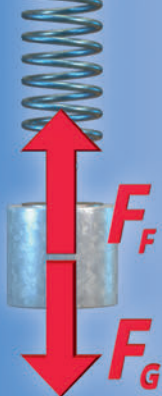


Schwingungen und Wellen I

Mechanische Schwingungen

Sekundarstufe II



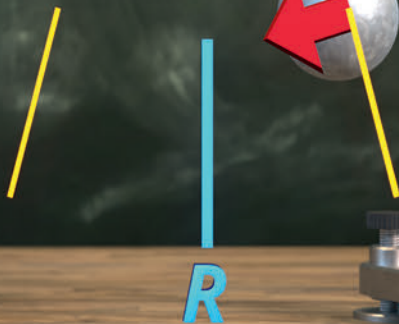
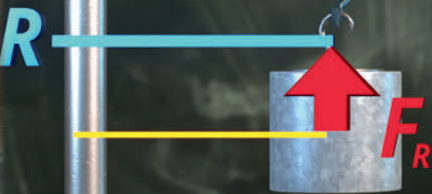
Online-
Lernumgebung



Test
Center

auf www.gida.de

Filme  Software



Physik / Technik

DVD
VIDEO

Inhalt und Einsatz im Unterricht

"Schwingungen und Wellen I – Mechanische Schwingungen"

Dieses erste Filmpaket zum Themenkreis „Schwingungen und Wellen“ für die Physik-Oberstufe vermittelt einen Überblick zu den theoretischen Grundlagen der harmonischen mechanischen Schwingungen.

Im Hauptmenü finden Sie 6 Filme (+ Grafikmenü mit 7 Farbgrafiken):

Überblick	6:30 min
Federpendel	13:15 min
Fadenpendel	8:50 min
Modul 1: Zeigermodell	6:15 min
Modul 2: Bewegungsgleichungen von Schwingungen	6:45 min
Modul 3: Kleinwinkelnäherung	3:00 min

Aufgrund der Komplexität und teilweise anspruchsvollen Darstellung, werden die drei Hauptfilme mit drei methodisch-orientierten Modulen ergänzt. Diese ermöglichen es, zum Verständnis wichtige Hilfsmethoden separat zu bearbeiten und somit die Schwerpunktthemen konzentriert zu behandeln.

Der erste Film gibt einen Überblick zu wesentlichen Merkmalen mechanischer Schwingungen. Ohne ins Detail zu gehen, wird zunächst ein grundlegendes Verständnis der Energieumwandlung entwickelt. Den Schwerpunkt setzt die Produktion auf die Einführung zentraler Begriffe. Zudem werden die Prioritäten für die nächsten beiden Hauptfilme gesetzt. Der zweite Film beschäftigt sich detailliert mit dem vertikalen Federpendel. Schwerpunkte bilden die Rückstellkraft, die Federhärte sowie die Periodendauer. Der dritte Film setzt sich ausführlich mit dem Fadenpendel auseinander. Schwerpunkte sind hier die Rückstellkraft, die Pendellänge und die Periodendauer.

Modul 1 legt die methodische Grundlage, um Pendelbewegungen mit Kreisbewegungen zu vergleichen und zu berechnen. Es ergänzt insbesondere Film 2. Modul 2 baut auf Modul 1 auf und leitet die Bewegungsgleichungen harmonischer Schwingungen her. Es ergänzt die Filme 2 und 3. Modul 3 ergänzt Film 3 mit einer wesentlichen Berechnungshilfe.

Die Inhalte der Filme sind Altersstufen- und lehrplangerecht aufbereitet.

Ergänzend zu den o.g. 6 Filmen stehen Ihnen zur Verfügung:

- **Farbgrafiken**, die das Unterrichtsgespräch illustrieren (in den Grafik-Menüs)
- **10 ausdruckbare PDF-Arbeitsblätter**, jeweils in Schüler- und Lehrerfassung

Im GIDA-Testcenter (auf www.gida.de) finden Sie auch zu diesem Film-Lernpaket interaktive und selbstauswertende Tests zur Bearbeitung am PC. Diese Tests können Sie online bearbeiten oder auch lokal auf Ihren Rechner downloaden, abspeichern und offline bearbeiten, ausdrucken etc.

Begleitmaterial (PDF)

Über den „Windows-Explorer“ Ihres Windows-Betriebssystems können Sie die Dateistruktur einsehen. Sie finden dort u.a. den Ordner „DVD-ROM“. In diesem Ordner befindet sich u.a. die Datei

index.html

Wenn Sie diese Datei doppelklicken, öffnet Ihr Standard-Browser mit einem Menü, das Ihnen noch einmal alle Filme und auch das gesamte Begleitmaterial zur Auswahl anbietet (PDF-Dateien von Arbeitsblättern, Grafiken und Begleit-
heft, Internetlink zum GIDA-TEST-CENTER etc.).

Durch einfaches Anklicken der gewünschten Begleitmaterial-Datei öffnet sich automatisch der Adobe Reader mit dem entsprechenden Inhalt (sofern Sie den Adobe Reader auf Ihrem Rechner installiert haben).

Die Arbeitsblätter ermöglichen Lernerfolgskontrollen bezüglich der Kerninhalte der Filme. Einige Arbeitsblätter sind am PC elektronisch ausfüllbar, soweit die Arbeitsblattstruktur und die Aufgabenstellung dies erlauben. Über die Druckfunktion des Adobe Reader können Sie auch einzelne oder alle Arbeitsblätter für Ihren Unterricht vervielfältigen.

Fachberatung bei der inhaltlichen Konzeption und Gestaltung:

Dr. Thomas Heinlein: Lehrer für Chemie und Physik.

Unser Dank für die Unterstützung unserer Produktion geht an:

Pond5

Inhaltsverzeichnis

Seite:

Lernziele / Kompetenzbereiche

4

Kurzüberblick zu den einzelnen Filmen

5

Lernziele / Kompetenzbereiche

Das Filmpaket möchte insbesondere durch klare visuelle Darstellungen die komplexen Pendelbewegungen besser verständlich machen.

Mechanische Schwingungen werden in der Oberstufe vergleichsweise einheitlich betrachtet. Unterschiede gibt es beim Praxisbezug, im mathematischen Anspruch sowie bei der Beachtung der Energieumwandlung.

Themen der Klassenstufen und ihre Berücksichtigung im Filmpaket

Klassenstufe	Typische Inhalte
11/12	Grundlagen und Kinematik: Merkmale, Kenngrößen, Zeitgesetze, Zeigermodell = Schwerpunkt dieses Filmpaketes
12	Dynamik und Energie: Formeln zur Periodendauer, Lineares Kraftgesetz = Schwerpunkt dieses Filmpaketes Energieerhaltung = im Filmpaket am Rande berücksichtigt
12/13	Mathematische Vertiefung/Differentialgleichungen = Schwerpunkt dieses Filmpaketes (ohne Analyse von Phasenbeziehungen) Winkelgeschwindigkeit und Kreisfrequenz = im Filmpaket am Rande berücksichtigt
13	Reale Schwingungen = im Filmpaket am Rande berücksichtigt Resonanzbeispiele = im Filmpaket nicht berücksichtigt

Die Schülerinnen und Schüler (SuS) können ...

- Schwingungen als harmonische Bewegung identifizieren sowie Federpendel und Fadenpendel als ideale Modelle beschreiben.
- Größen wie v.a. Periodendauer, Frequenz, Amplitude, Auslenkung, Umkehrpunkt, Rückstellkraft usw. sicher an den genannten Modellen anwenden und berechnen.
- Mathematische Beziehungen der Bewegungsgrößen (s, v, a) innerhalb eines Schwingungssystems mithilfe von Differentialgleichungen erklären.
- Sachverhalte mithilfe des Zeigermodells oder entsprechender Diagramme veranschaulichen.
- Schwingungsvorgänge in Alltag und Technik (Stoßdämpfer, Bungee-Jumping) unter Verwendung der physikalischen Terminologie erklären.
- Die Grenzen idealisierter Modelle erkennen (Kleinwinkelnäherung, Berücksichtigung der Reibung).

Kurzüberblick zu den einzelnen Filmen

Film 1: Überblick

Der erste Film, mit dem auch begonnen werden sollte, führt in eine bewusst angenehme Umgebung ein: Die freundlich wirkende Physik-Werkstatt hilft bei der lockeren Vermittlung der teilweise recht abstrakten Inhalte. Sogleich wird der Wesenskern harmonischer Schwingungen herausgearbeitet. Dabei spielen der Gegensatz aus Rückstellkraft und Trägheit eine große Rolle.

Darauf aufbauend werden die grundlegenden Begriffe vorgestellt, die den Bewegungsablauf erfassen: Amplitude, Umkehrpunkt, Ruhelage, Periodendauer und Frequenz. Zudem wird der sinusförmige Verlauf von Pendelbewegungen dargestellt.

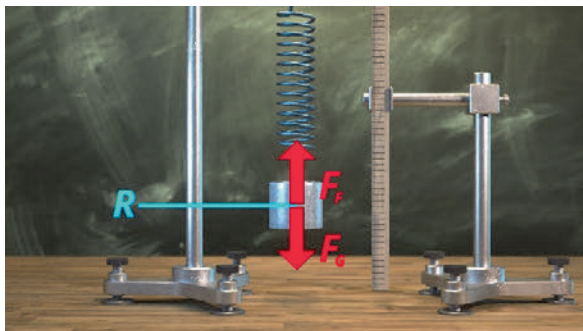
Die Produktion schließt mit einem (auf das Wesentlichste begrenzten) Exkurs zur Energiebetrachtung und leitet den Begriff der harmonischen Schwingung her. Zudem werden die Schwerpunkte der Filme 2 und 3 genannt.

Querverbindungen: Der Film 1 legt die Grundlagen für die Filme 2 und 3. Auch das Modul 1 (Zeigermodell) baut auf ihm auf. Es erweitert die Frequenz um die Anwendung der Kreisfrequenz im Einheitskreis.

Film 2: Federpendel

Inhalt des zweiten Films ist eine detaillierte Untersuchung der Bewegung eines vertikalen Federpendels. Begleitend wird nebenbei als reales Beispiel die Wirkungsweise von Stoßfedern in einem Auto behandelt.

Den Ausgangspunkt bildet eine Betrachtung des Pendelsystems mit den wirkenden Kräften. Intensiv untersucht wird dann die Rückstellkraft. Dabei wird auf Wissen der Sekundarstufe 1 aufgebaut (Hooksches Gesetz). Der Film leitet das lineare Kraftgesetz zur Berechnung der Rückstellkraft her.



Darauf aufbauend wird mit Blick auf das begleitende Praxisbeispiel die Frage nach der Berechnung der Federhärte D gestellt. Der Film stellt dar, wie diese die Schwingung bestimmt. Dies geschieht unter Verwendung der untereinander abhängigen Bewegungsgrößen, was zur Differentialrechnung führt. Als Hilfe für diesen Film wird daher bei Bedarf auf die Module 1 (Zeigermodell) und 2 (Bewegungsgleichungen harmonischer Schwingungen) verwiesen.

Auf Grundlage der erstaunlich kompakten Formel zur Berechnung der Federhärte D wird abschließend dann noch die Formel zur Berechnung der Periodendauer beim Federpendel hergeleitet.

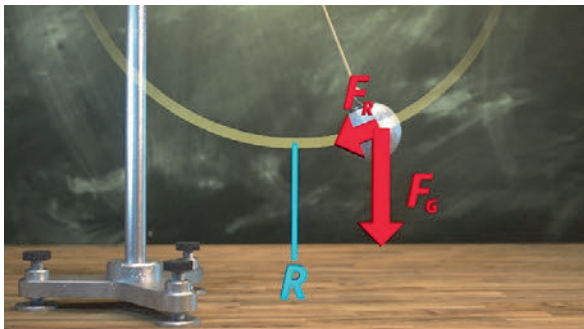
Querverbindungen: Der zweite Film baut auf grundlegenden Kenntnissen des ersten Filmes auf. Je nach Kenntnisstand sind die Module 1 (Zeigermodell) und 2 (Bewegungsgleichungen von Schwingungen) unverzichtbar zum Verständnis der Inhalte.

Film 3: Fadenpendel

Den Schwerpunkt des dritten Films bildet eine detaillierte Betrachtung des Fadenpendels. Als Ausgangspunkt erfolgt zunächst wieder eine Beschreibung des Pendelsystems mit den wirkenden Kräften.

Auch der dritte Film untersucht begleitend eine reale Pendelbewegung. Um den Vergleich mit dem Federpendel zu schärfen, verwendet die Produktion hierfür als vereinfachtes Modell zur Veranschaulichung den Bungee-Sprung. Dieser ähnelt in der ersten Phase einem (gedämpften) Federpendel, geht aber dann in eine Schwingungs-Phase über, die einem Fadenpendel entspricht.

Zunächst wird wieder die Berechnung der Rückstellkraft nachvollzogen. In diesem Zusammenhang ist beim Fadenpendel auf das zugrunde legende Kraftdreieck einzugehen. Daher geht ein Modul ergänzend auf die sogenannte Kleinwinkelnäherung ein. Es folgen schließlich die Ausführungen zu den Bewegungsgleichungen, zur Periodendauer und zur Pendellänge.



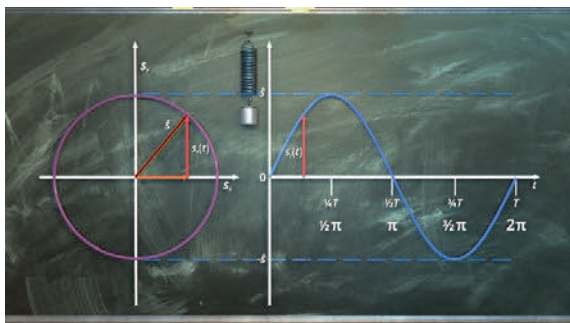
Querverbindungen: Auch der dritte Film baut auf grundlegenden Kenntnissen des ersten Filmes auf. Je nach Kenntnisstand sind die Module 1 (Zeigermodell) und 2 (Bewegungsgleichungen von Schwingungen), insbesondere aber das direkt verlinkte Modul 3 (Kleinwinkelnäherung) unverzichtbar zum Verständnis der Inhalte.

Modulsammlung (Filme 4 - 6)

Das erste Modul führt das Zeigermodell ein, welches eine Brücke zwischen der gleichförmigen Kreisbewegung und dem sinusförmigen Schwingungsverlauf schlägt. Hierfür wird zunächst das Modell des Einheitskreises dem sinusförmigen Verlauf einer Kurve gegenübergestellt und dann sukzessive entwickelt. Es wird deutlich, dass der Kreiswinkel auf die Sinuskurve übertragen werden kann. Damit wird das mathematische Fundament gelegt, um komplexe Pendelbewegungen präzise zu beschreiben und zu berechnen. Abschließend verdeutlicht das Modul die fundamentale Bedeutung der Kreisfrequenz für die mathematische Beschreibung von Schwingungsvorgängen.

Das zweite Modul baut auf dem Zeigermodell auf. Am Beispiel der idealisierten Fahrt eines Skaters verdeutlicht es zunächst die gegenseitigen Abhängigkeiten der Bewegungsgrößen Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung in einer idealen Halfpipe. An diesem Beispiel wird im Vergleich zur Weg-Zeit-Funktion im Zeigermodell eine Phasenverschiebung deutlich. Dies wird in der Produktion nicht weiter vertieft, sondern dem höheren Leistungsniveau belassen. Stattdessen werden die zeitliche Entwicklung dieser Größen mathematisch analysiert und die grundlegenden Bewegungsgleichungen hergeleitet. Hierbei wird die Geschwindigkeit als die erste Ableitung und die Beschleunigung als die zweite Ableitung der Weg-Zeit-Funktion entwickelt.

Das dritte Modul behandelt schließlich die mathematischen Bedingungen für eine harmonische Schwingung am Fadenpendel. Da die Bewegungsgleichung des Pendels nicht harmonisch ist, wird die sogenannte Kleinwinkelnäherung als entscheidendes Hilfsmittel eingeführt. Das Modul zeigt, unter welchen Voraussetzungen diese Vereinfachung zulässig ist und wie sie den Übergang zur harmonischen Schwingung ermöglicht.





GIDA Gesellschaft für Information
und Darstellung mbH
Feld 25
51519 Odenthal

Tel. +49-(0)2174-7846-0
Fax +49-(0)2174-7846-25
info@gida.de
www.gida.de

- Überblick
- Federpendel
- Fadenpendel
- Zeigermodell
- Bewegungsgleichungen
von Schwingungen
- Kleinwinkelnäherung

