

Dämpfung mit Cobra SMARTsense



In diesem Versuch sollen die Schüler und Schülerinnen die Schwingungsamplituden über längere Zeiten beobachten und ihre Abnahme mit der Zeit kennen und messen.

Physik

Mechanik

Schwingungen & Wellen



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/5f74dbde077c830003b0a508>

PHYWE



Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE



Dämpfung mit SMARTsense

Bisher haben die Schüler Versuche zu idealisierten Schwingungen durchgeführt, bei denen Einflüsse durch Reibung, Dämpfung und Luftwiderstand vernachlässigt werden. Tatsächlich jedoch erfährt jede Schwingung eine Dämpfung, welche dazu führt, dass die Amplitude der Schwingung mit der Zeit abnimmt.

Hierbei lässt sich die freie 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 , der Kreisfrequenz ω und der Phasenverschiebung φ_0 zu Beginn der Schwingung.

Lehrerinformationen (1/2)

PHYWE

Vorwissen



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

Prinzip



Die Amplitude einer freien, gedämpften Schwingung wird mit der Zeit geringer. Dieses Phänomen liegt mitunter an der Dämpfung des Systems. Diese resultiert beispielsweise aus dem Luftwiderstand des Schraubenfederpendels oder aber aus der Dämpfung im Material der Feder.

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. Sie muss im Rahmen dieses Versuchs nicht zwingend eingeführt werden.

Lehrerinformationen (2/2)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler sollen die Schwingungsamplituden über längere Zeiten beobachten und ihre Abnahme mit der Zeit kennen lernen und messen. Dies führt auf den Begriff der Dämpfung, der hier in erster Linie qualitativ und nicht als das üblicherweise benutzte logarithmische Dämpfungsdekrement eingeführt werden soll.

Aufgabe



1. Die Schüler lassen ein Fadenpendel in Luft frei schwingen und messen nach unterschiedlichen Zeiten die Auslenkung. Zudem vergleichen sie die Auslenkung mit der ursprünglichen Auslenkung, befestigen anschließend eine Scheibe am Fadenpendel und wiederholen die Messung.
2. Die Schüler lassen die Masse des Pendels in Wasser tauchen und untersuchen auch hier die Auslenkung nach verschiedenen Zeiten.

Sicherheitshinweise

PHYWE



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

PHYWE

Schülerinformationen



Motivation

PHYWE

Dämpfung mit SMARTsense

Treten Schwingungen im Alltag auf?

Ob beim Schaukeln auf dem Spielplatz, beim Spielen eines Musikinstruments oder bei der Takterzeugung elektronischer Geräte. Schwingungen können gewollt (z.B. Schwingquarz bei Uhren) oder ungewollt (z.B. Vibrationen beim Autofahren) sein.



In diesem Versuch lernst du die Schwingungsamplituden über längere Zeiten beobachten und ihre Abnahme mit der Zeit kennen und messen.

Aufgabe

PHYWE

1. Lasse ein Fadenpendel in Luft frei schwingen und miss nach unterschiedlichen Zeiten die Auslenkung. Vergleiche die Auslenkung mit der ursprünglichen Auslenkung. Befestige anschließend eine Scheibe am Fadenpendel und wiederhole die Messung.
2. Lasse die Masse des Pendels in Wasser tauchen und untersuche auch hier die Auslenkung nach verschiedenen Zeiten.



Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Cobra SMARTsense - Force and Acceleration (Bluetooth + USB)	12943-00	1
2	PHYWE Stativfuß, teilbar, für 2 Stangen, d ≤ 14 mm	02001-00	1
3	Stativstange, Edelstahl, l = 600 mm, d = 10 mm, zweigeteilt, verschraubbar	02035-00	1
4	Doppelmuffe, für Kreuz- oder T-Spannung	02043-00	1
5	Haltebolzen	03949-00	1
6	Schraubenfeder, 3 N/m	02220-00	1
7	Gewichtsteller für Schlitzgewichte, 10 g Bauart PHY	02204-00	1
8	Schlitzgewicht, schwarzlackiert, 10 g Bauart PHY	02205-01	4
9	Glasrohrhalter mit Maßbandklemme	05961-00	1
10	Digitale Stoppuhr, 24 h, 1/100 s und 1 s	24025-00	1
11	Maßband, l = 2 m	09936-00	1
12	Laborbecher, Kunststoff (PP), 250 ml	36013-01	1
13	measureAPP - die kostenlose Mess-Software für alle Endgeräte	14581-61	1

Zusätzliches Material

PHYWE

Position	Material	Menge
1	Zeichenkarton	ca. DIN A4

Aufbau (1/3)

PHYWE

Zur Messung mit den **Cobra SMARTsense Sensoren** wird die **PHYWE measureAPP** benötigt. Die App kann kostenfrei im jeweiligen App Store (QR-Codes siehe unten) heruntergeladen werden. Bitte überprüfe vor dem Starten der App, ob auf deinem Gerät (Smartphone, Tablet, Desktop-PC) **Bluetooth aktiviert** ist.



iOS



Android

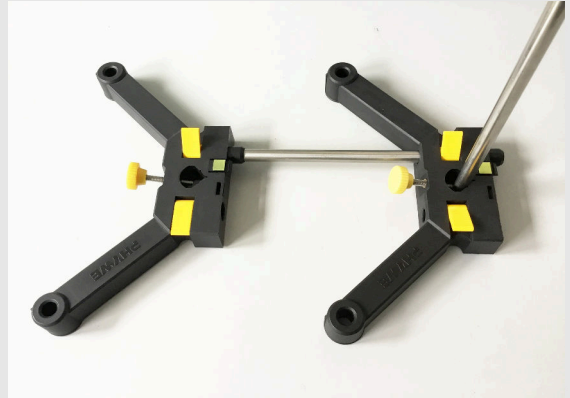
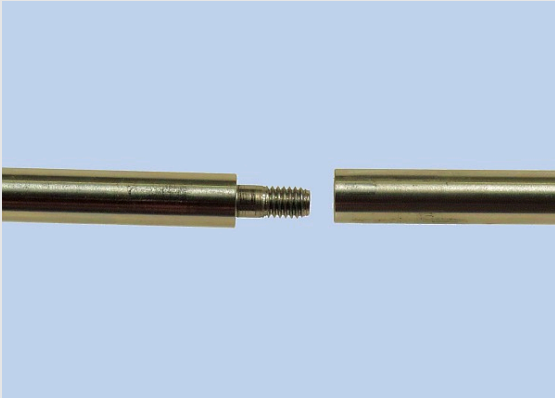


Windows

Aufbau (2/3)

PHYWE
excellence in science

- Drehe die zweigeteilte Stativstange zusammen (linke Abbildung).
- Setze den Stativfuß und die Stativstange zu einem Stativ zusammen (rechte Abbildung).



Aufbau (3/3)

PHYWE

- Befestige den Kraftsensor in der Doppelmuffe (linke Abbildung).
- Hänge an ihm die Schraubenfeder auf (rechte Abbildung).



Durchführung (1/8)

PHYWE



Einschalten



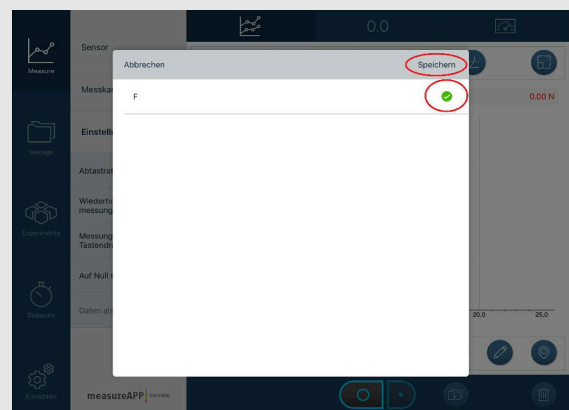
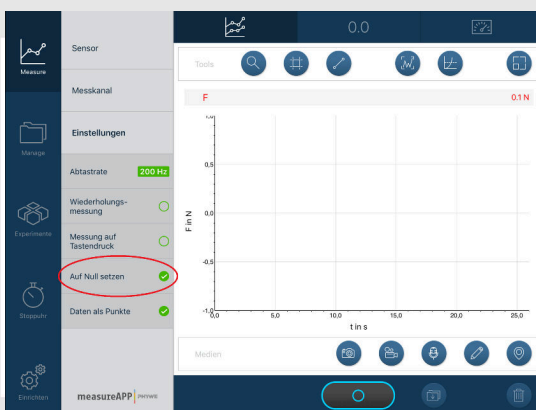
Sensor auswählen in measureAPP

- Schalte den Kraftsensor ein, indem du für mehrere Sekunden den Power-Button drückst.
- Nach erfolgreichem Einschalten siehst du eine LED blinken (linke Abbildung).
- Starte die measureAPP. Tippe auf den Reiter "Sensoren" und wähle den Kraftsensor aus (rechte Abbildung).

Durchführung (2/8)

PHYWE
excellence in science

- Tippe auf den Reiter "Konfiguration" und wähle "Auf Null setzen" aus (linke Abbildung). Tippe im nun folgenden Fenster auf den Kraftsensor.
- Verlasse das Fenster mit einem Klick auf speichern (rechte Abbildung).



Durchführung (3/8)

PHYWE



Durchführung - Gewichtsteller

- Hänge den Gewichtsteller mit einer Gesamtmasse von 150g an die Öse der Schraubenfeder.
- Die Feder soll sich völlig in Ruhe befinden und keine Schwingungen ausführen. Beruhige das System daher mit deiner Hand.

Hinweis: Um die Schlitzgewichte am Gewichtsteller anzubringen, schiebe sie über das obere Ende des Gewichtstellers (siehe Abbildung).

Durchführung (4/8)

PHYWE



- Versetze die Masse in Schwingung. Achte darauf, dass die Feder nur vertikal ausgelenkt wird und keine seitlichen Bewegungen macht.
- Stelle dies sicher, indem du die Schwingung einige Sekunden beobachtest.
- Falls die Schwingung nicht gleichmäßig abläuft, stoppe die Feder und versuche es erneut.

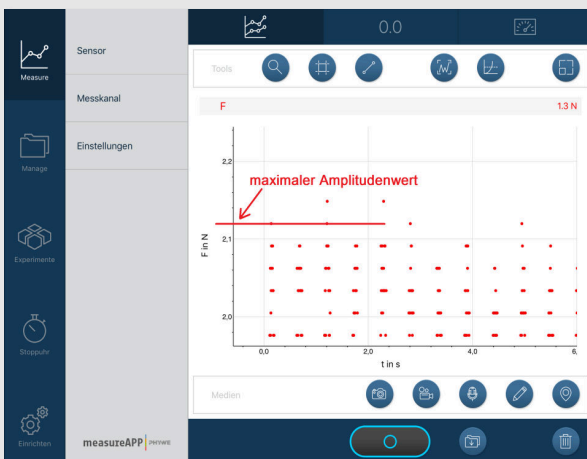
Durchführung (5/8)



Durchführung - Messung starten

- Starte die Messung (Abbildung).
- Beende die Messung nach drei Minuten (180 Sekunden).
- Nutze die Auto-Zoom Funktion (Abbildung).
- Ermittle den Mittelwert der Kurve und notiere ihn (Abbildung).

Durchführung (6/8)



Durchführung - Maximale Amplitude

- Lies die maximale Auslenkung der Kraft zu Beginn der Messung ab und notiere diese (Abbildung). Zoome hierfür mit den Fingern in die linke obere Ecke der Messkurve.
- Nutze erneut die Auto-Zoom Funktion. Lies die maximalen Auslenkung zum Ende der Messung ab und notiere sie. Zoome hierfür mit den Fingern in die rechte obere Ecke der Messkurve.
- Speichere die Messung.

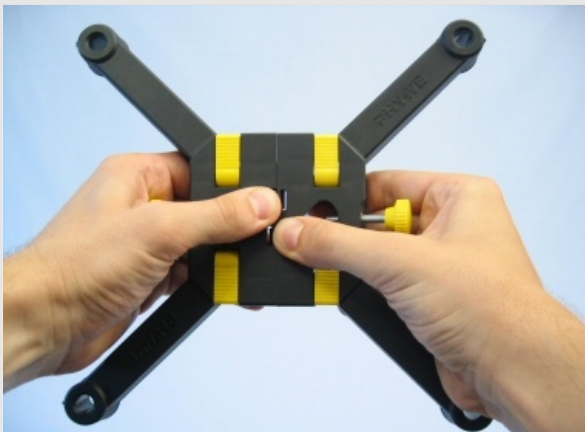
Durchführung (7/8)

PHYWE



- Befestige eine kreisförmige Pappscheibe mittig am Gewichtsteller und wiederhole die gesamte Messung.
- Platziere den Becher gefüllt mit Wasser unterhalb des Federpendels und lasse den Gewichtsteller so eintauchen, dass sich das Gewicht mittig unterhalb der Wasseroberfläche befindet.
- Lenke das Federpendel aus der Gleichgewichtslage nach unten aus, bis das Gewicht den Gefäßboden erreicht. Lasse die Masse dann los und starte zeitgleich die Messung für eine Dauer von 10 Sekunden.
- Beende die Messung und verfahre wie oben.

Durchführung (8/8)

PHYWE
excellence in science

Durchführung - Stativfuß

- Um den Stativfuß auseinander zu bauen, drücke die Knöpfe in der Mitte und ziehe beide Hälften auseinander.



PHYWE



Protokoll

Aufgabe 1

PHYWE

Gib für den Fall der **freien** Schwingung die ermittelten Werte an:

mittlere Kraft	<input type="text"/>
Kraft bei max Auslenkung (Anfang)	<input type="text"/>
Kraft bei max Auslenkung (Ende)	<input type="text"/>

Bestimmung Mittelwert und Auslenkung

Der Mittelwert der Kraft entspricht der des Federpendels. Über die Beziehung lässt sich somit die Masse bestimmen. Der Mittelwert muss durch g werden. Die Differenz der Kräfte bei maximaler Auslenkung und dem Mittelwert entspricht der Federkraft . Teilt man diese Differenz durch die Federkonstante D , erhält man die geometrische .

☒ Überprüfen

Aufgabe 2

PHYWE

Gib für den Schwingungsfall mit **Pappscheibe** die ermittelten Werte an:

mittlere Kraft

Kraft bei max Auslenkung (Anfang)

Kraft bei max Auslenkung (Ende)

Berechne die geometrischen Auslenkungen des Federpendels am Anfang und am Ende des Messung. Gib an, um wieviel Prozent die Amplitude gesunken ist und vergleiche mit dem vorherigen Ergebnis. Was fällt auf?

In der Aufgabe 1 ist die Amplitude um gesunken. In Aufgabe 2 ist sie um etwa gesunken. Dieser Wert ist als vorher. Grund dafür ist, dass der Widerstand in Aufgabe 1 ist als der Widerstand der durch die Pappscheibe hervorgerufen wird.

75%

60%

höher

kleiner

☒ Überprüfen

Aufgabe 3

PHYWE

Gib für den Schwingungsfall **unter Wasser** die ermittelten Werte an:

mittlere Kraft

Kraft bei max Auslenkung (Anfang)

Kraft bei max Auslenkung (Ende)

Berechne analog zu vorher die geometrischen Auslenkungen. Was fällt auf? Was bedeutet der Grenzwert 0 für die Amplitude der Schwingung?

Die Amplitude ist deutlich als bei den Fällen in Luft gesunken. Das Wasser sorgt für einen Widerstand, der das Pendel schnell abbremst (nur 10 Sekunden Messung). Die Amplitude der Schwingung ist abgesunken, d.h. die Schwingung ist zum gekommen.

schneller

auf Null

hohen

Stillstand

☒ Überprüfen

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 23: Mittelwert und Auslenkung	0/5
Folie 24: Geometrischen Auslenkungen des Federpendels	0/4
Folie 25: Geometrischen Auslenkungen des Federpendels	0/4

Gesamtsumme



0/13



Lösungen



Wiederholen



Text exportieren