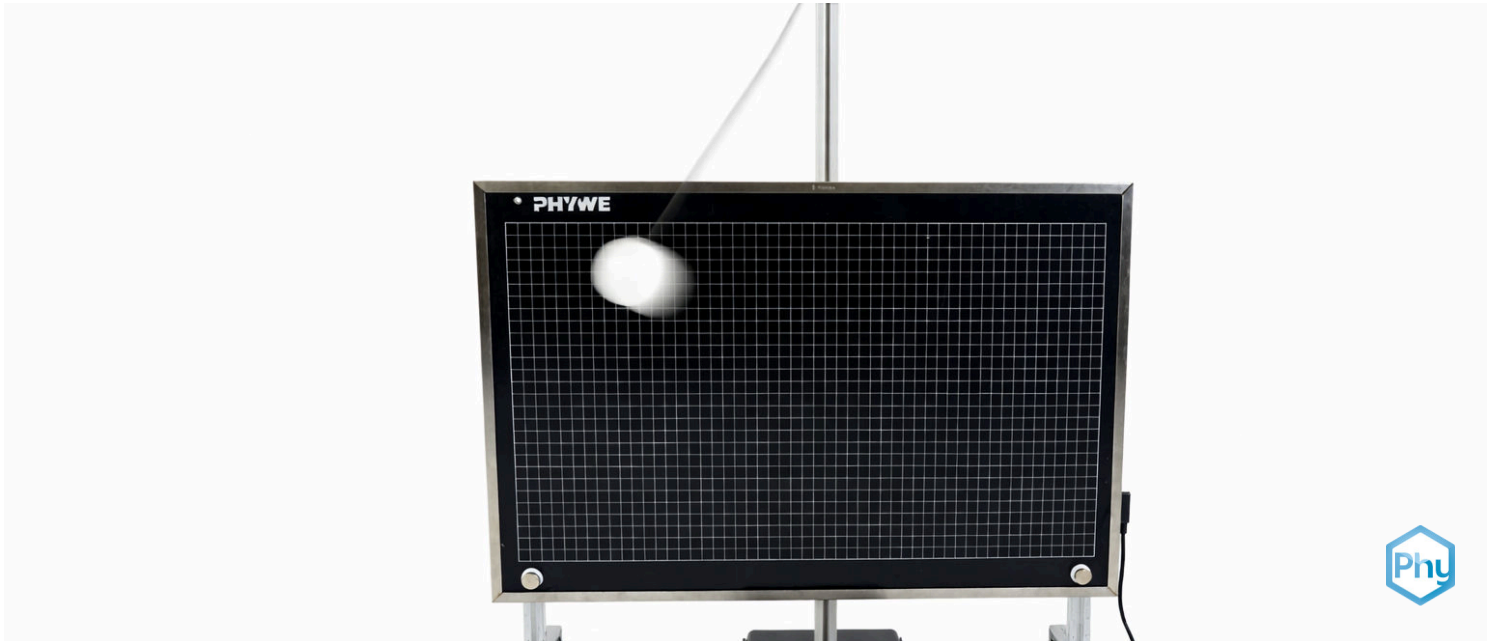


# Schwingung eines Pendels mit Cobra DigiMotion



Physik

Mechanik

Schwingungen &amp; Wellen

Physik

Mechanik

Gravitation



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

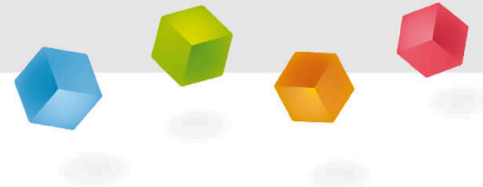
20 Minuten

This content can also be found online at:



<https://www.curriculab.de/c/6932942f9ce06f0002267286>

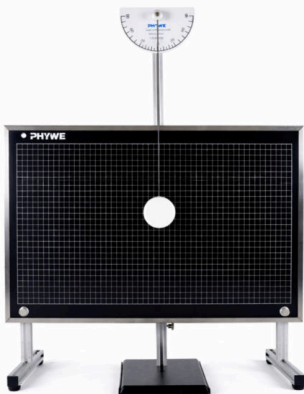
PHYWE



# Lehrerinformationen

## Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau zur  
Untersuchung  
mathematischen Pendels

Das Fadenpendel oder auch "mathematisches Pendel" genannt, ist ein idealisiert betrachtetes Pendel. Das heißt, die angebrachte Masse  $m$  wird als punktförmig angesehen, die Masse der Pendelstange oder des Fadens wird vernachlässigt und das Pendel kann ausschließlich eine Bewegung (Schwingung) in einer vertikalen Ebene ausführen. Zusätzlich werden Reibungseffekte und der Luftwiderstand ebenfalls vernachlässigt.

In der Praxis begegnet uns das Fadenpendel in vielen Alltagssituationen, z. B. bei Uhren mit Pendel oder bei Schaukelbewegungen. Ein Pendel schwingt immer zwischen seiner maximalen Auslenkung auf beiden Seiten und dem Ruhepunkt hin und her. Dabei wandelt sich die Energie ständig zwischen potenzieller Energie (am höchsten Punkt) und kinetischer Energie (am tiefsten Punkt) um. Je länger der Faden, desto langsamer schwingt das Pendel; je kürzer der Faden, desto schneller ist die Schwingung.

## Sonstige Lehrerinformationen (1/2)

PHYWE

## Vorwissen



Die Schüler sollten mit den Begriffen Geschwindigkeit und Beschleunigung sowie potenzieller und kinetischer Energie vertraut sein. Sie sollten wissen, dass die Erdanziehungskraft aus der Erdbeschleunigung folgt. Des Weiteren sollten die Schüler mathematisch in der Lage sein, von einer Geraden die Steigung zu bestimmen und eine Dimensionsanalyse der gefundenen Steigung zu bewältigen.

## Prinzip



Die Schwingungsdauer  $T$  des mathematischen Pendels ist aufgrund der Vereinfachungen nur abhängig von der Fadenlänge  $l$ . Es gilt für die Schwingungsdauer  $T$ :

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

## Sonstige Lehrerinformationen (2/2)

PHYWE

## Lernziel



Die Schüler sollen in diesem Versuch die Erdbeschleunigung  $g$  experimentell bestimmen und erkennen, dass die Masse keinen Einfluss auf die Schwingungsdauer  $T$  des mathematischen Pendels hat. Aus dem Diagramm, das sie erstellen, sollen sie erkennen, dass  $T$  eine Funktion der Quadratwurzel der Pendellänge  $\sqrt{l}$  ist.

## Aufgaben



Die Schüler zeichnen mit Hilfe einer **MotionBoard** die Bewegung von Fadenpendeln unterschiedlicher Länge  $l$  auf, messen die Schwingungsdauer  $T$  und bestimmen daraus den Wert der Erdbeschleunigung  $g$ .

## Sicherheitshinweise

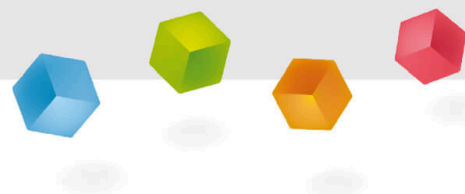
PHYWE



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

PHYWE

## Schülerinformationen



## Motivation

PHYWE



Foto: Rémi, *Foucault-Pendel im Panthéon, Paris* (2011), Eigenes Werk, [CC BY-SA 3.0](#)

Auch wenn man sie nicht immer direkt wahrnimmt, spielen Pendel in vielen Bereichen unseres täglichen Lebens eine wichtige Rolle. Ein Pendel ist ein klassisches Beispiel für eine schwingende Bewegung, bei der Energie zwischen potenzieller und kinetischer Energie umgewandelt wird.

Neben einfachen Pendeln wie dem Newton-Pendel, das die Energieerhaltung veranschaulicht, gibt es auch komplexere Systeme wie das Doppelpendel, das chaotisches Verhalten demonstriert.

Pendel gehören zu den grundlegenden Oszillatoren in der Physik und werden in vielen technischen Anwendungen genutzt, etwa in Sekundenpendeln großer Standuhren oder als Schwingungsausgleicher in Hochhäusern.

Ein besonderes Beispiel ist das Foucaultsche Pendel, das durch seine langsame Drehung der Schwingungsebene die Erdrotation sichtbar macht und so einen anschaulichen Einblick in die Bewegung unseres Planeten bietet.

## Aufgaben

PHYWE



In diesem Versuch wirst du dich mit dem Fadenpendel, dem sogenannten mathematischen Pendel, vertraut machen.

Zu diesem Zweck wirst du :

1. Lass ein Fadenpendel schwingen und miss die Schwingungsdauer  $T$  für jede Länge.
2. Wiederhole den Versuch für mehrere Pendellängen.
3. Untersuche die Messdaten auf Gesetzmäßigkeiten, die Schwingungsdauer  $T$  und Pendellänge  $l$  verknüpfen, und bestimme daraus den Wert der Erdbeschleunigung  $g$ .

## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	<a href="#">Cobra DigiMotion Basis Set</a>	12975-77	1
2	<a href="#">PHYWE digiLAB App</a>	14575-61	1

## Aufbau (1/4)

PHYWE



Die obere Abbildung zeigt sämtliche benötigten Bauelemente für den Versuchsaufbau.

## Aufbau (2/4)

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 (3/4)

PHYWE



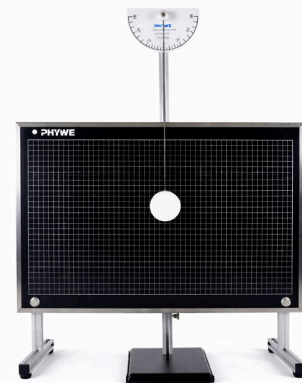
Versuchsaufbau

- 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 **MotionDots** zur Pendelöffnung zeigt.
- Stelle die lange Stativstange auf die **MotionBoard**, sodass der halbkreisförmige Winkelanzeiger leicht über die Oberkante der Plattform hinausragt.

## Aufbau (4/4)

PHYWE

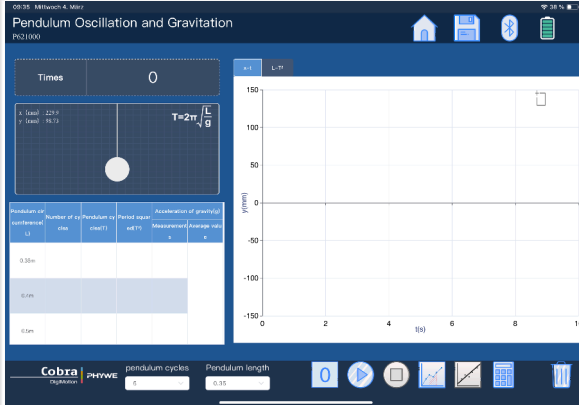
- Montiere das Pendel an der Drehachse, sodass der Rand des Pendels etwa einen Zentimeter Abstand zur **MotionBoard** hat.
- Lasse das Pendel leicht ausschlagen und prüfe von der Seite, ob seine Bahn ungefähr parallel zur **MotionBoard** verläuft.
- Achte darauf, dass das Pendel keinen direkten Kontakt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



Versuchsaufbau zur Untersuchung mathematischer Pendels

## 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 Kalibrierung, um zu überprüfen, ob das System auf Null kalibriert ist.
- Gib in der **digiLab** die entsprechende Pendellänge (35 cm) ein.
- Wähle in der **digiLab** eine geeignete Anzahl an Schwingungen für die Messung (z. B. 15 Perioden).

## Durchführung (2/3)

PHYWE

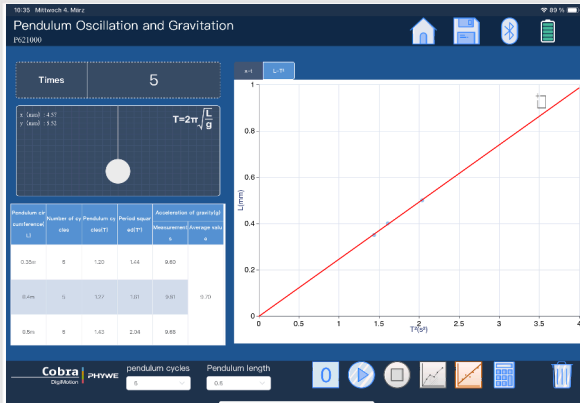


Untersuchung der Schwingungsdauer

- Bewege das Pendel seitlich um etwa 5–15 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 Anzahl an Schwingungen abgeschlossen ist. Anschließend stoppt die App automatisch die Datenerfassung.
- Klicke in der **digiLab** auf „Bereich auswählen“, wähle im Diagramm den Bereich aus, der der zuvor eingestellten Periode entspricht, und klicke anschließend auf „Auswerten“.

## Durchführung (3/3)

PHYWE



Untersuchung der linearen Anpassung

- Ändere die Länge des Pendels und den Auslenkwinkel und wiederhole den gesamten Versuch.
- Klicke auf „Auswerten“, um die entsprechenden Messdaten zu erhalten und die Erdbeschleunigung  $g$  zu berechnen.
- Klicke auf die Schaltfläche „ $L-T^2$ “, und anschließend auf „lineare Regression“, um das Diagramm der linearen Funktionsbeziehung zwischen der Pendellänge  $L$  und der gemessenen Schwingungsdauer  $T^2$  anzuzeigen.
- Wähle ein Pendel aus, ändere den Anfangswinkel (z. B.  $5^\circ$ ,  $15^\circ$  und  $30^\circ$ ) und wiederhole den Versuch, um zu beobachten, ob sich die Schwingungsdauer  $T$  verändert.

## Aufgabe 1

PHYWE



Auslenken des Pendels

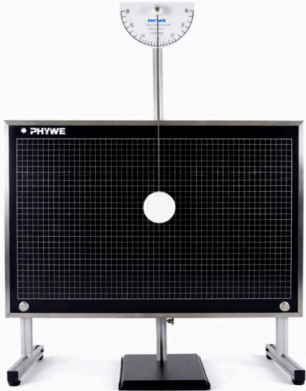
Ist die Schwingungsdauer  $T$  von der Masse  $m$  abhängig?

- Nein, die Schwingungsdauer  $T$  ist unabhängig von der Masse  $m$ .
- Ja, die Schwingungsdauer  $T$  ist abhängig von der Masse  $m$ .

Überprüfen

## Aufgabe 2

PHYWE



Versuchsaufbau zur  
Untersuchung  
mathematischen Pendels

Wirf einen Blick auf das von dir erzeugte Diagramm. Die Kurve stellt das Verhalten der Schwingungsdauer  $T$  gegenüber der Pendellänge  $l$  dar. Wie wirkt sich die Pendellänge auf die Schwingungsdauer aus?

- Je länger die Pendellänge, desto größer die Schwingungsdauer.
- Je kürzer die Pendellänge, desto größer die Schwingungsdauer.
- Die Pendellänge hat keinen Einfluss auf die Schwingungsdauer.

✓ Überprüfen

## Aufgabe 3

PHYWE



Auslenken des Pendels

Schließe aus den von dir erstellten Diagrammen auf die richtige Abhängigkeit für die Schwingungsdauer von der Pendellänge:

$T \sim \sqrt{l}$

$\sqrt{T} \sim l$

$T \sim l$

✓ Überprüfen

## Aufgabe 4

PHYWE

Stelle mit den gegebenen und berechneten Größen die Schwingungsgleichung für das Fadenpendel auf. Welche ist die richtige Formel?

$T = \sqrt{2\pi} \cdot \frac{l}{g}$

$T = 2\pi \cdot \frac{l}{g}$

$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$

$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{g}{l}}$

 Überprüfen

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 17: Unabhängigkeit $T$ von $m$	0/1
Folie 18: Abhängigkeit $T$ von $l$ (1)	0/1
Folie 19: Abhängigkeit $T$ von $l$ (2)	0/1
Folie 20: Formel des Fadenpendels	0/1

Gesamtsumme  0/4 Lösungen Wiederholen