

Mechanische Schwingungen – Übungsaufgaben

Axel Donges, Isny im Allgäu

Illustrationen von Axel Donges und Dr. W. Zettlmeier, Barbing



© natrass/E+/Gettyimages Plus

Schwingungen spielen eine zentrale Rolle, nicht nur in der Physik und Technik. Sie bilden auch das Fundament, um Wellenausbreitungen (zeitliche und räumliche Schwingungen) verstehen zu können. Die Schüler wiederholen die wichtigsten Begriffe der Schwingungslehre. Es werden die ungedämpften und die gedämpften Schwingungen kurz dargestellt, bevor die folgenden Übungsaufgaben zu diesem Themenbereich bearbeiten.

Impressum

RAABE UNTERRICHTS-MATERIALIEN Physik

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Es ist gemäß § 60b UrhG hergestellt und ausschließlich zur Veranschaulichung des Unterrichts und der Lehre an Bildungseinrichtungen bestimmt. Die Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH erteilt Ihnen für das Werk das einfache, nicht übertragbare Recht zur Nutzung für den persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung. Unter Einhaltung der Nutzungsbedingungen sind Sie berechtigt, das Werk zum persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung in Klassensatzstärke zu vervielfältigen. Jede darüber hinausgehende Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Hinweis zu §§ 60a, 60b UrhG: Das Werk oder Teile hiervon dürfen nicht ohne eine solche Einwilligung an Schulen oder in Unterrichts- und Lehrmedien (§ 60b Abs. 3 UrhG) vervielfältigt, insbesondere kopiert oder eingescannt, verbreitet oder ins Internet eingestellt oder sonst öffentlich zugänglich gemacht oder wiedergegeben werden. Dies gilt auch für Kopien an Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen. Die Aufführung abgedruckter musikalischer Werke ist ggf. ZMA-meldepflichtig.

Für jedes Material wurden die Rechte recherchiert und ggf. angefragt.

Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH
Ein Unternehmen der Raabe Gruppe
Rotebühlstraße 77
70178 Stuttgart
Telefon +49 711 6290-0
Fax +49 711 62900-60
meinRAABE@raabe.de
www.raabe.de

Redaktion: Annalena W. Nebel
Satz: Raabe Media GmbH & Co. KG, Karlsruhe
Bildnachweis Titel: natrass/E+/Getty Images Plus
Illustrationen: Axel Donges, Isny im Allgäu, Dr. W. Zettlmeier, Barbing
Lektorat: Dr. Stefan Völker, Jena
Korrektur: Susanna Stotz, Wyhl a. K.

Mechanische Schwingungen – Übungsaufgaben

Oberstufe (Niveau)

Axel Donges, Isny im Allgäu

Illustrationen von Axel Donges und Dr. W. Zettlmeier, Barbing

Hinweise	1
M 1 Der harmonische Oszillator	2
M 2 Aufgaben zum Federpendel	4
M 3 Aufgaben zum Drehpendel	5
M 4 Aufgaben zum physikalischen Pendel	6
M 5 Aufgaben zum mathematischen Pendel	7
M 6 Gedämpfte Schwingungen – Grundlagen	8
M 7 Aufgaben zu gedämpften Schwingungen	10
M 8 Vermischte Aufgaben	11
Lösungen	12

Die Schüler lernen:

die wichtigsten Begriffe der **Schwingungslehre** kennen. Es werden die ungedämpften und die gedämpften Schwingungen kurz wiederholt, bevor Ihre Schüler Übungsaufgaben zu diesem Themenbereich bearbeiten.

Überblick:

Legende der Abkürzungen:

Ab = Arbeitsblatt **LEK** = Lernerfolgskontrolle **TA** = Tafelbild

Thema	Material	Methode
Der harmonische Oszillator	M1	Ab, TA
Aufgaben zum Federpendel	M2	Ab
Aufgaben zum Drehpendel	M3	Ab
Aufgaben zum physikalischen Pendel	M4	Ab
Aufgaben zum mathematischen Pendel	M5	Ab
Gedämpfte Schwingungen – Grundlagen	M6	Ab, LEK
Aufgaben zu gedämpften Schwingungen	M7	Ab
Vermischte Aufgaben	M8	LEK

Erklärung zu Differenzierungssymbolen

		
einfaches Niveau	mittleres Niveau	schwieriges Niveau
	Dieses Symbol markiert Zusatzaufgaben.	

Kompetenzprofil:

Inhalt: Ungedämpfte und gedämpfte Schwingungen

Medien: GTR/CAS, GeoGebra

Kompetenzen: Über Basiswissen verfügen (F1), Probleme lösen (F3), Wissen kontextbezogen anwenden (F4), Modellvorstellungen verwenden (E3), Formeln anwenden (E4), recherchieren (K3)

Hinweise

Das vorliegende Material beschäftigt sich mit gedämpften und ungedämpften Schwingungen. Es wird vorausgesetzt, dass Ihren Schülerinnen und Schülern diese Begriffe bereits bekannt sind. Dennoch werden die benötigten Grundlagen in **M 1** und **M 6** nochmals kompakt zusammengefasst. In **M 2–M 5** werden den Lernenden Übungsaufgaben (mit Lösung) zu ungedämpften Schwingungen zur Verfügung gestellt. Im Material **M 7** stehen Aufgaben zur gedämpften Schwingung bereit. Den Abschluss bildet eine Lernfolgskontrolle (**M 8**).

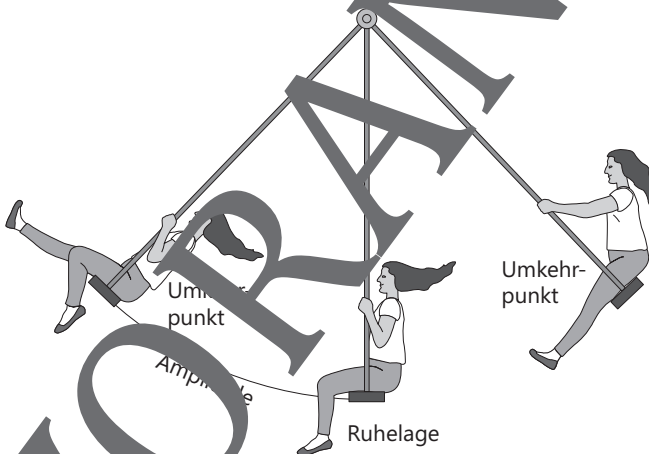
Minimalplan

M 1 und **M 6** können ausgelassen werden, wenn Sie diesen Themenbereich gerade behandelt haben.

Fachliche Hinweise zu den Begrifflichkeiten

Die Bedeutung der Begriffe „Amplitude“, „Ruhelage“ und „Umkehrpunkt“ entnehmen Sie bitte der folgenden Abbildung.

© RAABE 2021



Grafik: Dr. W. Zettlmeier nach einer Vorlage bei elsenbruch.info

M 1 Der harmonische Oszillator

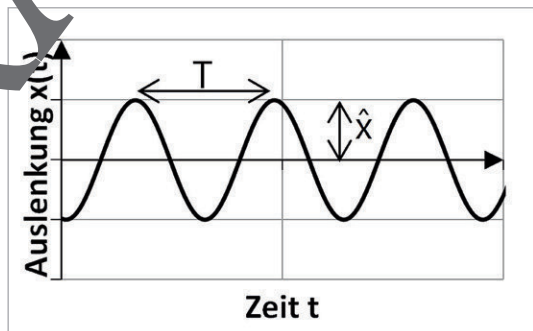
Jedes ungedämpfte schwingungsfähige System, das eine Gleichung der Form $\tilde{m}\ddot{\alpha} = -\tilde{D}\tilde{\alpha}$ erfüllt, ist ein **harmonischer Oszillator**. Hierbei bedeuten ganz allgemein:

- \tilde{m} : Größe, die die **Trägheit** des Systems beschreibt (z. B. die Masse bei einem Federpendel oder das Massenträgheitsmoment bei einem physikalischen Pendel).
- $\tilde{\alpha}$: Größe, die die **Auslenkung** des Oszillators aus der Ruhelage beschreibt (z. B. der Auslenkwinkel bei einem physikalischen Pendel).
- \tilde{a} : Größe, die die **Beschleunigung** des Oszillators beschreibt (z. B. die Winkelbeschleunigung des physikalischen Pendels).
- \tilde{D} : Größe, die das **Bestreben des Systems, sich der Ruhelage zu nähern**, charakterisiert (z. B. die Federkonstante des Federpendels oder die Winkelrichtgröße bei einem Torsionspendel).

Für jeden harmonischen Oszillator gelten die folgenden Formeln:

- **Schwingungsdauer:** $T = 2\pi\sqrt{\frac{\tilde{m}}{\tilde{D}}}$
- **Frequenz:** $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{\tilde{D}}{\tilde{m}}}$
- **Auslenkung:** $\tilde{\alpha}(t) = \tilde{\alpha} \cdot \cos(2\pi ft + \varphi_0)$ mit $\cos(\varphi_0) = \frac{\tilde{\alpha}(t=0)}{\tilde{\alpha}}$
- **Geschwindigkeit:** $\tilde{v}(t) = -2\pi f \cdot \tilde{\alpha} \cdot \sin(2\pi ft + \varphi_0)$ mit $\sin(\varphi_0) = -\frac{\tilde{v}(t=0)}{2\pi f \cdot \tilde{\alpha}}$

$\tilde{\alpha}$: Amplitude (maximale Auslenkung)
 φ_0 : Startphasenwinkel
 Der Phasenwinkel $2\pi ft + \varphi_0$ hat die Einheit Radian (rad).



Grafik: Axel Donges

M 3 Aufgaben zum Drehpendel

Ein Drehpendel besteht aus einem drehbar gelagerten Körper mit dem Massenträgheitsmoment J . Wird das Pendel verdreht, stellt sich wegen der Torsionsfeder mit der Winkelrichtgröße D^* ein rücktreibendes Drehmoment ein. Für die Schwingungsdauer gilt: $T = 2\pi\sqrt{\frac{J}{D^*}}$ (siehe Lösung zu Aufgabe b) im Material **M 1**).

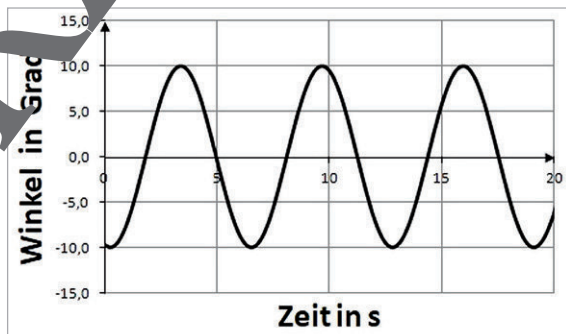
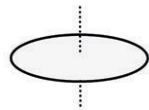
Foto:

<https://www.wikiob.de/>
(abgerufen 24.12.2021)



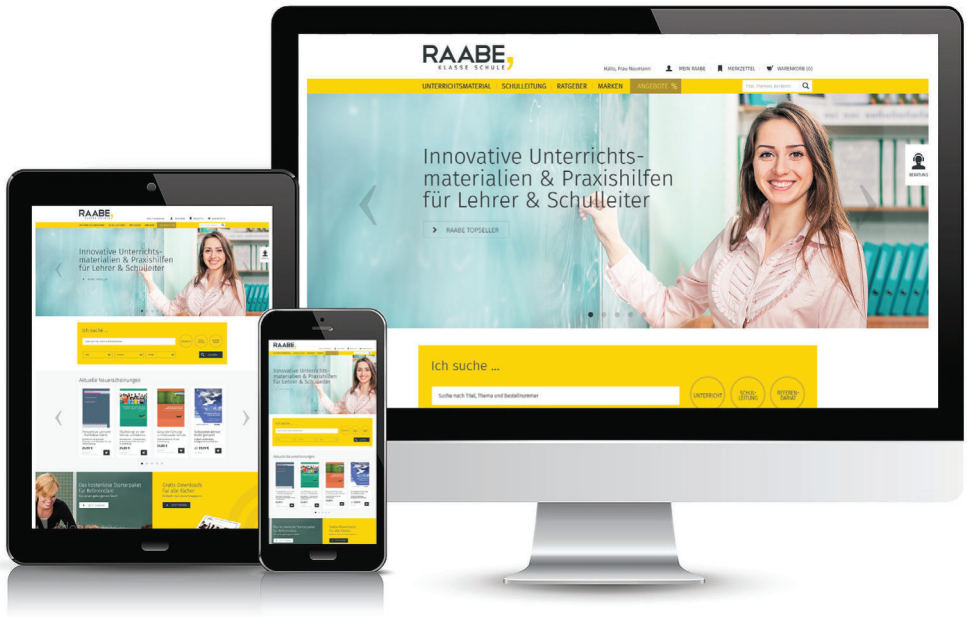
Aufgaben

- Der Drehkörper eines Drehpendels besteht aus einer homogenen Scheibe mit dem Radius $R = 10,0$ cm und der Masse $m = 2,00$ kg. Die Drehachse geht durch den Scheibenmittelpunkt. Die Winkelrichtgröße beträgt $D^* = 2,00$ Nm/rad.
 - Bestimmen Sie das Massenträgheitsmoment J der Scheibe. Recherchieren Sie dazu ggf. in Ihren Lehrbüchern, Unterrichtsaufzeichnungen oder im Internet.
 - Berechnen Sie die Schwingungsdauer des Drehpendels.
 - Wie viele Schwingungen führt das Pendel an einem Tag aus?
- Die Schwingung eines Drehpendels zeigt das Diagramm (unten). Bei dem Drehkörper handelt es sich um eine homogene Kugel mit Radius $R = 3,50$ cm und einer Masse von $2,00$ kg. Die Drehachse geht durch den Massenmittelpunkt.
 - Bestimmen Sie das Massenträgheitsmoment J der Kugel. Recherchieren Sie dazu ggf. in Ihren Lehrbüchern, Unterrichtsaufzeichnungen oder im Internet.
 - Lesen Sie die Schwingungsdauer des Drehpendels aus dem Diagramm ab.
 - Berechnen Sie die Winkelrichtgröße des Drehpendels.



Grafiken: Axel Donges

Der RAABE Webshop: Schnell, übersichtlich, sicher!



Wir bieten Ihnen:



Schnelle und intuitive Produktsuche



Übersichtliches Kundenkonto



Komfortable Nutzung über
Computer, Tablet und Smartphone



Höhere Sicherheit durch
SSL-Verschlüsselung

Mehr unter: www.raabe.de