

# Experimentalphysik für Biogeowissenschaftler

## Übungsserie zu Schwingungen

Ohne Abgabe

*Alle Aufgaben müssen gerechnet werden und sind vor der Vorlesung schriftlich abzugeben. **Zu jeder Lösung gehört eine oder im Bedarfsfall auch mehrere Skizzen, die den Sachverhalt verdeutlichen!***

- A. Die Auslenkung eines Teilchens sei durch  $x(t) = 0,3 \text{ m} \cdot \cos(4 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} \cdot t + \pi/3)$  gegeben. Hierbei sei  $x$  in Metern und  $t$  in Sekunden ausgedrückt.
- Wie groß sind Frequenz  $f$ , Schwingungsdauer  $T$ , Amplitude  $x_0$ , Kreisfrequenz  $\omega$  und Phasenkonstante  $\delta$  der Schwingung?
  - Wo befindet sich das Teilchen zur Zeit  $t = 2,2 \text{ s}$ ?
  - Bestimmen Sie die Geschwindigkeit und Beschleunigung des Teilchens für beliebige Zeiten  $t$ . Verwenden Sie dazu die allgemeine Formel  $x(t)$  mit den unter a) angegebenen Symbolen (keine Zahlen!). Setzen Sie erst nach der Bestimmung der allgemeinen Formel die Zahlenwerte von oben wieder ein um die Geschwindigkeit und Beschleunigung in diesem speziellen Fall anzugeben.
  - Wie groß sind die Anfangswerte für die Auslenkung und die Geschwindigkeit für die hier gegebenen Werte?
- B. Michael hat sich ein neues, vollgefedertes Mountainbike gekauft und will jetzt die Härte der hinteren Federung einstellen. Dazu fährt er den Bordstein hinunter und überprüft wie das Schwingungsverhalten aussieht (vgl. Video (Link oder QR-Code unten) von 4:22 bis 5:43 <https://youtu.be/BiHQd4mzl3Y?t=262>). Die Lösung für die dabei entstehende gedämpfte Schwingung im Schwingfall lautet:

$$x(t) = x_0(t) \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi) \text{ mit}$$
$$x_0(t) = x_0 \cdot e^{-\delta \cdot t} \text{ und } \omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}.$$

- Zeichnen Sie den zeitlichen Verlauf der Größe  $x(t)$ ! Skizzieren Sie in dem Bild den Verlauf von  $x_0(t)$ . Was beschreiben die beiden Größen  $x_0(t)$  und  $x(t)$ ?
- Was bezeichnen die Größen  $\omega_0$  und  $\delta$ ? Welche Größe wird verändert, wenn Michael die Härte seiner Federung anpasst? Wie sollte diese im Optimalfall (zum Mountainbike fahren im Gelände) eingestellt werden?
- Bei der Beobachtung der gedämpften Schwingung des Fahrrads wird festgestellt, dass sich die Schwingungsamplitude bei zwei aufeinander folgenden Auslenkungen auf der gleichen Seite um 60% vermindert und die Schwingungsdauer 0,5 s beträgt. Wie groß ist die Dämpfungskonstante?



### Zusatzfragen:

*(sind nicht schriftlich abzugeben, sondern dienen der Orientierung beim Lernen)*

- Welches sind die Größen zur Charakterisierung einer Schwingung und wie sind diese definiert?
- Beschäftigen Sie sich mit dem mathematischen Pendel und dem Federschwinger als typische schwingungsfähige Systeme!
- Wie sieht eine (schwach) gedämpfte Schwingung aus?
- Was ist eine erzwungene Schwingung?