

SMARTexperiment - Mathematisches Pendel (12972-00)



Die Schüler sollen in diesem Versuch lernen, dass die Schwingungsdauer eines mathematischen Pendels nicht von der Masse abhängt, sondern von der Fadenlänge. Dieser Zusammenhang wird durch das Experimentieren mit drei Massestücken und Fadenlängen erkannt und abgefragt.

Physik

Mechanik

Schwingungen & Wellen



Schwierigkeitsgrad



Gruppengröße



Vorbereitungszeit



Durchführungszeit

This content can also be found online at:



<https://www.curriculab.de/c/684fd7a553503d0002962f1c>



Lehrerinformationen

Anwendung



Versuchsaufbau

Mathematisches Pendel

Das "mathematisches Pendel" oder auch Fadenpendel 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.

Die Dauer einer Schwingung T ist gleich dem Kehrwert der Frequenz der Schwingung f und die Frequenz f wiederum ergibt sich zum Quotienten von Eigenkreisfrequenz ω und 2π :

$$T = \frac{1}{f} \quad [s], \quad f = \frac{\omega}{2\pi} \quad [\frac{1}{s} \stackrel{\wedge}{=} s^{-1} \stackrel{\wedge}{=} Hz]$$

Sonstige Lehrerinformationen (1/2)

Vorwissen



Die Schüler sollten bereits die Erdbeschleunigung g und dessen gemittelten Wert $9,81 \text{ m/s}^2$ kennengelernt haben, da dieser Wert eine große Rolle in Bezug auf das mathematische Pendel spielt.

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)

Lernziel



Die Schüler sollen anhand mehrerer Messungen darauf schließen, dass die Masse keinen Einfluss auf die Schwingungsdauer des mathematischen Pendels hat, sondern die Fadenlänge. Aus dem Diagramm, welches sie erstellen, sollen sie herausfinden, dass T eine Funktion in Abhängigkeit von \sqrt{l} ist.

Aufgaben



Die Schüler ermitteln die Schwingungsdauer des mathematischen Pendels bei unterschiedlichen Massen und Fadenlängen durch selbstständiges Experimentieren. Danach überprüfen sie angeleitet, welche Zusammenhänge es zwischen den Größen gibt. Schließlich überprüfen sie eine fiktive Aussage eines Schülers über das mathematische Pendel und verbessern diese.

Sicherheitshinweise

PHYWE



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

PHYWE



Schülerinformationen

4/14

Motivation



Der Taipei 101 in Taiwan

Auch wenn man sie nicht immer direkt sieht, Pendel kommen in vielen Bereichen unseres täglichen Lebens vor.

Ob das einfache Newton Pendel, welches die Erhaltung der Energie veranschaulichen soll oder beispielsweise die Sekundenpendel großer Standuhren. In vielen Bereichen kommen Pendel zum Einsatz.

So zum Beispiel auch in Hochhäusern, welche sich in erdbebengefährdeten Gebieten befinden. Hier sorgen die Pendel dafür, dass die Schwingung mit der sich ein Hochhaus aufgrund der Anregung durch das Beben bewegt, austariert wird.

Aufgaben



Versuchsaufbau

1. Ermittle die Schwingungsdauer des mathematischen Pendels bei unterschiedlichen Massen und Fadenlängen.
2. Überprüfe, welche Zusammenhänge es zwischen den Größen gibt.
3. Überprüfe eine Aussage über das mathematische Pendel und verbessere sie.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Cobra SMARTexperiment - Mathematisches Pendel	12972-00	1

Aufbau (1/5)

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 (2/5)

- Schraube den Cobra SMARTsense Photogate Sensor auf den Standfuß (Abb. 1 + Abb. 2).
- Schiebe 2 Stangen (einmal mit Innengewinde und einmal mit Außengewinde) in die Ständer. Öffne dazu die gelben Klemmbügel (Abb. 3). Nachdem die Stangen eingeschoben sind, drücke die Klemmbügel nach unten. Überprüfe die feste Verbindung zwischen Ständer und Stange.



Abbildung 1



Abbildung 2



Abbildung 3

Aufbau (3/5)



Abbildung 4

- Schiebe eine Stange mit Innengewinde von oben in die Öffnung eines Standfußes, sodass sich das Gewinde am oberen Ende befindet. Drehe anschließend die Rändelschraube (Abb. 4[1]) fest, sodass die Stange fest arretiert ist (Abb. 4).
- Verlängere nun die montierte Stange durch Aufschrauben der noch übrigen Stange (mit Außengewinde) (Abb. 5).



Abbildung 5

Aufbau (4/5)



- Montiere die Fadenhalterung (Abb. 6[2]) mit Hilfe der Rändelschraube (Abb. 6[1]) am oberen Ende der Stange (Abb. 7).
- Schiebe nun die Skala von vorne auf die Fadenhalterung, und befestige diese mithilfe der Kunststoffschraube (Abb. 8).

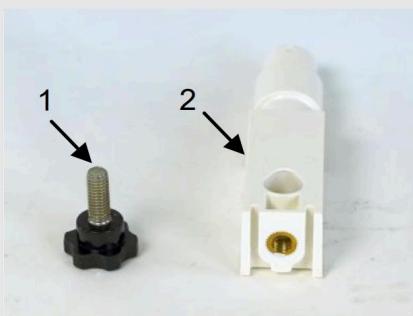


Abbildung 6



Abbildung 7



Abbildung 8

Aufbau (5/5)

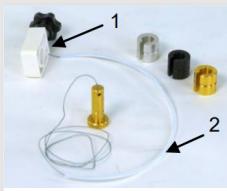


Abbildung 9

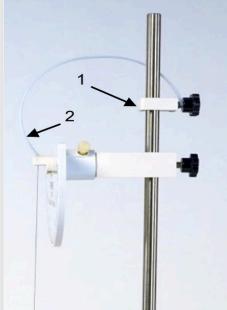


Abbildung 10

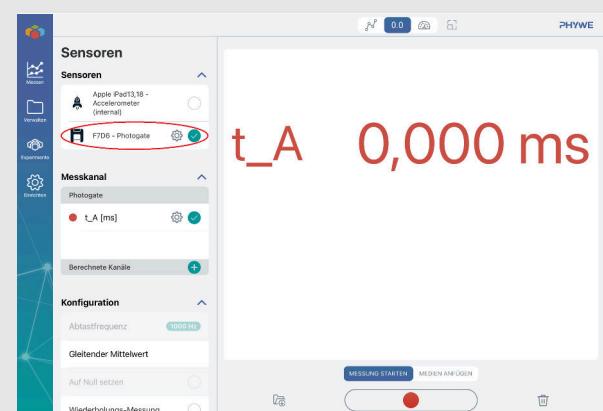
- Montiere den Faden mithilfe der Fadenbefestigung (Abb.9[1]). Befestige die Fadenbefestigung am oberen Ende der Stange und führe den Faden durch den Schlitz der Fadenhalterung, sodass das Röhrchen (Abb.9[2]) auf die Fadenhalterung aufstößt (Abb. 9).
- Platziere den Sensor zwischen die Stangen des Standfußes und positioniere ihn so, dass sich der Faden in der Mitte der Lichtschranke befindet (Abb. 11). Kürze ggf. den Pendelfaden, indem oben der Faden aus dem Röhrchen gezogen wird und um die Rändelschraube (Abb.11 [1]) der Fadenbefestigung gewickelt wird.



Abbildung 11

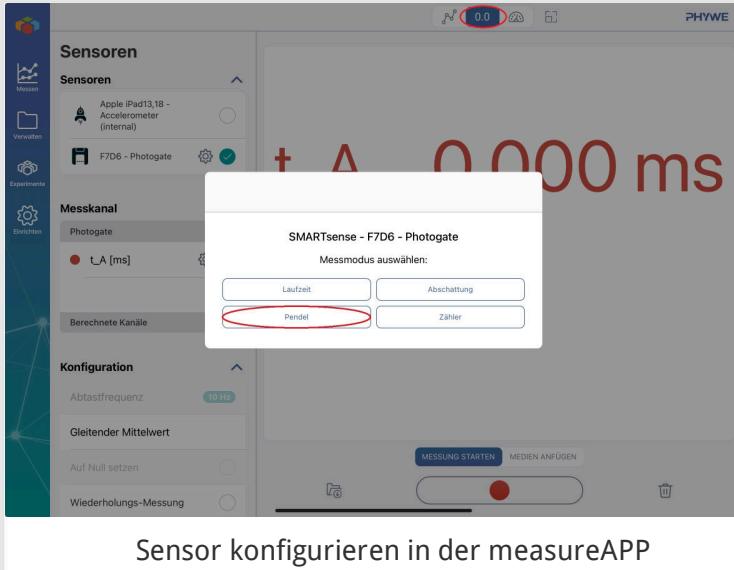
Durchführung (1/4)

- Schalte die Lichtschranke ein, indem Du für mehrere Sekunden den Power-Button drückst.
- Nach erfolgreichem Einschalten siehst Du eine LED blinken.
- Starte die measureAPP. Tippe auf den Reiter "Sensoren" und wähle die Lichtschranke aus.



Sensor auswählen in der measureAPP

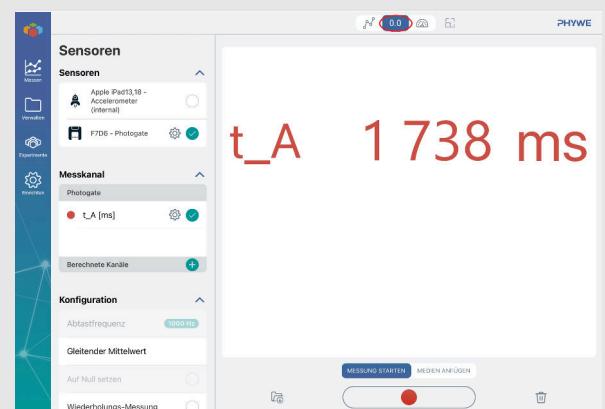
Durchführung (2/4)



- Wähle im nun erscheinenden Menü "Pendel" aus.
- Schalte anschließend oben noch die digitale Messwertanzeige ein.

Durchführung (3/4)

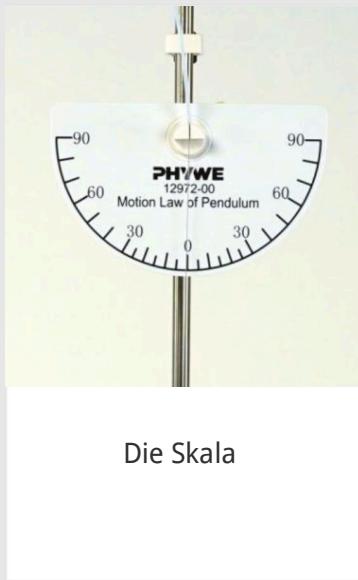
- Hänge eine der drei Massestücke an die Halterung am Ende des Fadens.
- Ziehe den Faden nun am Ende, an dem das Massestück hängt, nach oben, sodass der Faden waagerecht ist und die Skala 90° anzeigt.
- Lasse den Faden vorsichtig los, sodass er nicht angeschubst wird.
- Notiere die Schwingungsdauer in der Tabelle des Protokolls.
- Wiederhole diesen Vorgang für die beiden anderen Massestücke.



Schwingungsdauer messen in der measureAPP

Durchführung (4/4)

PHYWE



Die Skala

- Verkürze den Faden ein Stück wie es in Aufbau (5/5) beschrieben ist und verstelle die Fadenhalterung ein Stück nach unten um sicherzustellen, dass das Ende vom Faden wieder mittig in der Lichtschranke hängt.
- Wiederhole den Vorgang in Durchführung (3/4) nun für die andere Fadenlänge.
- Wiederhole den gesamten Vorgang (Durchführung (3/4) + Durchführung (4/4)) noch für eine andere Fadenlänge.

PHYWE



Protokoll

Tabelle

Fülle die Messwerttabelle aus. Kannst Du schon Zusammenhänge entdecken?

Massestück	Fadenlänge 1	Fadenlänge 2	Fadenlänge 3
------------	--------------	--------------	--------------

Aluminium			
Messing			
Kunststoff			

Aufgabe 1

Vergleiche die Schwingungsdauer des Pendels mit unterschiedlichen Massestücken, bei gleicher Fadenlänge. Was fällt dabei auf?

- Die Schwingungsdauer ist bei dem Massestück aus Kunststoff am höchsten.
- Die Schwingungsdauer ist gleich, trotz unterschiedlicher Massestücke.
- Die Schwingungsdauer ist bei dem Massestück aus Messing am niedrigsten.

Überprüfen

Vergleiche die Schwingungsdauer des Pendels mit unterschiedlichen Fadenlängen, aber gleichen Massestücken. Was fällt dabei auf?

- Die Schwingungsdauer ist gleich, trotz unterschiedlicher Fadenlängen.
- Die Schwingungsdauer ändert sich, wenn sich die Fadenlänge ändert.
- Die Schwingungsdauer ändert sich nicht, weil die Masse gleich bleibt.

Überprüfen

Aufgabe 2

Was kann nun aus den Erkenntnissen der ersten Aufgabe gefolgt werden?

- Die Masse hat keinen Einfluss auf die Schwingungsdauer.
- Durch das Material des Massestücks wird auch die Schwingungsdauer beeinflusst.
- Die Fadenlänge beeinflusst die Schwingungsdauer.

Überprüfen

Erstelle nun zwei Diagramme, aus den Werten von zwei Massestücken. Auf die x-Achse kommt die Fadenlänge und auf die y-Achse die Schwingungsdauer. Wie könnten die beiden Größen zusammenhängen?

- $T \sim l$
- $T \sim l^2$
- $T \sim \sqrt{l}$

Überprüfen

Aufgabe 3

Ein Schüler behauptet: „Wenn ich ein Pendel mit doppelt so langer Schnur baue, dann dauert eine Schwingung doppelt so lange.“ Überprüfe diese Aussage mit Hilfe der mathematischen Formel für die Schwingungsdauer eines mathematischen Pendels und berechne, wie sich die Schwingungsdauer verändert, wenn die Fadenlänge verdoppelt wird.

$$\text{Ansatz: } T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Wenn die Fadenlänge verdoppelt wird, verändert sich die Schwingungsdauer um den Faktor von .

Überprüfen

Folie	Punktzahl / Summe
Folie 21: Mehrere Aufgaben	0/2
Folie 22: Mehrere Aufgaben	0/3
Folie 23: Anwendungsaufgabe	0/2

Gesamtsumme**0/7** Lösungen Wiederholen Text exportieren