Kräfte und Wege am Stufenrad

Physik | Mechanik | Kräfte, Arbeit, Leistung & Energie

Schwierigkeitsgrad	Gruppengröße	Vorbereitungszeit	Durchführungszeit
mittel	2	10 Minuten	10 Minuten

This content can also be found online at:

http://localhost:1337/c/5f081cafaaf8ed0003591145

PHYWE
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

PHYWE

Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE

Versuchsaufbau zum Stufenrad

Das Stufenrad ist -wie der Name bereits andeutet- ein Rad mit einem Absatz. Dieser Absatz, auch Stufe genannt, hat einen kleineren Durchmesser als das eigentliche Rad.

Belastet man nun den Absatz mit einer Last, so erzeugt diese ein Moment um den Mittelpunkt des Rades. Im statischen Fall wirkt diesem Moment ein aus der entgegenwirkenden Kraft und dem Radius des Rades resultierendes Moment entgegen.

Die Summe der Momente wäre also laut den Gesetzen der Statik gleich null.

$$\Sigma M_i = 0 = Last \cdot Lastarm - Kraft \cdot Kraftarm$$

PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Sonstige Lehrerinformationen (1/2)

PHYWE

Vorwissen

Die Schüler sollten ein grundlegendes Verständnis von Kräften haben und in der Lage sein, die Gewichtskraft eines Körpers mit Hilfe eines Federkraftmesser zu bestimmen. Zusätzlich sollten sie bereits Grundkenntnisse über die Entstehung und die Wirkweise von Momenten entwickelt haben.

Prinzip

Laut den Gesetzen der Mechanik ist ein System dann in Ruhe, wenn sich die Summe aller Kräfte und Momente zu null ergibt. Dieser Sonderfall ist grundlegender Bestandteil der Statik. In diesem Versuch soll die Summe der Momente am Stufenrad ins Gleichgewicht gebracht werden.

$$\Sigma M = 0$$

Sonstige Lehrerinformationen (2/2)

PHYWE

Lernziel

Die Schüler sollen am Beispiel eines Stufenrades ermitteln, dass hier dieselben mechanischen Gesetzen wirken wie im statischen Fall des Hebels.

Aufgaben

1. An einem Stufenrad werden diejenigen Kräfte gemessen, welche bei unterschiedlichen Massen als Last ein Gleichgewicht bewirken.
2. Am Stufenrad sollen Kraft- und Lastarm ausgemessen werden und die Produkte $Last \cdot Lastarm$ und $Kraft \cdot Kraftarm$ gebildet werden.

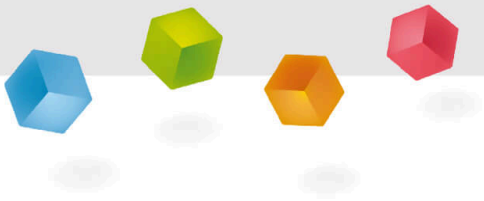
PHYWE
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Sicherheitshinweise

PHYWE

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

PHYWE



Schülerinformationen

PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Motivation

Gangschaltung eines Fahrrades

Wer schon mal einen steilen Berg mit dem Fahrrad hochgefahren ist, weiß die Gangschaltung am Fahrrad sehr zu schätzen. Hierbei wird die aufzuwendende Kraft deutlich verringert.

Die Zahnräder vorne und hinten bilden dabei zusammen ein sogenanntes Stufenrad, bei dem durch geeignete Wahl der Durchmesser zueinander die Trittkraft und die Tretgeschwindigkeit im Wechselspiel miteinander an die gegebenen Bedürftnisse angepasst werden können. Weitere alltägliche Anwendungsbeispiele des Stufenrades sind unter Anderem Fahrzeuggetriebe.

In diesem Versuch wirst du die Wirkweise eines Stufenrades kennen lernen.

Aufgaben

Untersuche die an einem Stufenrad wirkenden Kräfte und Momente. Gehe hierzu wie folgt vor:

- Ermittle an einem Stufenrad die Kraft, die jeweils bei verschiedenen angehängten Lasten zur Einstellung des Gleichgewichtes erforderlich ist.
- Miss den Last- und Kraftarm des Stufenrades, bilde die Produkte aus $Last \cdot Lastarm$ bzw. $Kraft \cdot Kraftarm$ und vergleiche diese miteinander.

PHYWE
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

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, zweigeteilt, verschraubbar	02035-00	1
3	Stativstange, Edelstahl, l = 250 mm, d = 10 mm	02031-00	1
4	Doppelmuffe, für Kreuz- oder T-Spannung	02043-00	1
5	Stufenrad	02360-00	1
6	Gewichtsteller für Schlitzgewichte, 10 g Bauart PHY	02204-00	1
7	Schlitzgewicht, schwarzlackiert, 10 g Bauart PHY	02205-01	4
8	Schlitzgewicht, schwarzlackiert, 50 g Bauart PHY	02206-01	3
9	Kraftmesser, transparent, 2 N	03065-03	1
10	Welle, d = 12 mm, l = 45 mm	02353-00	1
11	Messschieber (Schieblehre), Kunststoff	03011-00	1
12	Angelschnur, auf Röllchen, d = 0,7 mm, 20 m	02089-00	1

PHYWE
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Zusätzliches Material

PHYWE

Position	Material	Menge
1	Schere	1

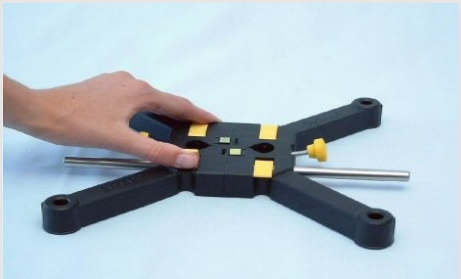
Aufbau (1/4)

PHYWE

Stecke den zweiteiligen Stativfuß zusammen und befestige die 25 cm lange Stativstange horizontal darin.

Verschraube dann die zweigeteilte Stativstange zu einer langen Stativstange.

Stecke die 60 cm lange Stativstange vertikal in den Stativfuß und fixiere sie mit der Schraube.



Stativfuß mit Stativstange

Stativstangen mit Gewinde

Befestigen der Stativstange

PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

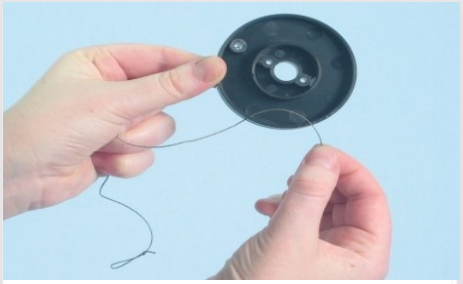
Aufbau (2/4)

PHYWE

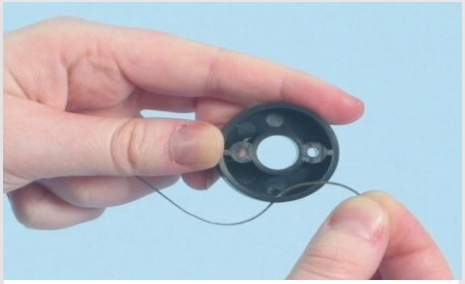
Ziehe je eine Schnur durch die beiden Scheiben des Stufenrades.

Sichere die Schnur mit einem Knoten gegen Durchrutschen.

Stecke die Welle von vorne durch das Stufenrad.



Schnur durch die Scheibe ziehen



Schnur gegen Durchrutschen sichern

Welle im Stufenrad montieren

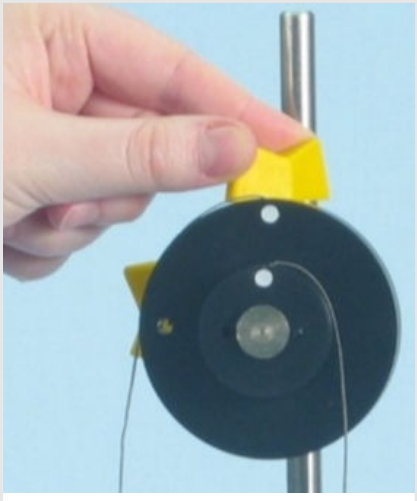
Aufbau (3/4)

PHYWE

Doppelmuffe an der Stativstange montieren

Montiere nun die Doppelmuffe am oberen Ende der langen Stativstange.

Klemme die Welle samt Stufenrad in die Doppelmuffe.



Befestigen von Welle und Stufenrad in der Doppelmuffe

PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Aufbau (4/4)

PHYWE

Befestigen des Kraftmessers

Benutze die Kurbel um die beiden Scheiben gegeneinander zu fixieren (beide weißen Punkte und somit die Austrittspunkte der Schnüre zusammen oben).

Lege beide Schnüre gegenläufig einmal um die jeweilige Scheibe des Stufenrades. Achte darauf, dass die Schnüre in der Rille des Rades liegen.

Befestige den Kraftmesser an der einen Angelschnur und den Gewichtsteller an der anderen. Die Schnur zum Kraftmesser soll dabei über die größere Scheibe laufen. Justiere den Kraftmesser kopfüber ohne Last auf Null.

Hänge den Haken des Kraftmessers in der kurzen Stativstange am Stativfuß ein.

Durchführung (1/2)

PHYWE

Bestimmen von F

- Belaste den Gewichtsteller mit vier 10 g Massestücken ($m_{ges} = 50\,g$).
- Miss die Kraft F, die zur Einstellung des Gleichgewichtes erforderlich ist.
- Erhöhe die Masse nacheinander auf 100 g, 150 g und 200 g und wiederhole die Messungen.
- Bestimme die Länge des Lastarmes l_l und des Kraftarmes l_f mit dem Messschieber (Radius der jeweiligen Scheibe).
- Notiere alle Messergebnisse in die Tabelle im Protokoll.

PHYWE
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Durchführung (2/2)

PHYWE

Demontage des Stativfußes

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

PHYWE

Protokoll

PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Tabelle

Trage die Werte der Kraft F in die Tabelle ein. Berechne die Gewichtskraft F_G aus den Massen m und ergänze mit den Werten die Tabelle. Berechne die Produkte $F_G \cdot l_l$ und $F \cdot l_f$ und trage die Ergebnisse in die Tabelle ein. Trage rechts deine Werte für l_l und l_f ein.

$m\ [g]$	$F\ [N]$	$F_G\ [N]$	$F_G \cdot l_l\ [Ncm]$	$F \cdot l_f\ [Ncm]$
50				
100				
150				
200				

$l_l =$ ____ cm

$l_f =$ ____ cm

Aufgabe 1

Versuchsaufbau zur Ermittlung der wirkenden Kraft

Vergleiche die Ergebnisse der Produkte miteinander.

Was stellst du fest?

- ○ $F_G \cdot l_l > F \cdot l_f$
- ○ $F_G \cdot l_l = F \cdot l_f$
- ○ $F_G \cdot l_l < F \cdot l_f$

Überprüfen

PHYWE
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Aufgabe 2

PHYWE

Versuchsaufbau zur Ermittlung der wirkenden Kraft

Was kannst du daraus folgern?

- ○ Die wirkenden Momente sind immmer gleich groß, wenn das System im Gleichgewicht ist.
- ○ Das aufgrund der Last wirkende Moment ist immer größer als das Moment, welches aus der am Kraftmesser wirkenden Kraft resultiert.
- ○ Es lässt sich kein Zusammenhang ableiten.

Überprüfen

Aufgabe 3

PHYWE

Versuchsaufbau zur Ermittlung der wirkenden Kraft

In welchem Verhältnis steht der angezeigte Wert des Kraftmessers zur Gewichtskraft, also F/F_G?

- ○ $F \cdot F_G = l_l \cdot l_f$
- ○ $F/F_G = l_f/l_l$
- ○ $F/F_G = l_l/l_f$

Überprüfen

PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Folie	Punktzahl / Summe
Folie 19: Vergleich der Momente	0/1
Folie 20: Schlussfolgerung für die Momente	0/1
Folie 21: Verhältnis F/F_G	0/1

Gesamtsumme 0 / 3

Lösungen | Wiederholen | Text exportieren

PHYWE
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de