Draht schwingen kann? *(Lösung: f = 25,9 Hz)*

3. 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)*

Bitte Seite wenden!

4. Eine **Stimmgabel**, die mit der Frequenz $\boldsymbol{f}$ **= 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 $\boldsymbol{l_1}$ **= 21,9 cm**, beziehungsweise $\boldsymbol{l_2}$ **= 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!

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

a) Wie groß sind die Maximalgeschwindigkeiten der Platte, $\boldsymbol{v_{max}}$, normal zu den Wellenfronten der Schallwelle?
b) Wie groß ist die Maximal- bzw. Minimalfrequenz ($f_{S,\,min}$ und $f_{S,max}$) der reflektierten Schallwelle?
Hinweis: Schallgeschwindigkeit in Luft: 330 $m \cdot s^{-1}$

6. 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 Hz, f_2 = 667 Hz)*