

1. Gedämpfter, getriebener harmonischer Oszillator: Allgemein kann man einen harmonischen Oszillator durch folgende Parameter charakterisieren: die (**ungedämpfte**) **Eigenkreisfrequenz** ω_0 , die **Dämpfungskonstante** $\Gamma = 2\gamma$ und die **Masse** m . Die anregende Treiberkraft wird durch eine Treiberamplitude F_0 und eine Treiberkreisfrequenz ω_A beschrieben.

- Stellen Sie die Differentialgleichung auf, die das zeitliche Verhalten eines solchen Oszillators beschreibt und finden Sie eine **partikuläre Lösung** dafür.
- Überlegen Sie qualitativ (ohne Rechnung), wie sich die allgemeine Lösung für beliebige Anfangsbedingungen zusammensetzt. Welche drei Fälle sind zu unterscheiden?

2. Entwickeln Sie die Funktion $f(t) = |\sin t|$ auf dem Intervall $[-\pi, \pi]$ in eine **Fourier-Reihe** der Form

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos(kt) + b_k \sin(kt)).$$

3. 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 **Kreisfrequenz** ω_n sowie die Wellenlänge λ_n der **n-ten Eigenschwingung** dieser Saite.

4. 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)

5. Zwei Blitze treffen die beiden Enden eines **20 m** langen Eisenbahnwaggons, der sich entlang der x -Achse mit einer Geschwindigkeit von $v = 200 \text{ kmh}^{-1}$ bewegt. Für einen Beobachter außerhalb des Zuges wird der Waggon gleichzeitig getroffen.

- Welche Zeitdifferenz zwischen den beiden Blitzen messen die Mitfahrer? (*Lösung:* $-12,3$ fs)

6. Relativistische Geschwindigkeitsaddition. In S' gilt $v_x' = c \cdot \cos \varphi$, $v_y' = c \cdot \sin \varphi$.

- Zeigen Sie, dass in S die Beziehung $v_x^2 + v_y^2 = c^2$ gilt, wenn sich S' relativ zu S mit der Geschwindigkeit V in x -Richtung bewegt!