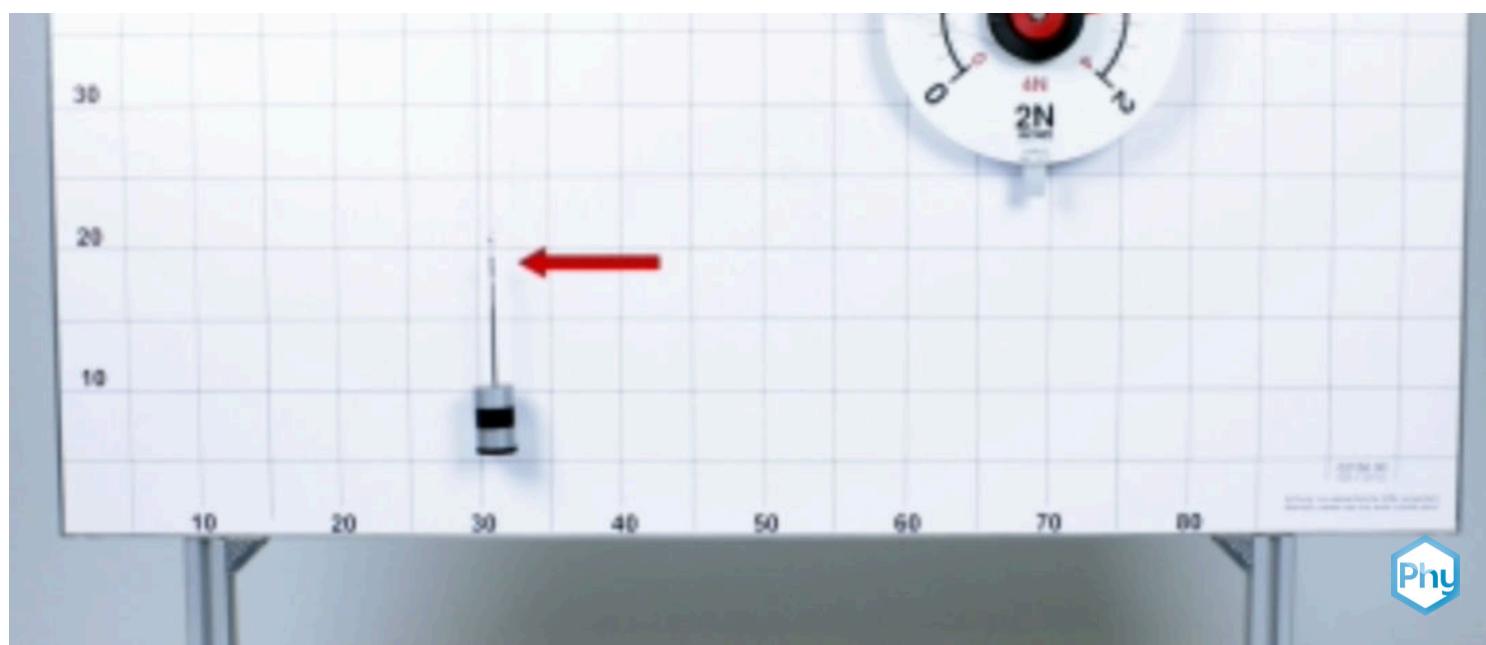


Wellrad



P1254100

Physik

Mechanik

Kräfte, Arbeit, Leistung & Energie



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

-



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

20 Minuten

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/6460d59be77b7c0002339bf9>

PHYWE

Allgemeine Informationen

Anwendung

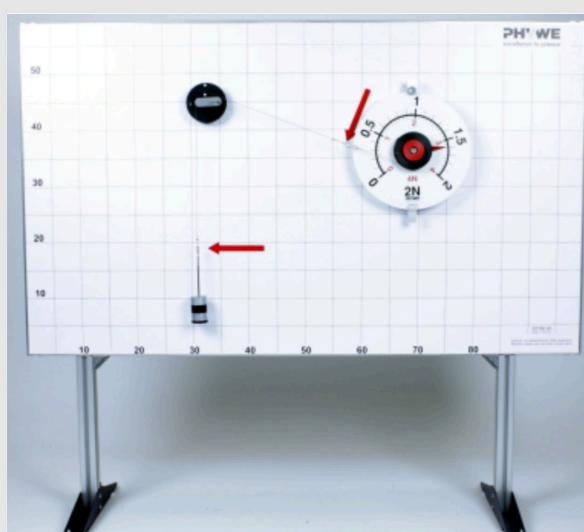
PHYWE

Abb. 1: Versuchsaufbau

Ein Wellrad ist eine einfache mechanische Maschine. Sie ist ein Kraftwandler. Wellräder bestehen aus einer Welle und einem darauf befestigten Rad. Mit einem Wellrad lassen sich mit Zugelementen schwere Lasten hochheben.

Wellräder wurden früher häufig eingesetzt, um Wasser aus Brunnen an die Oberfläche zu fördern oder schwere Lasten mit Kränen anzuheben.

Sonstige Informationen (1/2)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler benötigen die Vorkenntnisse über "Wellräder". Die Schüler sollten wissen, unter welchen Bedingungen am Wellrad ein Gleichgewicht herrscht.

Prinzip



Es soll untersucht werden, unter welchen Bedingungen am Wellrad ein Gleichgewicht herrscht. Ferner soll untersucht werden, welche Zusammenhänge zwischen den Kräften, den Wegen und den Radien am Wellrad bestehen.

Sonstige Informationen (2/2)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler sollen bei diesem Experiment exemplarisch verstehen, wie das Wellrad aufgebaut ist und funktioniert.

Aufgaben



Die Schüler sollen die Gewichtskraft F_G , die Zugkraft F_1 , die Radien kleines Rads (r_2) und großes Rad (r_1), der Zugweg (s_2) und der Lastweg (s_1) messen, notieren und vergleichen. Abschließend sollen die Schüler Zusammenhänge zwischen den Kräften, den Wegen und den Radien am Wellrad entdecken.

Sicherheitshinweise

PHYWE



Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise für das sichere Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Theorie

PHYWE

Ein Wellrad ist eine einfache mechanische Maschine. Sie ist ein Kraftwandler. Wellräder bestehen aus einer Welle und einem darauf befestigten Rad. Mit einem Wellrad lassen sich mit Zugelementen schwere Lasten hochheben.

In der Gleichgewichtsbedingung gilt am Wellrad:

$$F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$$

r_1 = das Radium großes Rads ; r_2 = das Radium kleines Rads

F_1 = die Zugkraft großes Rads ; F_2 = die Zugkraft kleines Rads

So lautet die Gleichgewichtsbedingung für ein Wellrad mit zwei angreifenden Kräften, wenn die Kräfte F_1 und F_2 für eine Drehung in die entgegengesetzte Richtungen sorgen.

Material

| Position | Material | Art.-Nr. | Menge |
|----------|--|----------|-------|
| 1 | PHYWE Hafttafel mit Gestell, Demo Physik | 02150-00 | 1 |
| 2 | Welle auf Haftmagnet | 02151-04 | 1 |
| 3 | Torsionskraftmesser, 2 N/4 N | 03069-03 | 1 |
| 4 | Maßstab für Demo-Tafel | 02153-00 | 1 |
| 5 | Zeiger für Demo-Tafel, 4 Stück | 02154-01 | 1 |
| 6 | Gewichtsteller für Schlitzgewichte | 02204-01 | 1 |
| 7 | Schlitzgewicht, silberbronziert, 50 g | 02206-03 | 1 |
| 8 | Schlitzgewicht, silberbronziert, 50 g | 02206-03 | 1 |
| 9 | Stufenrad | 02360-00 | 1 |
| 10 | Angelschnur, auf Röllchen, d = 0,5 mm, 100 m | 02090-00 | 1 |
| 11 | Labor-Marker, abwaschbar, schwarz | 46402-01 | 1 |
| 12 | Schraubzwinge | 02014-01 | 2 |



Aufbau und Durchführung

Aufbau

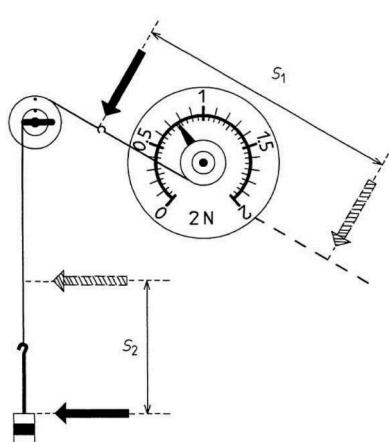


Abb. 2

- Versehe zwei Schnüre von etwa 50 cm und 40 cm Länge mit einer Schlaufe und fädele am Umfang des großen bzw. des kleinen Rades des Wellrades (Stufenrades) ein.
- Setze die Welle auf das Haftmagnet am oberen Ende der Demo-Tafel auf.
- Schraube die Welle aus der Gewindebohrung heraus, setze beide Riemscheiben auf und schraube die Welle wieder fest; verbinde mit der Kurbel anschließend beide Riemscheiben zu einem Stufenrad fest.
- Belaste den Gewichtsteller mit drei 50-g-Schlitzgewichten.

Durchführung (1/2)

PHYWE

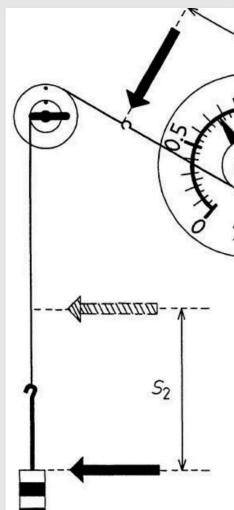


Abb. 3

- Setze den Kraftmesser auf die Demo-Tafel auf und messe die Gewichtskraft $F_G = F_2$ für den belasteten Gewichtsteller; notiere F_2 (1)
- Baue den Versuch entsprechend Abb. 2 auf; hänge den Gewichtsteller an die Schnur, die über das kleine Rad gewickelt ist, an.
- Messe die Kraft F_1 , die für das Gleichgewicht am Wellrad erforderlich ist; notiere F_1 und F_2 unter (2)
- Messe die zu F_1 und F_2 gehörenden Kraftarme r_1 und r_2 (oder mitteilen) und trage sie ebenfalls ein.
- Markiere die Lage des Gewichtstellers und des Hakens von der Zugschnur des Kraftmessers mit Pfeilen unterschiedlicher Farbe.

Durchführung (2/2)

PHYWE

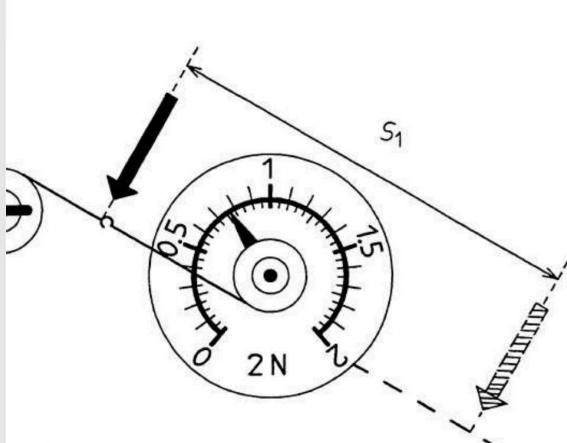


Abb. 4

- Bewege den Kraftmesser langsam und gleichförmig schräg nach unten (z. B. 45 cm weit); beobachte dabei den Ausschlag des Kraftmessers und notiere die erforderliche Zugkraft F_1 sowie $F_G = F_2$ unter (3).
- Markiere die jetzige Lage des Gewichtstellers und des Hakens der Zugschnur des Kraftmessers mit entsprechend farbigen Pfeilen.
- Zeichne und messe den Weg s_2 (Hubhöhe) der Last sowie Kraftweg s_1 an der Demo-Tafel ein und notiere die Messwerte unter (3)

PHYWE

Protokoll

Beobachtungen (1/2)

PHYWE
excellence in science

| kleines Rad | großes Rad |
|--------------------------------|--------------------------------|
| $r_2 = 3,5\text{cm}$ | $r_1 = 7,0\text{cm}$ |
| $F_2 = 1,54\text{N}$ | $F_1 = 0,77\text{N}$ |
| $r_2 \cdot F_2 = 5,4\text{Nm}$ | $r_1 \cdot F_1 = 5,4\text{Nm}$ |

Tab. 1

1. $F_G = F_1 = 1,54\text{N}$

2. Tabelle 1

3. Tabelle 2

Beobachtungen (2/2)

PHYWE

| kleines Rad | großes Rad |
|--------------------------------|--------------------------------|
| $r_2 = 3,5\text{cm}$ | $r_1 = 7,0\text{cm}$ |
| $F_2 = 1,54N$ | $F_1 = 0,80N$ |
| $s_2 = 15,0\text{cm}$ | $s_1 = 30,5\text{cm}$ |
| $F_2 \cdot s_2 = 23\text{Ncm}$ | $F_1 \cdot s_1 = 24\text{Ncm}$ |

Tab. 2

Auswertung (1/2)

PHYWE

Am Wellrad herrscht Gleichgewicht, wenn das rechtsdrehende und das linksdrehende Drehmoment gleich groß sind (vgl. Tabelle 1, letzte Zeile):

$$F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2.$$

bzw. sich die Kräfte umgekehrt wie die Radien verhalten:

$$r_1/r_2 = F_2/F_1$$

Verrichtet man mit Hilfe des Wellrades mechanische Arbeit, dann ist die aufzuwendende Kraft entsprechend dem Verhältnis der Radien zueinander kleiner als die Kraft, die überwunden werden muss – im Versuch die Gewichtskraft für die Last, an der Hubarbeit verrichtet wird.

Auswertung (2/2)

PHYWE

Aus (3) geht hervor, dass die aufgewendete Arbeit $F_1 \cdot s_1$ etwas größer ist als die verrichtete Arbeit $F_2 \cdot s_2$. Das ist auf die in der Praxis bei Bewegung stets auftretende Reibung am Lager der Rolle zurückzuführen.

Falls man die Reibung vernachlässigbar klein halten kann, gilt:

$$W_{aufg.} = F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot s_2 = W_{verr.}$$

Mit dem Wellrad kann man - wie bei anderen kraft-umformenden Einrichtungen - keine Arbeit sparen; aber das Verrichten der Arbeit kann in der Praxis mit dem Wellrad wesentlich erleichtert werden.

Anmerkungen

PHYWE

In der Literatur findet man für das Wellrad auch die Bezeichnung Stufenrolle oder Stufenrad. Die Anwendung des Wellrades konnte früher häufig im Alltag beobachtet werden: Bei Dorfbrunnen, bei Fähren, bei Winden unterschiedlicher Art werden Ketten oder Seile auf einer Welle aufgewickelt, indem ein Handrad mit viel größerem Durchmesser als der Durchmesser der Welle betätigt wird.

Bei der Behandlung des Wellrades darf nicht übersehen werden, dass die Schüler aufgrund der gleichen Einheit des Drehmoments und der Arbeit (Nm oder Ncm) Lernschwierigkeiten haben. Das sollte in der Unterrichtsplanung berücksichtigt werden.

Aufgabe

PHYWE

Der Wellrad ist im Gleichgewicht. Dabei ist F_1 50 N. r_1 ist 30 cm. r_2 ist 60 cm. Können Sie die F_2 berechnen?

100 N

50 N

25N

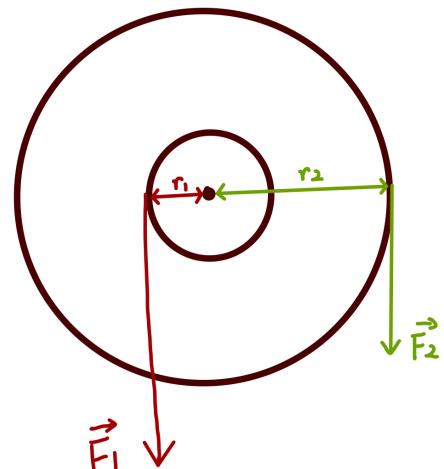


Abb. 5

Folie

Punktzahl / Summe

Folie 18: Wellrad im Gleichgewicht

0/1

Gesamtpunktzahl

0/1



Lösungen anzeigen



Wiederholen

11/11