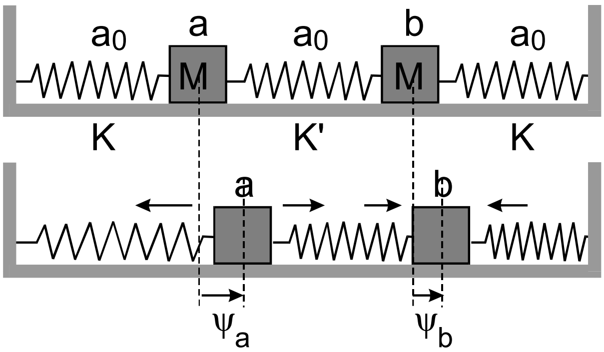
1. Man Ermittle die **Eigenschwingungen** und **Frequenzen** für die **gekoppelten Federn (Federkonstanten K, K') und Massen**, die reibungsfrei auf einer Fläche gleiten (siehe Skizze). Für die Massen gilt $M_1 = M_2 = M$. Im Gleichgewicht sind die Federn entspannt.



2. **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) Leiten Sie die **Wellengleichung** für die Saite her.
   b) Wie lauten die **Randbedingungen**?
   c) Finden Sie einen Lösungsansatz welcher die Randbedingungen erfüllt und bestimmen Sie damit die **Dispersionsrelation**.
   d) Berechnen Sie die **Kreisfrequenz ω_n** sowie die **Wellenlänge λ_n** der **n-ten Eigenschwingung** dieser Saite.

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:* $L_{min} = 8{,}5\,\mathrm{m}$)

4. **Oszillierende Platte:** Eine Stahlplatte oszilliert sinusförmig mit einer Frequenz f_P = **50 Hz** und einer Amplitude A = **5 mm**. Eine Schallwelle mit f_S = **440 Hz** trifft senkrecht auf die Platte auf und wird von ihr reflektiert.
   a) Wie groß sind die Maximalgeschwindigkeiten der Platte, $v_{\mathbf{max}}$, normal zu den Wellenfronten der Schallwelle? (*Lösung:* $v_{max} = 1{,}57\,\mathrm{m\,s^{-1}}$)
   b) Wie groß ist die Maximal- bzw. Minimalfrequenz ($f_{S,min}$ und $f_{S,max}$) der reflektierten Schallwelle? (*Lösung:* $f_{S,min} = 436{,}0\,\mathrm{Hz}$, $f_{S,max} = 444{,}1\,\mathrm{Hz}$)

   Hinweis: Schallgeschwindigkeit in Luft: $340\,\mathrm{m\,s^{-1}}$

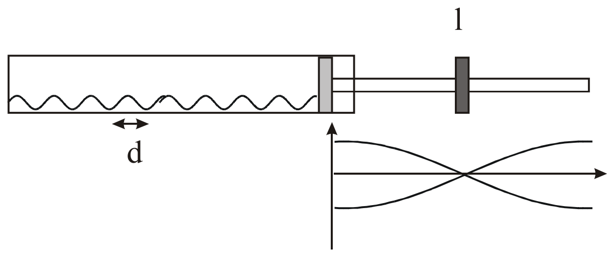
Bitte wenden.

5. Einem musikalisch veranlagten Physiker fällt auf, dass **die Frequenz einer Autohupe** beim Vorüberfahren von $\boldsymbol{f_1 = 284\,\mathrm{Hz}}$ auf $\boldsymbol{f_2 = 266\,\mathrm{Hz}}$ abfällt.

    a) Wie kann er daraus und mit seinem Wissen über die Größe der mittleren Schallgeschwindigkeit in Luft ($\boldsymbol{v_s = 340\,\mathrm{m\,s^{-1}}}$) die **Geschwindigkeit des Wagens** berechnen?

    b) Welche Geschwindigkeit erhält er? (*Lösung:* $v = 40\,\mathrm{km\,h^{-1}}$)

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



Wie groß ist die Schallgeschwindigkeit im Wasserstoff $\boldsymbol{v_{\mathrm{H2}}}$? (*Lösung:* $v_{H2} = 1272\,\mathrm{m\,s^{-1}}$)