

Hinweise für die Lehrkraft

Klassenstufen: 10/11

Herausforderungen:

- Zur Beschreibung des Schwingungsverlaufs werden trigonometrische Funktionen angewendet.
- Ohne deren Kenntnis muss man den Bewegungsverlauf qualitativ darstellen.

Zeit: ca. 13 Unterrichtsstunden

Mögliche Antworten auf die ersten Forscherfragen:

- Was schwingt da?
Luft wird in Schwingungen versetzt, die unser Ohr bzw. das Mikrofon erreichen.
- Wie lange dauert eine Schwingung?
Beim Kammerton a schwingt die Luft 440 Mal pro Sekunde – eine entsprechende Schwingung dauert also $\frac{1}{440}$ Sekunden.
- Wie kann man die sich wiederholende Kurve am Oszilloskop beschreiben?
Das Bild von einem Stimmgabelton ist eine einfache Sinusfunktion.
- Warum lässt sich die menschliche Stimme nicht mit einer einfachen Wellenlinie beschreiben?
Die menschliche Stimme ist ein Gemisch aus vielen Tönen.
Dabei überlagern sich viele Sinusfunktionen.

Hinweise:

Rückblick auf die Forschungsfragen möglichst nach Phänomen 4

Zum Einstieg, insbesondere zu Phänomen 4, eignet sich folgendes Video:

Von Resonanz bis zur Resonanzkatastrophe: <https://www.youtube.com/watch?v=0Gzi-5CRJ3A>



In folgendem Video werden Chladni-Figuren über verschiedene Frequenzen erzeugt, auch dieses eignet sich zum Einstieg in die Thematik „Schwingungen“.

<https://www.youtube.com/watch?v=wwJAgUBF4w>



Zu verwandten Phänomenen kann beim Thema „Schwingungen“ folgende Aufgabe gestellt werden:

Entscheide: Echtes Phänomen oder doch nur „Zaubertrick“?

<https://www.youtube.com/watch?v=k6pSTwDWwBs>

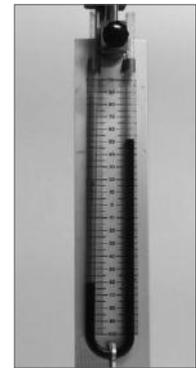


H1

- Verwendet keine zu harte Feder. Die Schwingungsdauer sollte nicht kleiner als 1 s sein.
- Misst die Zeit von 10 Schwingungen, so ist euer Ergebnis für eine Schwingung genauer.
- Die Schwingungsweite wird in m gemessen, die Masse m in kg.
- Was bedeutet die Federkonstante D?
- Übrigens: Ihr könnt die Federkonstante einer Feder auch dadurch verändern, dass ihr sie nur über ein Teilstück schwingen lasst. Zudem könntet ihr sie irgendwo in der Mitte aufhängen.
- Überprüft: Hat die doppelte Masse auch eine doppelte Schwingungsdauer zur Folge?
Hat eine doppelte Federkonstante die halbe Schwingungsdauer zur Folge?

Verwandte Phänomene:

- Schwingung einer Blattfeder
- Schwingung einer Kugel in Kreisbahn
- Schwingung einer Wassersäule im U-Rohr



Die Schwingungsdauer einer Federschwingung ist abhängig von der Masse m und der Federkonstanten: $T \sim \sqrt{\frac{m}{D}}$

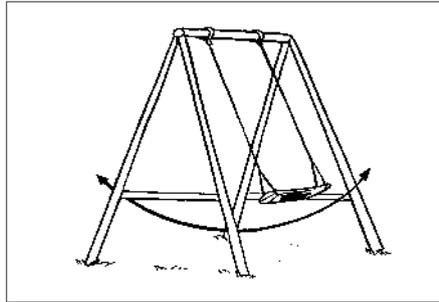
Zu H1, d)

Wenn ihr die Kraft und die Ausdehnung einer Feder bestimmt (und die Feder nicht überdehnt), dann stellt ihr fest, dass Auslenkung und Kraft proportional sind.

In einer Gleichung ausgedrückt: $F = Ds$.

D gibt also an, wie viel Kraft man benötigt, um die Feder um einen Meter auszudehnen (sofern man das überhaupt so weit machen kann).

Lassen sich Schaukelbewegungen als harmonische Schwingungen darstellen?



Material:

Stativ mit Haken, Faden, verschiedene Massen, Messlatte mit Reitern, Stoppuhr, Versuchsprotokoll B

Eine harmonische Schwingung liegt dann vor, wenn die rücktreibende Kraft proportional zur Auslenkung ist.

Aufgabe 1:

Für eine harmonische Schwingung muss F proportional zu s sein (siehe Abb.). Für das Zurückschwingen ist die Gewichtskraft $G = mg$ verantwortlich. Sie teilt sich auf in Richtung des Fadens $F_{||}$ und senkrecht dazu in die rücktreibende Kraft F .

Wie groß ist die Kraft F ? Ergänze die folgenden Lücken:

$F = m \cdot g \cdot \sin(\alpha) =$ _____

Ist s deutlich kleiner als l , so wird der Winkel α recht klein sein. Mit guter Näherung kann von $x \cong s$ ausgegangen werden.

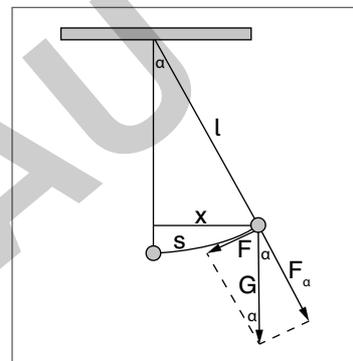
$F =$ _____

Der Federkonstanten D entspricht hier also _____.

Für die Schwingungsdauer einer Spiralfeder gilt $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}}$.

Wie berechnet sich die Schwingungsdauer eines Fadenpendels?

$T =$ _____



H1

H2

H3



H4

H5

H6

Aufgabe 2: Experiment

- Überprüft experimentell, ob die Schwingungsdauer wirklich nur von der Fadenlänge l und nicht von der Masse m oder der Auslenkung s abhängt. Verwendet dabei das Versuchsprotokoll B.
- Wie lang muss ein Fadenpendel sein, das eine Schwingungsdauer von genau einer Sekunde hat. Stellt ein solches Pendel her und überprüft die Schwingungsdauer.
- Wie lässt sich die Abhängigkeit von der Erdbeschleunigung g überprüfen? Wie kann man also g verändern?

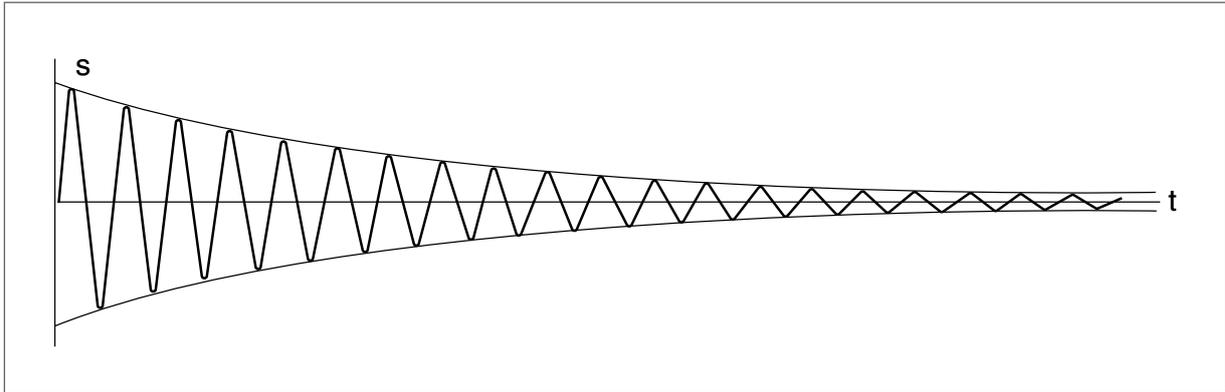
Verwandte Phänomene:

- horizontaler Federschwinger
- nicht-harmonische Schwingung

H7

H1

Drückt den Stift nicht zu fest auf. Ihr solltet etwa einen solchen Verlauf aufzeichnen:



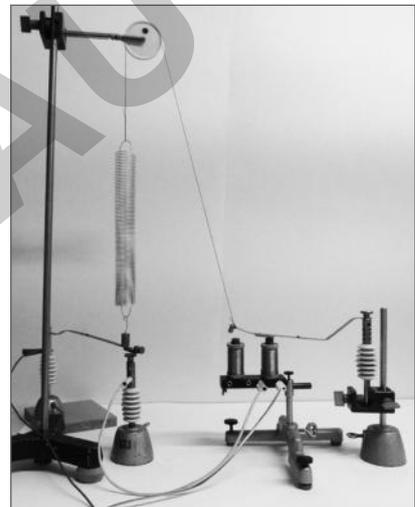
Benutzt zur Beschreibung den Begriff „einhüllende Kurve“.

H2

Hier der Aufbau, falls ihr in der Umsetzung Probleme hattet:

Ergänzt den Text: Die Kugel schwingt nach unten und schließt den elektrischen Kontakt.

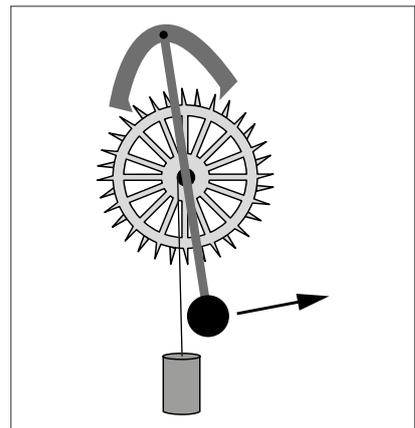
In diesem Moment



H3

Verwandte Phänomene:

- Hemmung in der Unruhe einer Uhr
- Pfeifton in der Rückkopplung Mikrofon – Lautsprecher



Zu 1) Beobachtung: Die Amplitude der Schwingung nimmt ab.

Zu 2) Bewegungsablauf: Die Masse bewegt sich nach unten und schließt den elektrischen Kontakt. Dadurch wird der Elektromagnet aktiviert, der das Blech anzieht und damit die Feder nach oben zieht. Hierdurch wird der elektrische Kontakt wieder geöffnet und das Blech wieder freigegeben. So erhält die Feder bei jeder Schwingung einen kleinen Energieschub und schwingt weiter.