

Potentielle Energie und Spannenergie



Physik

Mechanik

Kräfte, Arbeit, Leistung & Energie



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5f081ce4aaf8ed000359114b>

PHYWE



Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE

Die Kraft F zum Spannen einer Feder, ist laut dem Hookeschen Gesetz proportional zu der Auslenkung x

$$F = D \cdot x$$

Bei Belastung mit der Gewichtskraft F_G ist die Feder in der Ruhelage um eine Länge Δl ausgelenkt.

$$F = D \cdot \Delta l = m \cdot g = F_G$$

Ein einfacher Feder-Masse-Schwinger besitzt einen oberen und einen unteren Umkehrpunkt mit jeweiliger Schwingungsamplitude (hier Δl) zur Ruhelage. Im oberen Umkehrpunkt ist die gesamte Energie des Systems in der potentiellen Energie gespeichert, während sie im unteren vollständig in Spannenergie der Feder umgewandelt ist. Die Gesamtschwinghöhe h ist somit gleich der maximalen Auslenkung Δx der Feder:

$$h = \Delta x = 2 \cdot \Delta l$$

Sonstige Lehrerinformationen (1/2)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollten bereits ein grundlegendes Verständnis über die Wirkweise von Kräften und wie man diese mit Hilfe eines Kraftmessers bestimmt, entwickelt haben.

Prinzip



Die Gesamtenergie eines geschlossenen Systems verändert sich mit der Zeit nicht. Diese Tatsache beruht auf dem Energieerhaltungssatz. Energie kann zwar zwischen diversen Energieformen umgewandelt werden, geht allerdings nie verloren. Zusätzlich kann in ein geschlossenes System Energie hineingebracht oder herausgeholt werden.

Die SI-Einheit der Energie W (oder E) ist Joule: $1 J = 1 Nm$

Die Spannenergie einer Schraubenfeder beträgt: $W = \frac{1}{2} \cdot D \cdot x^2 = \frac{1}{2} \cdot F \cdot x$

Sonstige Lehrerinformationen (2/2)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler sollen erlernen, dass Energie nie verloren geht, sondern bloß umgewandelt wird. Zusätzlich sollen sie mit Hilfe des Energieerhaltungssatzes die Spannenergie einer Schraubenfeder ermitteln und herausfinden, dass diese proportional zum Quadrat der Auslenkung ist.

Aufgaben



1. Ermitteln, welche Kraft zum Heben einer Masse und welche zum Spannen einer Feder erforderlich ist.
2. Eine Feder mit einer Masse belasten und diese Fallen lassen.
3. Die in einer gespannten Feder steckende Energie bestimmen.

Sicherheitshinweise

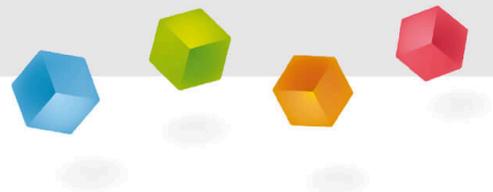
PHYWE



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

PHYWE

Schülerinformationen



Motivation

PHYWE



Schraubenfeder als Stoßdämpfer am Motorrad

Bei einer Schraubenfeder lässt sich Energie in Form von Spannenergie speichern, indem die Feder gestaucht oder gestreckt wird. Dieses Prinzip machen sich auch beispielsweise Federstoßdämpfer an Fahrzeugen zu Nutze. Hierbei wird ein Stoß, welcher zum Beispiel von einer Bodenwelle verursacht wird, wortwörtlich abgefedert, wodurch der Stoß entsprechend sanft auf den Fahrer / die Beifahrer wirkt. Auch die mechanische Belastung der Karosserie hält sich dadurch in Grenzen.

In diesem Versuch wirst du dich mit der Umwandlung von einfachen Energieformen befassen. Zu diesem Zweck lernst du in welcher Wechselbeziehung die Hubenergie W_{hub} sowie die Spannenergie W_{spann} einer Schraubenfeder zu einander stehen.

Aufgaben

PHYWE



Untersuche in diesem Versuch den sogenannten Energieerhaltungssatz.

Bearbeite hierfür die folgenden Punkte:

- Beobachte, welche Kraft zum Heben einer Masse und welche Kraft zum Spannen einer Schraubenfeder erforderlich ist.
- Hänge eine Masse an eine Schraubenfeder und lasse sie an der Feder "fallen". Beobachte den Vorgang und deute ihn unter Verwendung des Energiebegriffs.
- Bestimme die Energie, die in einer gespannten Feder steckt, unter Anwendung des Energiesatzes.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Stativfuß, teilbar, für 2 Stangen, $d \leq 14$ mm	02001-00	1
2	Stativstange, Edelstahl, $l = 600$ mm, $d = 10$ mm	02037-00	1
3	Doppelmuffe, für Kreuz- oder T-Spannung	02043-00	2
4	Gewichtsteller für Schlitzgewichte, 10 g Bauart PHY	02204-00	1
5	Schlitzgewicht, schwarzlackiert, 10 g Bauart PHY	02205-01	3
6	Schraubenfeder, 3 N/m	02220-00	1
7	Kraftmesser, transparent, 2 N	03065-03	1
8	Haltebolzen	03949-00	1
9	Platte mit Skale	03962-00	1
10	Maßband, $l = 2$ m	09936-00	1
11	Glasrohrhalter mit Maßbandklemme	05961-00	1

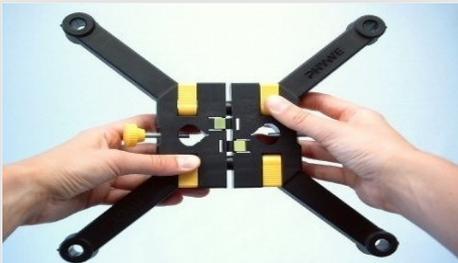
Aufbau (1/3)

PHYWE

Stecke die beiden Stativfußhälften zusammen.

Schraube dann die geteilte Stativstange zu einer langen zusammen.

Befestige die lange Stativstange senkrecht im Stativfuß.



Zusammenbau des Stativfußes



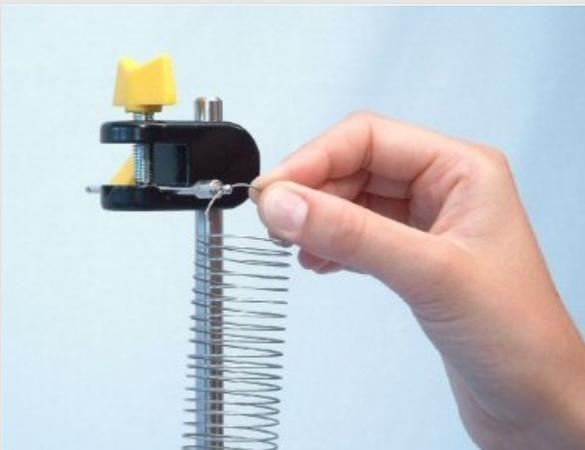
Verschrauben der Stativstange



Zusammenbau des Stativs

Aufbau (2/3)

PHYWE



Doppelmuffe an der Stativstange montieren

Befestige die Doppelmuffe oben an der Stativstange.

Fixiere dann den Haltebolzen in der Doppelmuffe.

Hänge die Schraubenfeder in das Loch des Haltebolzens ein.

Aufbau (3/3)

PHYWE



Maßband im
Glasrohrhalter befestigen

Klemme das ausgezogene Maßband mit Hilfe des Glasrohrhalters unten an die Stativstange.

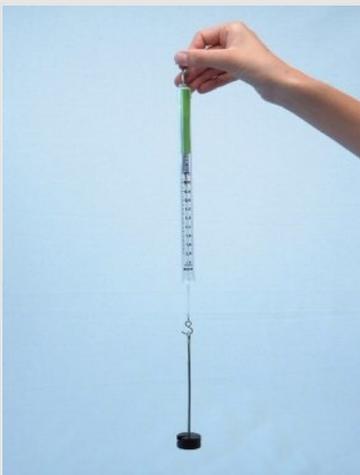
Stelle die Länge des Maßbandes so ein, dass die Null-Markierung mit dem unteren Ende der Schraubenfeder genau auf gleicher Höhe ist.



Einstellen der Maßbandes

Durchführung (1/6)

PHYWE



Belasten des Kraftmessers
mit $m = 40$

- Hebe nacheinander die Massen von $m = 10\text{ g}$, 20 g , 30 g , 40 g mit dem zuvor in Gebrauchslage auf Null justierten Kraftmesser an und trage die angezeigten Messwerte für die jeweilige Gewichtskraft F_G in die Tabelle im Protokoll ein.
- Befestige die Schraubenfeder möglichst hoch an der Stativstange.
- Ziehe mit dem Kraftmesser an der Feder nach unten und beobachte die Anzeige bei unterschiedlichen Auslenkungen.



Bestimmen der Federkraft

Durchführung (2/6)

PHYWE

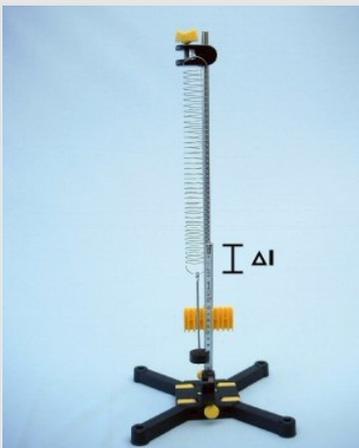
Einhängen der
Schraubenfeder

- Hänge jetzt eine Masse von 40 g an die Schraubenfeder und lasse sie "fallen". Beobachte den Vorgang.
- Senke den Aufhängepunkt so weit, dass die Masse im unteren Umkehrpunkt der Schwingung gerade den Tisch berührt.
- Halte die Masse dann fest, wenn sie die Tischfläche berührt, lasse sie danach wieder los und beobachte erneut den Vorgang.

Masse im unteren
Totpunkt

Durchführung (3/6)

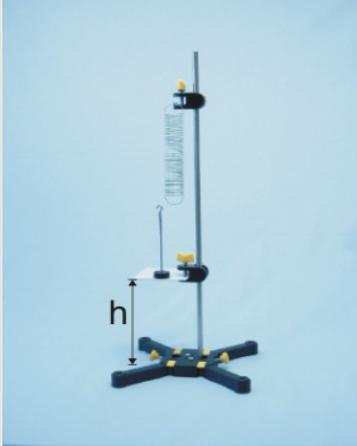
PHYWE

Bestimmen der Federkraft
bei unterschiedlichen
Auslenkungen

- Hänge den Gewichtsteller ($m = 10\text{g}$) an die Schraubenfeder und bestimme die Verlängerung der Feder.
- Erhöhe die Masse um jeweils 10 g bis max. 40 g und bestimme für jede Masse die Verlängerung Δl .
- Trage die Werte für Δl in die Tabelle im Protokoll ein.
- Berechne die Gesamtschwinghöhe gemäß $h = 2 \cdot \Delta l$ und trage diese Werte ebenfalls in Tabelle 1 ein.

Durchführung (4/6)

PHYWE

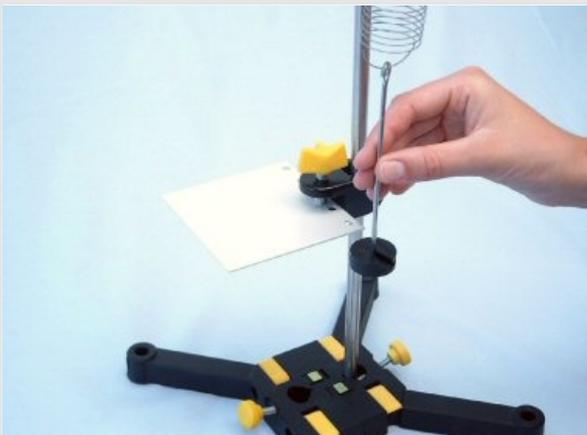


Masse auf die Platte heben

- Montiere die Platte mit Hilfe einer zweiten Doppelmuffe an Stelle des Maßbandes am Stativ.
- Stelle die Platte auf die Höhe h ein, die du für $m = 10\text{ g}$ ermittelt hast.
- Stelle die Masse $m = 10\text{ g}$ (Gewichtsteller) auf die Platte.
- Verschiebe den Aufhängepunkt für die Feder so, dass sich deren untere Öse gerade in der Höhe des Hakens am Gewichtsteller befindet.

Durchführung (5/6)

PHYWE



An Feder hängendenen Gewichtsteller fallen lassen

- Hänge jetzt den Gewichtsteller ($m = 10\text{ g}$) an die Feder und lasse ihn "fallen". Beobachte den Vorgang.
- Wiederhole das Experiment (3-mal) in gleicher Weise für die Massen $m = 20\text{ g}$, 30 g , 40 g
- Überprüfe für jedes Gewicht, dass die von dir ermittelte Gesamtschwinghöhe stimmt, indem die Masse gerade so fast mit der Tischfläche in Kontakt kommt (unterer Totpunkt).

Durchführung (6/6)

PHYWE

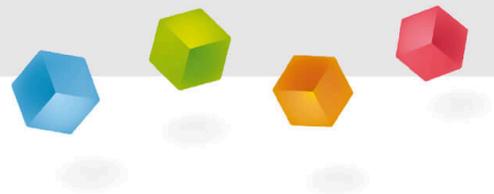


Demontage des Stativfußes

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

PHYWE

Protokoll

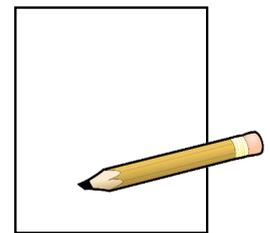


Tabelle

Trage die Auslenkungen Δl und die berechnete Gesamtschwinghöhe $h = 2 \cdot \Delta l$, sowie die entsprechende Gewichtskraft F_G und die zugehörige Hubenergie $W_{Hub} = F_G \cdot h$ in die Tabelle ein.

m [g]	Δl [cm]	h [cm]	F_G [N]	W_{Hub} [Ncm]
10				
20				
30				
40				

Skizziere auf einem Blatt Papier ein Diagramm mit der Gesamtauslenkung h auf der X-Achse und der Energie $W_{hub} = W_{spann}$ auf der Y-Achse.



Aufgabe 1

Welche Unterschiede beobachtest du beim Heben einer Masse und beim Dehnen einer Feder an der Kraftmesseranzeige?
Ziehe die Worte an die korrekte Position.

Die Kraft beim einer Masse ist unabhängig vom und für eine Masse, während bei der Auslenkung einer die Kraft mit der Auslenkung .

-
-
-
-
-

Überprüfen



Anheben einer Masse und Dehnen einer Feder, jeweils mit Hilfe eines Kraftmessers

Aufgabe 2

PHYWE



Masse im oberen Totpunkt

Wenn du diese Masse an der Feder "fallen" lässt, wird die potentielle Energie der Masse umgewandelt. Wie macht sich diese Tatsache bemerkbar?

- Die Spannenergie befördert die Masse zurück in die Ruhelage.
- Die potentielle Energie befördert die Masse zurück in den unteren Totpunkt.
- Die Masse verharrt im oberen Totpunkt.
- Das System schwingt.

✓ Überprüfen

Aufgabe 3

PHYWE



Masse im unteren Totpunkt

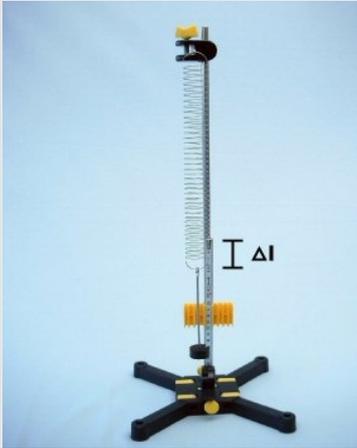
Wenn du diese Masse an der gespannten Feder los lässt, wird die Spannenergie umgewandelt. Wie macht sich diese Tatsache bemerkbar?

- Die Spannenergie befördert die Masse zurück in die Ruhelage.
- Die Spannenergie befördert die Masse zurück in den oberen Totpunkt.
- Die Masse verharrt im unteren Totpunkt.
- Das System schwingt.

✓ Überprüfen

Aufgabe 4

PHYWE



Auslenkung der Feder

Welcher Zusammenhang zwischen der Auslenkung und der Spannenergie der Feder wird anhand des von dir erstellten Diagramms deutlich?

- Die Spannenergie wächst quadratisch mit zunehmender Auslenkung.
- Die Spannenergie wächst nicht mit zunehmender Auslenkung.
- Die Spannenergie wird mit zunehmender Auslenkung geringer.
- Die Spannenergie wächst linear mit zunehmender Auslenkung.

[Überprüfen](#)

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 21: Heben einer Masse vs. Dehnen einer Feder	0/5
Folie 22: Potentielle Energie	0/2
Folie 23: Spannenergie	0/2
Folie 24: Auslenkung und Spannenergie	0/1

Gesamtsumme  0/10[Lösungen](#)[Wiederholen](#)[Text exportieren](#)