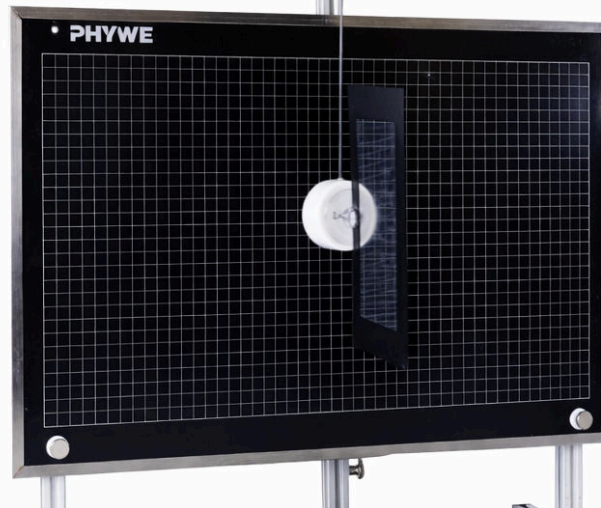


Gedämpfte Schwingung mit Cobra DigiMotion



Physik

Mechanik

Schwingungen & Wellen



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

-



Vorbereitungszeit

10 Minuten



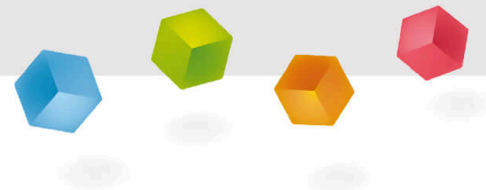
Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:

<https://www.curriculab.de/c/6936cb2592aa0b00029f573c>

PHYWE



Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau zur
Untersuchung gedämpfter
Schwingung

Die gedämpfte Schwingung ist eine realitätsnähere Betrachtung einer Schwingung, bei der Energieverluste berücksichtigt werden. In der Praxis bedeutet das, dass die Schwingung nicht unendlich lange anhält, sondern ihre Amplitude mit der Zeit immer kleiner wird. Ursache dafür sind Reibungskräfte und Luftwiderstand, die dem schwingenden Körper Energie entziehen.

Man kann sich die gedämpfte Schwingung bei einem schwingenden Lineal oder einer Feder vorstellen: Nach dem Anstoßen bewegt sich das System zunächst deutlich, doch mit jeder Schwingung nimmt die Auslenkung ab, bis es schließlich zur Ruhe kommt.

Die Energie des Systems wird dabei nach und nach in Wärme umgewandelt. Je stärker die Dämpfung, desto schneller kommt das System in seine Ruhelage zurück.

Sonstige Lehrerinformationen (1/3)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollten bereits das Fadenpendel kennengelernt haben sowie die Erdbeschleunigung g und deren gemittelten Wert von $9,81 \text{ m/s}^2$, da dieser Wert eine große Rolle in Bezug auf das Schwingverhalten jeden Pendels darstellt.

Prinzip



Die Amplitude einer gedämpften Schwingung wird mit der Zeit geringer. Dieses Phänomen liegt an der Dämpfung des Systems. Diese resultiert beispielsweise aus dem Luftwiderstand des Fadenpendels oder aus der Reibung im Dreh- bzw. Aufhängepunkt des Pendels.

Anmerkung: Die gedämpfte Schwingung lässt sich mit Hilfe einer e -Funktion beschreiben. In diesem Fall sollte die e -Funktion im Vorfeld mathematisch behandelt worden sein.

Sonstige Lehrerinformationen (2/3)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler sollen in diesem Versuch die Dämpfung eines Fadenpendels untersuchen und verstehen, wie die Amplitude mit der Zeit abnimmt. Sie sollen lernen, die logarithmische Dämpfungsdekremente quantitativ zu berechnen und erkennen, dass die Dämpfung vom Luftwiderstand und der Reibung am Aufhängepunkt abhängt. Aus den erstellten Diagrammen sollen sie das Abklingen der Amplitude nachvollziehen und die Dämpfungsgrößen experimentell bestimmen.

Aufgaben



Die Schüler zeichnen mit Hilfe einer **MotionBoard** die Bewegung von Fadenpendeln unterschiedlicher Länge auf und messen die Schwingungsdauer T . Anschließend testen sie die Pendel mit verschiedenen Dämpfungselementen, vergleichen die Werte von T und beobachten die Abnahme der Amplitude.

Sonstige Lehrerinformationen (3/3)

PHYWE

Mathematische
Formulierung

Hierbei lässt sich die unterkritisch gedämpfte Schwingung als abnehmende e -Funktion wie folgt beschreiben:

$$x(t) = x_0 \cdot e^{-\delta t} \cdot \cos(\omega t + \varphi_0)$$

Mit Anfangsauslenkung x_0 , dem logarithmischen Dekrement δ , der Kreisfrequenz ω und der Phasenverschiebung φ_0 zu Beginn der Schwingung.

Sicherheitshinweise

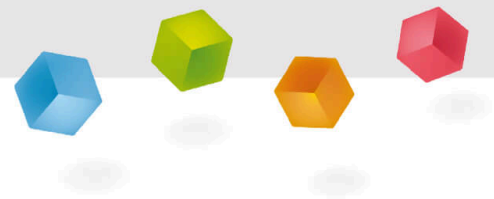
PHYWE



Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

PHYWE

Schülerinformationen



Motivation

PHYWE



Federstoßdämpfer

Auch wenn man sie nicht immer direkt wahrnimmt, spielen gedämpfte Schwingungen in vielen technischen Anwendungen eine wichtige Rolle. Sie sind ein klassisches Beispiel für schwingende Bewegungen, bei denen die Amplitude mit der Zeit abnimmt, während Energie allmählich in Wärme oder andere Formen dissipiert wird.

In der Ingenieurpraxis finden gedämpfte Schwingungen vielfältige Anwendungen: Stoßdämpfer in Fahrzeugen, Schwingungsausgleichssysteme in Hochhäusern oder Brücken sowie Dämpfungselemente in Maschinen verhindern unerwünschte Resonanzen und schützen Bauteile vor Schäden.

Ein anschauliches Beispiel ist das gedämpfte Fadenpendel, bei dem die langsame Abnahme der Amplitude zeigt, wie Reibung und Luftwiderstand Schwingungen verringern – ein Prinzip, das auch in technischen Systemen genutzt wird.

Aufgaben

PHYWE



In diesem Versuch wirst du die Bewegung von Fadenpendeln untersuchen.

Zu diesem Zweck wirst du :

1. Zeichne die Bewegung von Fadenpendeln unterschiedlicher Länge mithilfe einer **MotionBoard** auf.
2. Messe die Schwingungsdauer T für jedes Pendel.
3. Wiederhole den Versuch für verschiedene Dämpfungselemente.
4. Vergleiche die Schwingungsdauern T mit und ohne Dämpfung.
5. Beobachte das Abnehmen der Amplitude.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Cobra DigiMotion Basis Set	12975-77	1
2	PHYWE digiLAB App	14575-61	1

Aufbau (1/5)

PHYWE



Die obere Abbildung zeigt sämtliche benötigten Bauelemente für den Versuchsaufbau.

Aufbau (2/5)

PHYWE



Versuchsaufbau

- Stelle den T-förmigen Stativfuß auf die **MotionBoard** und ziehe die Schrauben fest.
- Befestige anschließend den halbkreisförmigen Winkelanzeiger oben an der langen Stativstange.
- Schalte den Schalter des **MotionDot** ein, sodass die Arbeitsanzeige leuchtet.

Aufbau (3/5)

PHYWE



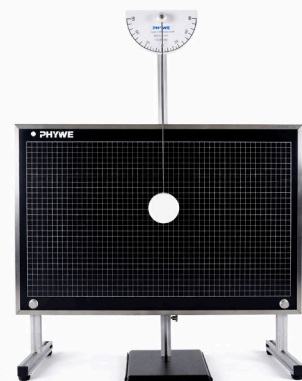
Versuchsaufbau

- Schließe das USB-Datenkabel an die **MotionBoard** an.
- Setze den **MotionDot** wie in der Abbildung gezeigt in das Pendel ein, dabei darauf achten, dass die Vorderseite des **MotionDot** zur Pendelöffnung zeigt.
- Stelle die lange Stativstange auf die **MotionBoard**, sodass der halbkreisförmige Winkelanzeiger leicht über die Oberkante der Plattform hinausragt.

Aufbau (4/5)

PHYWE

- Montiere das Pendel an der Drehachse, sodass der Rand des Pendels etwa einen Zentimeter Abstand zur **MotionBoard** hat.
- Lasse das Pendel leicht ausschlagen und prüfe von der Seite, ob seine Bahn ungefähr parallel zur **MotionBoard** verläuft.
- Achte darauf, dass das Pendel keinen direkten Kontakt mit der **MotionBoard** hat.



Versuchsaufbau zur Untersuchung mathematischen Pendels

Aufbau (5/5)

PHYWE

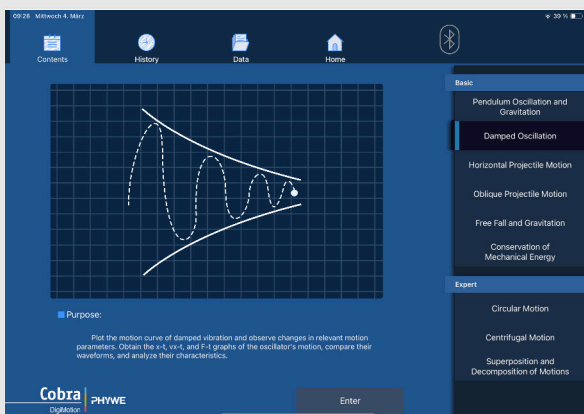
- Reinige die Oberfläche des weißen Zylinders am unteren Ende des Pendels sorgfältig.
- Bringe die Dämpfungsplatte mittig auf der Oberfläche an; sie soll senkrecht zur Horizontalen stehen.
- Stelle sicher, dass das Pendel keinen direkten Kontakt mit der **MotionBoard** hat und einen Abstand von ca. 1 cm einhält.



Versuchsaufbau zur Untersuchung gedämpften Schwingung

Durchführung (1/3)

PHYWE

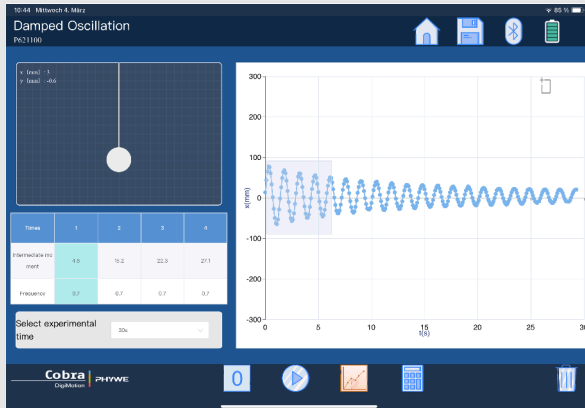


Ausschnitt aus **digiLab**

- Wähle ein Pendel mit einer Länge von 35 cm und lasse das Pendel frei nach unten hängen.
- Öffne anschließend die **digiLab** und wähle Kalibration, um zu überprüfen, ob das System auf Null kalibriert ist.
- Wähle in der **digiLab** eine Messdauer (z. B. 30s).

Durchführung (2/3)

PHYWE

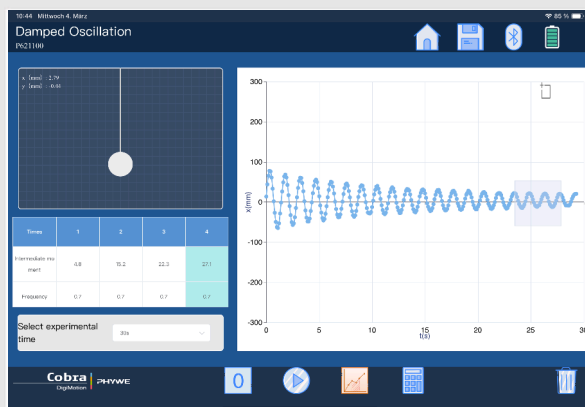


Untersuchung der Schwingungsdauer

- Bewege das Pendel seitlich um etwa 30 Grad aus der Ruhelage.
- Klicke in der **digiLab** auf „Start“, lasse das Pendel vorsichtig los und warte, bis die Datenaufzeichnung vollständig abgeschlossen ist. Die **digiLab** zeichnet automatisch das x-t-Schwingungsdiagramm des einfachen Pendels auf und stellt es dar, bis die ausgewählte Messdauer abgeschlossen ist. Anschließend stoppt die **digiLab** automatisch die Datenerfassung.
- Klicke in der **digiLab** auf „Bereich auswählen“, wähle im Diagramm in regelmäßigen Zeitabständen (z. B. alle 5 s) jeweils mehrere Perioden (z. B. 5) aus und klicke anschließend auf „Auswerten“.

Durchführung (3/3)

PHYWE



Untersuchung der Schwingungsdauer

- Beobachte, ob sich die Schwingungsdauer T verändert.
- Beobachte die Abklingkurve der maximalen Amplitude.
- Füge verschiedene Dämpfungsplatten hinzu und wiederhole den Versuch, um den Einfluss der Dämpfung auf die Schwingung zu untersuchen.

Aufgabe 1

PHYWE

Mathematische Formulierung

Hierbei lässt sich die unterkritisch gedämpfte Schwingung als abnehmende e -Funktion wie folgt beschreiben:

$$x(t) = x_0 \cdot e^{-\delta t} \cdot \cos(\omega t + \varphi_0)$$

Mit Anfangsauslenkung x_0 , dem logarithmischen Dekrement δ , der Kreisfrequenz ω und der Phasenverschiebung φ_0 zu Beginn der Schwingung.

Was passiert bei einer gedämpften Schwingung mit der Amplitude im Laufe der Zeit?

☐ Keine Aussage ist richtig.

☐ Sie nimmt linear ab.

☐ Sie bleibt konstant.

☐ Sie nimmt zu.

✓ Überprüfen

Aufgabe 2

PHYWE

Das logarithmische Dekrement beschreibt bei einer gedämpften Schwingung:

☐ Den Zeitraum einer einzelnen Schwingung.

☐ Die Geschwindigkeit des Massepunkts in der Ruhelage.

☐ Den Faktor, um den die Amplitude in aufeinanderfolgenden Schwingungen exponentiell abnimmt.

☐ Die maximale Auslenkung bei der ersten Schwingung.

✓ Überprüfen

Aufgabe 3

PHYWE

Das logarithmische Dekrement δ beschreibt, wie stark die Amplitude einer Schwingung von einem Maximum zum nächsten abnimmt.

Welche Aussage ist falsch?

- ☐ δ kann bei allen Dämpfungsarten verwendet werden.
- ☐ δ kann bei unterkritischer Dämpfung verwendet werden.
- ☐ Bei kritischer oder überkritischer Dämpfung gibt es kein zweites Maximum, daher kann δ nicht gemessen werden.

✓ Überprüfen

Aufgabe 4

PHYWE



Versuchsaufbau zur
Untersuchung gedämpfter
Schwingung

In welchem Fall kehrt das Pendel am schnellsten zur Ruhelage zurück?

- ☐ Unterkritische Dämpfung
- ☐ Überkritische Dämpfung
- ☐ Kritische Dämpfung

✓ Überprüfen

Folie	Punktzahl / Summe
Folie 19: Abhängigkeit Amplitude von T	0/1
Folie 20: Logarithmische Dekrement (1)	0/1
Folie 21: Logarithmische Dekrement (2)	0/1
Folie 22: Ruhelage	0/1

Gesamtsumme  0/4 Lösungen Wiederholen