

Potentielle und kinetische Energie mit dem Timer 2-1



Physik

Mechanik

Energieerhaltung & Impuls



Schwierigkeitsgrad

schwer



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

20 Minuten

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5f2007dba680cb0003fd1da6>

PHYWE



Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau

Die Energie gehört zu den wichtigsten physikalischen Größen. Sie bestimmt unseren Alltag an vielen Stellen: Wir müssen Energie in Form von Nahrung aufnehmen und wir brauchen Energie, um mit dem Auto fahren zu können. Alle elektrischen Geräte wandeln Energie um, wir heizen unsere Häuser mit Energie und vieles mehr.

Ein Beispiel der Energieumwandlung ist die Nutzung potentieller Energie von Wasser in einem Stausee, die in kinetische Energie umgewandelt wird. Diese Bewegungsenergie des durch die Röhren hinab schießenden Wassers treibt schließlich die Turbinen und Generatoren an, welche die kinetische Energie dann in elektrische Energie umwandeln.

Sonstige Lehrerinformationen (1/2)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollten den Unterschied zwischen potenzieller und kinetischer Energie kennen sowie in der Lage dazu sein, Geschwindigkeiten aus Weg und Zeit zu berechnen. Die Schüler sollten selbstständig in der Lage sein, die Steigung eines näherungsweise linearen Verlaufes zu bestimmen.

Prinzip



Der Energieerhaltungssatz besagt, dass die Gesamtenergie eines abgeschlossenen Systems stets gleich groß ist und lediglich zwischen verschiedenen Energieformen gewandelt wird.

$$\Sigma E_i = E_{pot} + E_{kin} = m \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Sonstige Lehrerinformationen (2/2)

PHYWE

Lernziel



In diesem Versuch sollen die Schüler die Umwandlung potentieller Energie in kinetische Energie verstehen und dabei die Kernaussage des Energieerhaltungssatzes erkennen. Die Schüler sollen die Proportionalität der kinetischen Energie zum Quadrat der Geschwindigkeit $E_{kin} \propto v^2$ erkennen und den Proportionalitätsfaktor zu $m/2$ bestimmen.

Aufgaben



1. Die Schüler lassen einen Messwagen eine Strecke s hinabfahren und messen die Abschattzeit t . Mit Hilfe von t und der Breite der Abschattblende $b = 5 \text{ cm}$ bestimmen sie dann die Geschwindigkeit v .
2. Anschließend berechnen sie aus der Beschleunigungsstrecke s die potentielle Energie E_{pot} und tragen diese über v^2 auf. Die Steigung entspricht dem Faktor k , dessen Dimension bestimmt werden soll.

Sicherheitshinweise

PHYWE



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

PHYWE

Schülerinformationen



Motivation

PHYWE



Hoover Staudamm in Arizona

Die Energie gehört zu den wichtigsten physikalischen Größen. Sie bestimmt unseren Alltag an vielen Stellen: Wir müssen Energie in Form von Nahrung aufnehmen und wir brauchen Energie, um mit dem Auto fahren zu können. Alle elektrischen Geräte wandeln Energie um, wir heizen unsere Häuser mit Energie und vieles mehr.

Ein Beispiel der Energieumwandlung ist die Nutzung potentieller Energie von Wasser in einem Stausee, die in kinetische Energie umgewandelt wird. Diese Bewegungsenergie des durch die Röhren hinab schießenden Wassers treibt schließlich die Turbinen und Generatoren an, welche die kinetische Energie dann in elektrische Energie umwandeln. In diesem Versuch wird die potentielle Energie eines Messwagens in kinetische Energie umgewandelt.

Aufgaben

PHYWE



1. Lass den Messwagen durch seine Gewichtskraft beschleunigt über die Bahn fahren. Bestimme dann die Geschwindigkeit v des Messwagens im hinteren Streckenabschnitt indem du die Abschattzeiten t einer Lichtschranke für verschiedene Strecken s misst.
2. Berechne aus den Beschleunigungsstrecken s und der daraus resultierenden Höhendifferenz h des Gewichtes sowie der Masse m die umgewandelte potenziellen Energie und setze diese in Beziehung mit der quadrierten Geschwindigkeit v^2 .

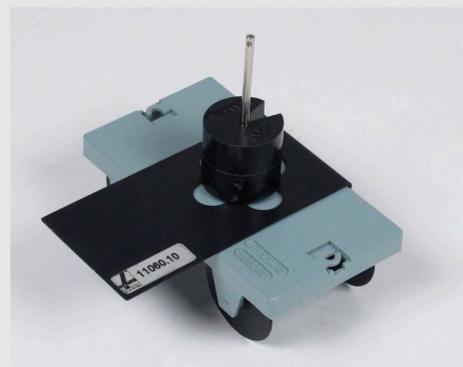
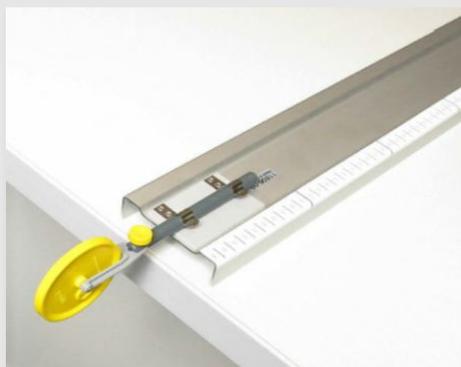
Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Mess- und Experimentierwagen	11060-00	1
2	Abschattblende für Messwagen	11060-10	1
3	Haltebolzen	03949-00	1
4	Bindfaden, Polyester, auf Röllchen, l = 200 m	02412-00	1
5	Gewichtsteller, silberbronziert, 1 g	02407-00	1
6	Schlitzgewicht, blank, 1 g	03916-00	4
7	Schlitzgewicht, schwarzlackiert, 10 g Bauart PHY	02205-01	4
8	Schlitzgewicht, schwarzlackiert, 50 g Bauart PHY	02206-01	3
9	Rolle, lose, d = 40 mm, mit Lasthaken	03970-00	1
10	Stiel für Rolle	02263-00	1
11	PHYWE Timer 2-1	13607-99	1
12	Gabellichtschanke compact	11207-20	1
13	Adapterplatte für Gabellichtschanke compact	11207-22	1
14	Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07363-01	1
15	Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, gelb Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07363-02	1
16	Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07363-04	1
17	Fahrbahn, l = 900 mm	11606-00	1

Aufbau (1/5)

PHYWE

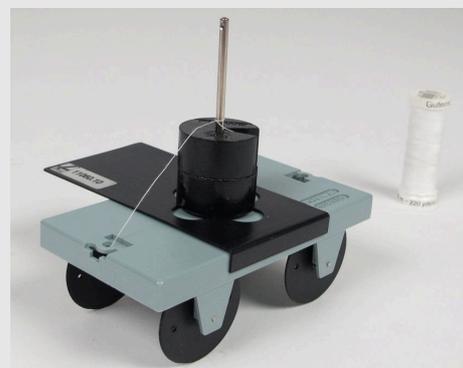
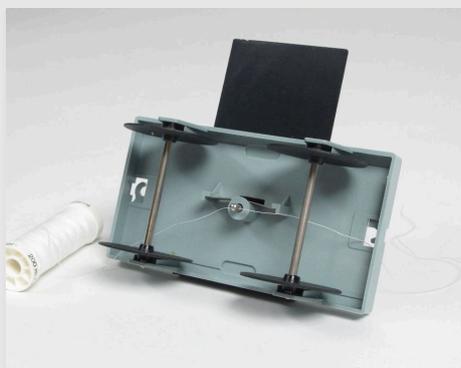
Verbinde die Umlenkrolle mit dem Haltestiel und schiebe den Stiel dann vorsichtig unter die Halteklammern am Ende der Fahrbahn. Hebe dazu die Halteklammern leicht mit den Fingern an. Positioniere die Fahrbahn am Ende vom Tisch, so dass die Rolle frei drehen kann.
Nimm den Messwagen, befestige daran den Haltebolzen, die Abschattblende und zwei 50 g Massen.



Aufbau (2/5)

PHYWE

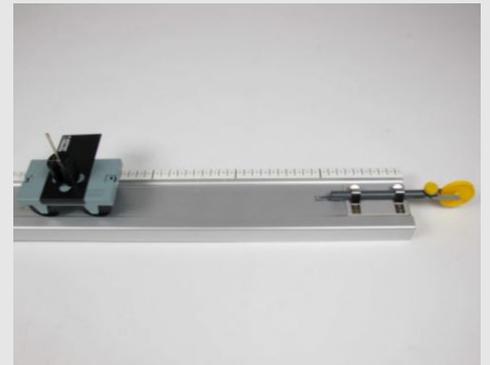
Neige die Bahn so, dass der leicht angeschobene Wagen mit möglichst gleichbleibender Geschwindigkeit weiterrollt. Stelle dazu die Stellschraube am anderen Ende der Fahrbahn auf Schlitzgewichte und justiere mit ihr die Steigung. Führe dann das Ende der Nähseide durch das Loch des Haltebolzens an der Unterseite des Wagens, führe es rückseitig durch auf die Oberseite des Wagens und knote es an den Haltebolzen.



Aufbau (3/5)

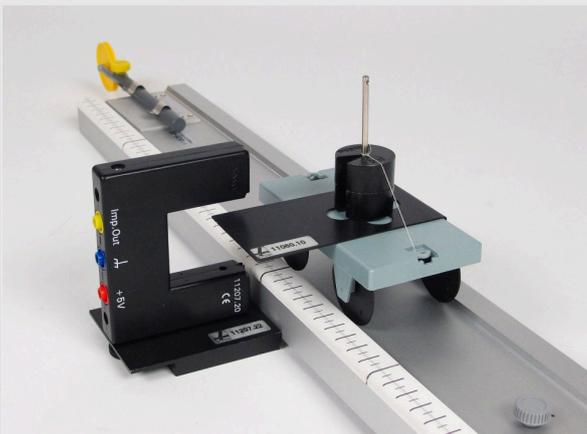
PHYWE

Knote das andere Fadenende an den 1-g-Gewichtsteller und beschwere ihn mit einem 10-g-Schlitzgewicht. Wähle die Fadenlänge so, dass der Gewichtsteller auf dem Fußboden aufkommt, wenn der Wagen sich etwa 15 cm vor Fahrbahnde befindet. Lege nun den Faden über die Rolle. Der Faden sollte nun oberhalb der Achse des Wagens und parallel zur Fahrbahn verlaufen.



Aufbau (4/5)

PHYWE



Adapterplatten mit Gabellichtschranke verbinden

Verbinde die Adapterplatte so mit der Gabellichtschranke, dass sich diese gut neben der Fahrbahn aufstellen lässt und die Blende am Wagen durch die Lichtschranke hindurch laufen kann, ohne anzustoßen.

Aufbau (5/5)

PHYWE

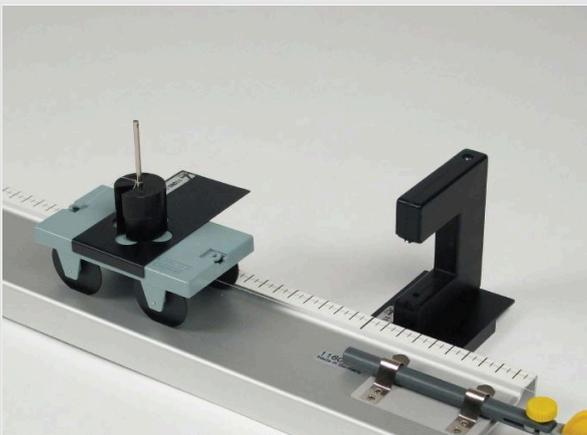


Lichtschanke und Zeitmessgerät verbinden

Verbinde die Lichtschranke mit dem Zeitmessgerät und stelle den Drehschalter auf die zweite Position von links. In dieser Messeinstellung misst die Lichtschranke die sogenannte Abschattzeit t , also die Dauer, für die die Blende beim Durchfahren der Schranke den Lichtstrahl unterbricht.

Durchführung (1/2)

PHYWE

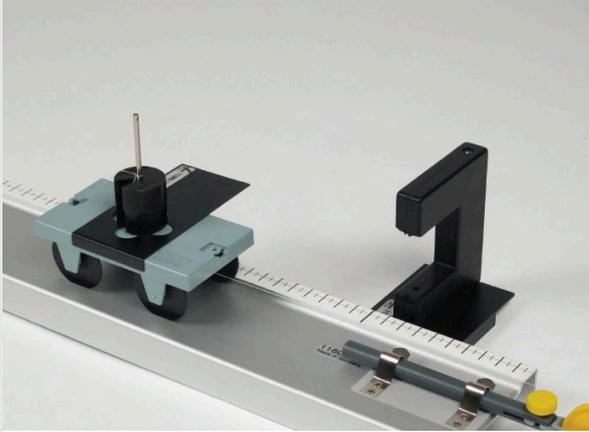


Versuchsaufbau

- Positioniere den Wagen an der Stelle auf der Bahn, an der der Gewichtsteller bei gespanntem Faden gerade den Fußboden berührt.
- Stelle die Lichtschranke so an der Fahrbahn auf, dass sie von der Blende baldmöglichst unterbrochen wird, nachdem das Gewicht den Boden erreicht hat.
- Schiebe den Wagen von dieser Stelle aus nun um die Strecke $s = 10 \text{ cm}$ bergauf. Dabei wird das Gewicht um dieselbe Strecke s angehoben. Jetzt ist also die Strecke s gleich der Höhe h des Gewichtes über dem Fußboden.

Durchführung (2/2)

PHYWE



Versuchsaufbau

- Prüfe, ob der Faden wirklich über die Umlenkrolle läuft und sich diese frei drehen lässt.
- Drücke den "Reset" Knopf am Timer 2-1, lass den Wagen ohne ihn anzustoßen los und fange ihn hinter der Lichtschranke auf.
- Lies die Abschattzeit t ab.
- Wiederhole die Messung und vergrößere dabei die Strecke s , um die du mit dem Wagen das Gewicht anhebst, in 10-cm-Schritten bis zu $s = 60 \text{ cm}$.
- Notiere alle resultierenden Messwerte in Tabelle 1 im Protokoll.

PHYWE

Protokoll



Tabelle 1

PHYWE

Trage die gemessenen Abschattzeiten t in der Tabelle ein.

Berechne aus den Abschattzeiten t und der Blendenbreite $b = 5 \text{ cm}$ die Endgeschwindigkeiten $v = b/t$ des Wagens. Trage die Werte in die zweite Spalte ein.

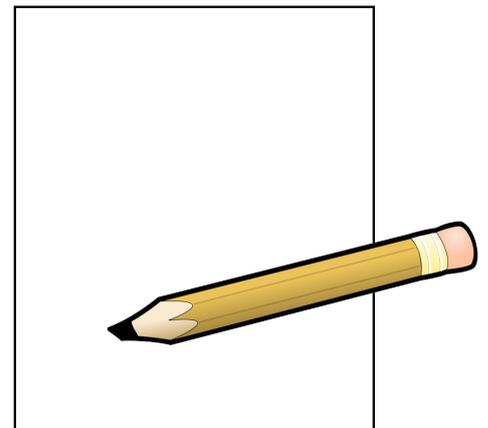
Berechne die potenzielle Energie $E_{pot} = m \cdot g \cdot h$ mit: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ und das Quadrat der erreichten Geschwindigkeiten v^2 .

$h \text{ [cm]}$	$t \text{ [s]}$	$v \text{ [cm/s]}$	$E_{pot} \text{ [Nm]}$	$v^2 \text{ [m}^2\text{/s}^2\text{]}$
10				
20				
30				
40				
50				
60				

Aufgabe 1

PHYWE

Nimm dir nun ein Blatt Papier zur Hand, auf dem du ein Diagramm erzeugst. In diesem Diagramm stellst du die potentielle Energie E_{pot} (y -Achse) in Abhängigkeit des Quadrats der Geschwindigkeit v^2 (x -Achse) dar.



Aufgabe 2

PHYWE

Welche Schlüsse lassen sich aus dem Kurvenverlauf ziehen, wenn berücksichtigt wird, dass die potenzielle Energie in kinetische Energie umgewandelt wurde und damit v^2 die kinetische Energie repräsentiert?

Da die Kurve durch den Ursprung geht, hat der Wagen keine kinetische Energie, wenn er sich nicht bewegt.

Die Linearität zeigt, dass die kinetische Energie E_{kin} proportional zum Geschwindigkeitsquadrat ist $E_{kin} \sim v^2$.

✓ Überprüfen

Aufgabe 3

PHYWE

Ermittle den Wert der gesamten beschleunigten Masse $m_{ges} = m_W + m_G$ (m_W : Wagenmasse; m_G : Masse des Zuggewichtes).

Hinweis: Der leere Wagen hat eine Masse von 42 g, der Haltebolzen hat eine Masse von 7 g und die Abschattblende hat eine Masse von 10 g. Trage den resultierenden Wert ein.

$m_{ges} =$

Bestimme die Steigung k der Kurve aus dem Diagramm (E_{pot} gegen v^2) und trage den Zahlenwert ein.

Mach dir Gedanken, welche physikalische Dimension die Steigung hat und notiere diese ebenfalls.

$k =$

Aufgabe 4

PHYWE



Versuchsaufbau

Welche Einheit hat die Steigung k ?

 kg/m^3 kg m/s Ncm Überprüfen

Aufgabe 5

PHYWE

Vergleiche den Wert der Steigung mit der gesamten beschleunigten Masse.
Die beschleunigte Masse ...

 ...ist etwa halb so groß wie der Wert der Steigung. ...steht in keiner erkennbaren Relation zum Wert der Steigung. ...ist etwa doppelt so groß wie der Wert der Steigung. ...ist etwa so groß wie der Wert der Steigung. Überprüfen

Aufgabe 6

PHYWE

Nimm an, für die kinetische Energie gelte $E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ und diese sei gleich der potenziellen Energie $E_{pot} = m \cdot g \cdot h$.

Dann lassen sich aus den Messdaten des Experiments Werte für die beschleunigte Masse m_{exp} bestimmen, indem die Gleichung $\frac{1}{2} \cdot m_{exp} \cdot v^2 = E_{pot}$ nach m_{exp} aufgelöst wird.

Berechne damit m_{exp} exemplarisch für einige Messreihen.

Lässt sich durch das Experiment das angenommene Gesetz $E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ bestätigen?

Ja, das Experiment hat die Gleichung bestätigt.

Nein, das Experiment hat die Gleichung nicht bestätigt.

Überprüfen

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 20: Rückschlüsse des Diagramms	0/2
Folie 22: Einheit von κ	0/1
Folie 23: Vergleich der Masse	0/1
Folie 24: Nachweis des Gesetzes	0/1

Gesamtsumme  0/5

 Lösungen

 Wiederholen

 Text exportieren