

10. Übung zur Vorlesung EP1 Experimentalphysik für Studierende des Lehramts WS 2021/22

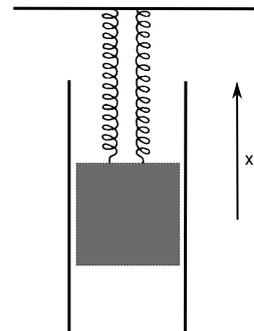
Aufgabe 1: Harmonische Schwingung

Ein Teilchen bewegt sich entsprechend der Funktion $x = (7,0 \text{ cm}) \cdot \cos(6\pi t)$ entlang der x -Achse. Positive Werte seien rechts der Mitte (bei $x = 0$), negative Werte links.

- Geben Sie die Frequenz, die Schwingdauer und die Amplitude der Bewegung an.
- Wann befindet sich das Teilchen zum ersten Mal nach $t = 0$ in der Gleichgewichtslage?
- In welche Richtung bewegt es sich zu diesem Zeitpunkt?
- Berechnen Sie die maximale Geschwindigkeit und maximale Beschleunigung des Teilchens.
- Zu welchem Zeitpunkt bewegt sich das Teilchen zum ersten Mal durch $x = 0$ nach rechts?

Aufgabe 2: Gedämpfte lineare Eigenschwingungen

Ein Eisenwürfel ($\rho = 7,8 \text{ kg/dm}^3$) mit der Kantenlänge $l = 5,0 \text{ cm}$ ist an zwei Schraubenfedern aufgehängt. Diese haben entgegengesetzten Windungssinn, um die Anregung einer Drehschwingung zu verhindern. Die Federn haben zusammen die Federkonstante $k_H = 40 \text{ N/m}$. Die beiden Seitenflächen des Würfels gleiten im Abstand $d = 1,0 \text{ mm}$ zwischen zwei Wänden. Die Zwischenräume sind mit Schmieröl der Viskosität $\eta = 0,9 \text{ kg/(ms)}$ bedeckt. Für die Reibungskraft kann die Beziehung $F = \eta Av/d$ benutzt werden.



- Berechnen Sie den Abklingkoeffizienten $\delta = \gamma/2m$ und die Schwingungsdauern T_0 der ungedämpften und T_d der gedämpften freien Schwingung.
- Wieviel Prozent der Amplitude ist nach zwei Schwingungen noch vorhanden?
- Wieviel mechanische Energie wird dabei in Wärmeenergie überführt, wenn die Federn zu Beginn der Schwingung um $x_0 = 20 \text{ cm}$ aus der Ruhelage ausgelenkt und dann losgelassen werden?
- Bei welcher Viskosität η tritt der aperiodische Grenzfall ein?

Aufgabe 3: Angeregtes Federpendel

Ein Federpendel mit einer Pendelmasse $m = 0,2 \text{ kg}$ habe eine Eigenkreisfrequenz von $\omega_0 = 10,0 \text{ s}^{-1}$. Im nächsten Schritt wird es einerseits durch ein Ölbad stark gedämpft und andererseits durch eine sinusförmige Kraft angeregt, deren Maximalwert $F_0 = 3 \text{ N}$ beträgt. Wird das Pendel nun mit seiner Eigenkreisfrequenz angetrieben, so wird eine maximale Auslenkung von $A_r = 0,2 \text{ m}$ beobachtet.

- Berechnen Sie die Abklingkonstante $\delta = \gamma / 2m$ des Pendels ohne Antrieb.
- Wie groß ist die Resonanzkreisfrequenz ω_r ?
- Bei welchen Erregerkreisfrequenzen erreicht die Amplitude der erzwungenen Schwingung 90% der Resonanzamplitude?
- Wie groß sind die Phasenverschiebungen zwischen erregender und erzwungener Schwingung in den Fällen der Aufgabe c) und bei der Eigenkreisfrequenz?
- Skizzieren Sie die Amplitude A in Abhängigkeit von der Erregerkreisfrequenz.

Aufgabe 4: Schwebung

Eine Gitarre soll gestimmt werden. Dazu wird die zu stimmende Gitarrenseite zusammen mit einer Stimmgabel mit einer Frequenz von 443 Hz angeschlagen. Dabei ist ein Ton zu hören, welcher zweimal pro Sekunde laut und wieder leiser wird (Schwebung).

- Welche Frequenz hat die zu stimmende Gitarrenseite und welche Frequenz hat der Ton der Überlagerung?
- Ein Ohr kann maximal 20 Schwebungen pro Sekunde wahrnehmen. In welchem Frequenzbereich kann die Gitarrenseite mit Hilfe der Schwebung gestimmt werden?