

Schraubenfederpendel



Physik

Mechanik

Schwingungen & Wellen



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

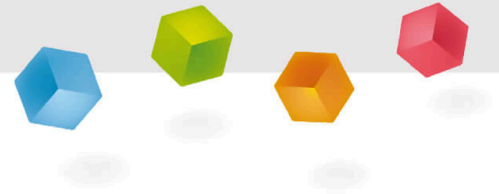
10 Minuten

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/5f1febd2a680cb0003fd1ce9>

PHYWE



Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau des
Schraubenfederpendels

Wie aus vorangegangenen Versuchen bereits hervorgeht, besitzt jede Feder eine eigene Federkonstante k , die sich mit Hilfe der Federkraft F und der Auslenkung der Feder y wie folgt beschreiben lässt:

$$F = k \cdot y$$

Wird die Feder mit einer Masse m beschwert und aus der Ruhelage ausgelenkt, so wird die Masse entsprechend der Federkraft zurückbeschleunigt:

$$m \cdot \ddot{y} = -k \cdot y \Rightarrow \ddot{y} + \frac{k}{m} \cdot y = 0$$

Lösen der linearen homogenen Differentialgleichung mit dem Exponentialansatz liefert dann die ungedämpfte Eigenkreisfrequenz ω_0 bzw. die Schwingungsdauer T .

Sonstige Lehrerinformationen (1/2)

Vorwissen



Die Schüler sollten grundlegende Kenntnisse zur Bestimmung der Federkonstante und dem Hookeschen Gesetz erlernt haben sowie Erfahrungen mit schwingenden Systemen gemacht haben.

Prinzip



Eine Feder mit Federkonstante k , die mit einer Masse m beschwert und ausgelenkt wird, schwingt mit einer Eigenkreisfrequenz ω_0 bzw. einer Periodendauer T :

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \Leftrightarrow T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Sonstige Lehrerinformationen (1/2)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollten grundlegende Kenntnisse zur Bestimmung der Federkonstante und dem Hookeschen Gesetz erlernt haben sowie Erfahrungen mit schwingenden Systemen gemacht haben.

Prinzip



Eine Feder mit Federkonstante k , die mit einer Masse m beschwert und ausgelenkt wird, schwingt mit einer Eigenkreisfrequenz ω_0 bzw. einer Periodendauer T :

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \Leftrightarrow T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Sonstige Lehrerinformationen (2/2)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler sollen an einem Schraubenfederpendel ermitteln, inwiefern die Schwingungsdauer T abhängt von der belastenden Masse m und der Federkonstante k der Feder.

Aufgaben



Die Schüler sollen:

1. Die Schwingungsdauer T eines Federpendels für unterschiedliche Massen m an zwei Federn mit unterschiedlicher Federkonstante k ermitteln.
2. Eine Beziehung zwischen den drei Größen T , m und k herstellen.

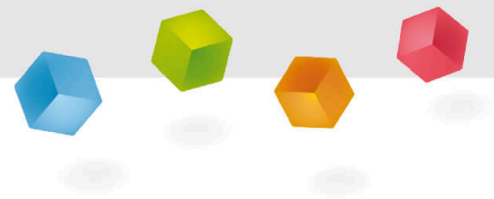
Sicherheitshinweise

PHYWE



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

PHYWE



Schülerinformationen

Motivation

PHYWE



Schraubenfedern

Hast du schon einmal einen genauen Blick hinter die Reifen eines Autos geschaut? Dann hast du höchswahrscheinlich schon einmal eine derartige Feder gesehen, wie sie in der Abbildung dargestellt ist.

Diese Federn werden in Fahrzeugen eingebaut um die Unebenheiten der Straße auszugleichen und somit den Fahrkomfort zu steigern. Wird eine derartige Feder angeregt, so neigt sie jedoch dazu zu schwingen. Diese Dauer der Schwingung möchte man allerdings möglichst kurz halten.

Doch wie kann man diese Schwingungsdauer beeinflussen? Diesen Aspekt wirst du im folgenden Versuch genauer untersuchen.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Stativfuß, teilbar, für 2 Stangen, d ≤ 14 mm	02001-00	1
2	Stativstange, Edelstahl, l = 600 mm, d = 10 mm	02037-00	1
3	Stativstange, Edelstahl, l = 250 mm, d = 10 mm	02031-00	1
4	Doppelmuffe, für Kreuz- oder T-Spannung	02043-00	1
5	Gewichtsteller für Schlitzgewichte, 10 g Bauart PHY	02204-00	1
6	Schlitzgewicht, schwarzlackiert, 10 g Bauart PHY	02205-01	4
7	Schlitzgewicht, schwarzlackiert, 50 g Bauart PHY	02206-01	3
8	Schraubenfeder, 3 N/m	02220-00	1
9	Schraubenfeder, 20 N/m	02222-00	1
10	Kraftmesser, transparent, 1 N	03065-02	1
11	Digitale Stoppuhr, 24 h, 1/100 s und 1 s	24025-00	1
12	Haltebolzen	03949-00	1

Material

PHYWE

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Stativfuß, teilbar, für 2 Stangen, d ≤ 14 mm	02001-00	1
2	Stativstange, Edelstahl, l = 600 mm, d = 10 mm	02037-00	1
3	Stativstange, Edelstahl, l = 250 mm, d = 10 mm	02031-00	1
4	Doppelmuffe, für Kreuz- oder T-Spannung	02043-00	1
5	Gewichtsteller für Schlitzgewichte, 10 g Bauart PHY	02204-00	1
6	Schlitzgewicht, schwarzlackiert, 10 g Bauart PHY	02205-01	4
7	Schlitzgewicht, schwarzlackiert, 50 g Bauart PHY	02206-01	3
8	Schraubenfeder, 3 N/m	02220-00	1
9	Schraubenfeder, 20 N/m	02222-00	1
10	Kraftmesser, transparent, 1 N	03065-02	1
11	Digitale Stoppuhr, 24 h, 1/100 s und 1 s	24025-00	1
12	Halteholzen	03919-00	1

Aufbau (1/2)

PHYWE

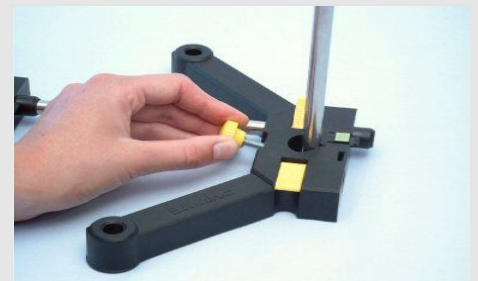
Verbinde die beiden Stativfußhälften mit der Stativstange (25 cm) und stelle die Verschlusshebel fest. Verschraube die zweigeteilte Stativstange zu einer langen Stativstange (60 cm), setze sie in die vordere Stativfußhälfte ein und befestige sie mit der Schraube.



Zusammenbau des Stativfußes



Verschrauben der Stativstangen



Befestigen mit Hilfe der Verschlussschraube

Aufbau (2/2)

PHYWE



Schraubenfeder in den Haltebolzen
einhängen

- Klemme die Doppelmuffe an die lange Stativstange.
- Befestige den Haltebolzen in der Doppelmuffe und hänge die Schraubenfeder (3 N/m) in die Bohrung des Haltebolzens ein.

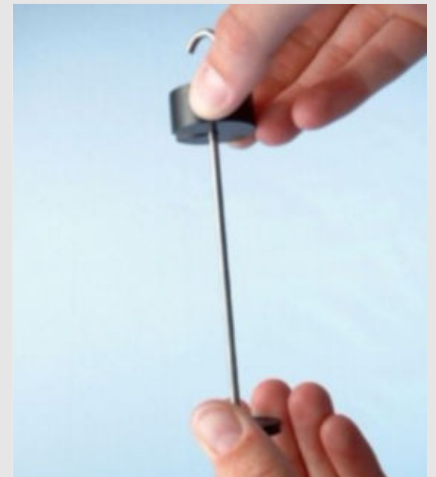
Durchführung (1/3)

PHYWE



Feder mit
unterschiedlichen Massen
 m belasten

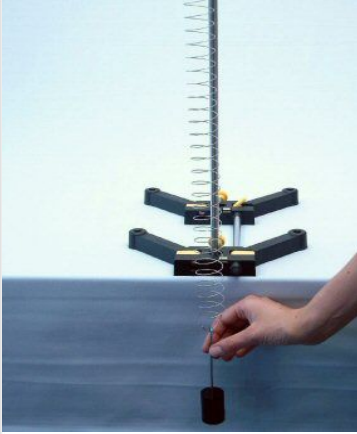
- Belaste die Feder nacheinander mit Massen m von 20, 40, 60, ..., 140 g einschließlich Gewichtsteller ($m = 10\text{ g}$).
- Um die Schlitzgewichte an den Gewichtsteller zu hängen, schiebe sie über dessen oberes Ende.



Gewichtsteller mit
Schlitzgewichten versehen

Durchführung (2/3)

PHYWE



Auslenken der Feder mit
der Federkonstante
 3 N/m

- Ziehe an der Schraubenfeder und lasse sie für jede angehängte Masse schwingen.
- Ermittle für jede Masse die für 10 Schwingungen benötigte Zeit t mit der Stoppuhr.
- Trage alle Messwerte in Tabelle 1 im Protokoll ein.

Durchführung (3/3)

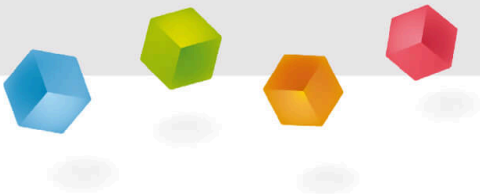
PHYWE



Auslenken der Feder mit
der Federkonstante
 20 N/m

- Verwende nun die Schraubenfeder 20 N/m und führe die zuvor beschriebenen Messungen erneut durch.
- Trage die erhaltenen Messwerte ebenfalls in Tabelle 1 im Protokoll ein.

PHYWE



Protokoll

Tabelle 1

PHYWE

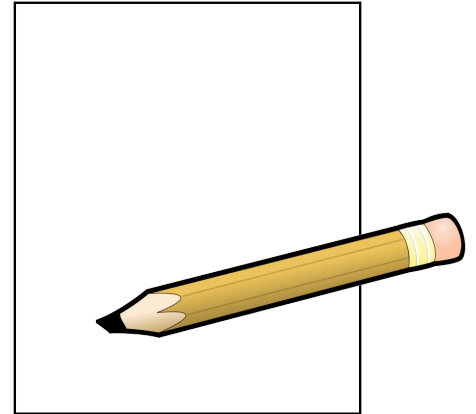
Trage deine Messwerte aus der Durchführung mit der 3 N/m Feder links in die Tabelle ein. Die Messwerte der 20 N/m trägst du rechts in die Tabelle ein. Berechne aus den Werten t für 10 Schwingungen jeweils die zugehörige Schwingungsdauer T und deren Quadrat T^2 und trage die Werte ebenfalls ein.

$m\text{ [g]}$	$t_3\text{ [s]}$	$T_3\text{ [s]}$	$T_3^2\text{ [s}^2\text{]}$	$t_{20}\text{ [s]}$	$T_{20}\text{ [s]}$	$T_{20}^2\text{ [s}^2\text{]}$
20						
40						
60						
80						
100						
120						
140						

Aufgabe 1

PHYWE

- Nimm Dir nun ein Blatt Papier zur Hand, auf dem du ein Diagramm erzeugst. In diesem Diagramm stellst du die Schwingungsdauer T (y -Achse) in Abhängigkeit der Masse m (x -Achse) dar. Erzeuge die Kurve sowohl für die 3 N/m Feder, als auch für die 20 N/m Feder.
- Trage anschließend auch das Quadrat der Schwingungsdauern T^2 (y -Achse) in Abhängigkeit der Masse m (x -Achse) dar. Erzeuge die Kurve wie zuvor für beide Federn.



Aufgabe 2

PHYWE

Betrachte das 1. Diagramm. Es zeigt T als Funktion der Masse m und der Federkonstante k . Was kannst du über den Einfluss von m und k auf die Schwingungsdauer sagen?

- ☐ Je kleiner die Masse m , desto größer ist die Schwingungsdauer T .
- ☐ Je kleiner die Federkonstante k , desto größer ist die Schwingungsdauer T .
- ☐ Je größer die Federkonstante k , desto größer ist die Schwingungsdauer T .
- ☐ Je größer die Masse m , desto größer ist die Schwingungsdauer T .

☒ Überprüfen

Aufgabe 3

PHYWE



Versuchsaufbau des
Schraubenfederpendels

Welche Erkenntnis erhältst du aus der Auftragung der Quadrate der Schwingungsdauer T^2 in Abhängigkeit der Masse?

☐ $T^2 \sim m$

☐ $m^2 \sim T$

☐ $T \sim \sqrt{m}$

☐ $m \sim \sqrt{T}$

☒ Überprüfen

Aufgabe 4

PHYWE



Versuchsaufbau des
Schraubenfederpendels

Welche Erkenntnis erhältst du aus der Auftragung der Quadrate der Schwingungsdauer T^2 in Abhängigkeit der Masse unter Berücksichtigung des Einflusses der Federkonstante?

☐ $T^2 \sim m \cdot k$

☐ $T^2 \sim m/k$

☐ $T \sim \sqrt{m \cdot k}$

☐ $T \sim \sqrt{m/k}$

☒ Überprüfen

Aufgabe 5

PHYWE

Gehen die Kurven in den Diagrammen 1 und 2 durch den Koordinatenursprung? Kannst du dir vorstellen, welche Ursache dafür verantwortlich ist?

- ☐ Die Kurven in beiden Diagrammen gehen nicht durch den Nullpunkt. Ursache dafür ist die Vernachlässigung der Federmasse m_f , welche anteilig auch in die Periodendauer eingeht.
- ☐ Die Kurven für die kleine Federkonstante geht durch den Ursprung.
- ☐ Die Kurven für die große Federkonstante geht durch den Ursprung.

☒ Überprüfen