

Zweiseitiger Hebel



Physik

Mechanik

Kräfte, Arbeit, Leistung & Energie



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

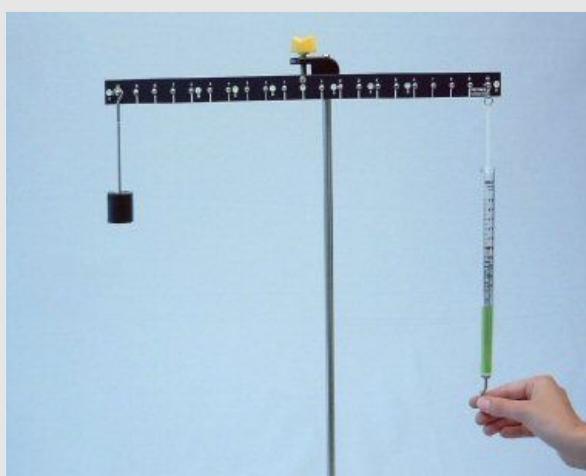
This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5eea153357a30b00037d7dda>



Lehrerinformationen

Anwendung



Versuchsaufbau zweiseitiger Hebel

Die Schüler haben bereits in vorhergehenden Versuchen verschiedene Kräfte ermittelt und ein Gefühl für das Kräftegleichgewicht bekommen. Nun soll den Schülern vermittelt werden, dass aus Kräften über einen Hebel auch Momente resultieren.

Weiterhin sollen die Schüler lernen, dass die jeweiligen Momente auch in einem Gleichgewicht stehen können, eben wie bei einer ausgeglichenen Balkenwaage.

Hebel werden täglich angewendet, ohne dass wir uns oftmals dessen bewusst sind. Einige wenige Beispiele sind jegliche Formen der Zangen, Schraubenschlüssel, Schubkarren, aber auch Türklinken, Wasserhähne oder die Bremse bzw. die Pedale am Fahrrad.

Sonstige Lehrerinformationen (1/2)

PHYWE

Vorwissen



Da es in diesem Versuch darum geht aus Kräften resultierende Momente zu bestimmen, sollten sich die Schüler bereits ein grundlegendes Verständnis rund um Kräfte und deren Bestimmung angeeignet haben.

Prinzip



Ist die Summe der Momente eines in einem beliebigen Drehpunkt gelagerten Hebels gleich null, so ist das Produkt der Kräfte und deren Hebelarme, die an diesem Hebel wirken gleich groß:

$$\Sigma M_{Drehpunkt} = 0$$

Anmerkung: Bei der experimentellen Überprüfung können geringfügige Abweichungen in den Massen dazu führen, dass der Hebel nicht exakt waagerecht bleibt.

Sonstige Lehrerinformationen (2/2)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler sollen an einem zweiseitigen Hebel das Gesetz

$$\text{“Kraft} \cdot \text{Kraftarm} = \text{Last} \cdot \text{Lastarm”}$$

erarbeiten und in Worten und einer Formel darstellen können.

Aufgaben



Die Schüler messen an einem zweiseitigen Hebel verschiedene Kombinationen aus Krat, Kraftarm, Last und Lastarm.

In einer Zusatzaufgabe kann der Begriff des Drehmomentes behandelt und das Hebelgesetz in der Form "Summe aller Momente = Null" dargestellt werden.

$$\Sigma M = 0$$

Sicherheitshinweise

 **PHYWE**

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



Schülerinformationen

4/15

Motivation

PHYWE



Wippe

Wie jeder weiß, macht das Wippen nur Sinn, wenn auf beiden Seiten Personen sitzen, die einigermaßen gleich viel wiegen. Ist dies nicht der Fall, muss improvisiert werden und die schwerere Person muss sich zum Beispiel deutlich kräftiger vom Boden abstoßen.

Eine Alternative dazu wäre es allerdings auch, dass die schwerere Person näher an den Dreh- und Angelpunkt heran rutscht. Der Grund hierfür liegt im sogenannten Hebelgesetz. Das bedeutet, dass sich die Drehmomente, also das Zusammenspiel von Gewichtskraft und Hebellänge, auf beiden Seiten idealerweise ausgleichen sollten.

In diesem Versuch lernst du was es mit dem Hebelgesetz bei einem zweiseitigen Hebel auf sich hat.

Aufgaben

PHYWE



Erarbeite dir das Prinzip des zweiseitigen Hebels:

- Belaste eine Seite des Hebels mit einer Masse und bringe ihn mit einem Kraftmesser auf der anderen Seite in die waagerechte Lage.
- Variiere zunächst die Position der Masse und anschließend die des Kraftmessers.
- Miss die jeweils auftretenden Kräfte und Längen.

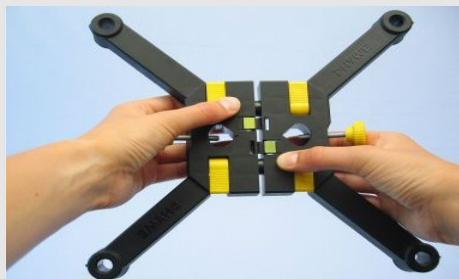
Material

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	Hebel	03960-00	1
4	Doppelmuffe, für Kreuz- oder T-Spannung	02043-00	1
5	Gewichtsteller für Schlitzgewichte, 10 g Bauart PHY	02204-00	2
6	Schlitzgewicht, schwarzlackiert, 10 g Bauart PHY	02205-01	4
7	Schlitzgewicht, schwarzlackiert, 50 g Bauart PHY	02206-01	1
8	Kraftmesser, transparent, 2 N	03065-03	1
9	Haltebolzen	03949-00	1

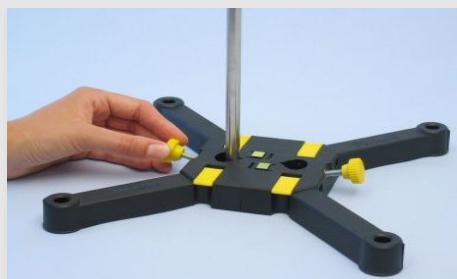
Aufbau (1/2)



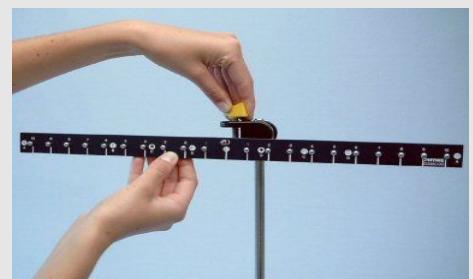
Baue mit dem Stativfuß und der Stativstange ein Stativ auf und befestige die Doppelmuffe an der Stativstange. Stecke den Haltebolzen mittig in den Hebel und befestige den Haltebolzen mit dem Hebel in der Doppelmuffe.



Montage des Fußes

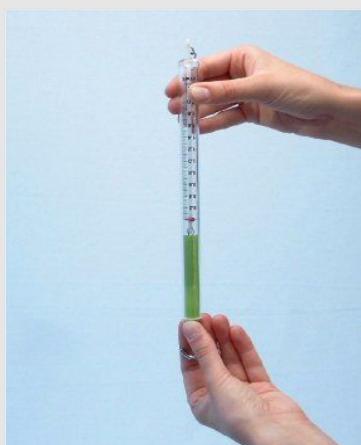


Stativfuß mit Stativstange



Befestigung des Hebels mit Hilfe der Doppelmuffe

Aufbau (3/3)

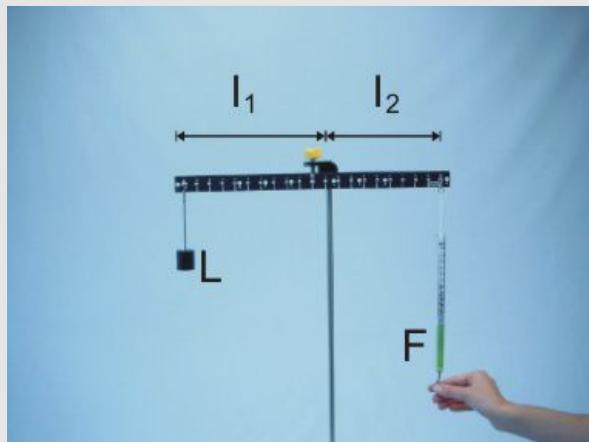


Justage des Kraftmessers

Justiere den Kraftmesser vor den Messungen kopfüber auf Null.
(Kopfüber: Nullpunkt der Skala unten)

Durchführung (1/4)

PHYWE

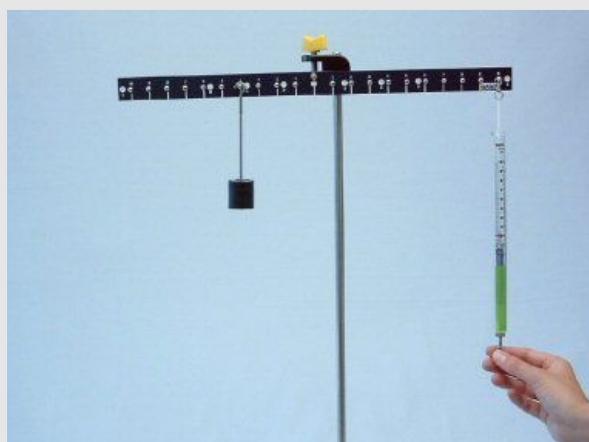


Mit Last (100 g) und Kraft belasteter Hebel

- Hänge den Gewichtsteller mit einer Gesamtmasse von $m_{ges1} = 100 \text{ g}$ auf die linke Seite des Hebels an die Markierung 10.
- Hänge den Kraftmesser an der Markierung 10 auf der rechten Seite des Hebels ein und stelle den Hebel waagerecht.
- Lies den angezeigten Messwert für die Kraft ab und notiere ihn in Tabelle 1 im Protokoll.

Durchführung (2/4)

PHYWE

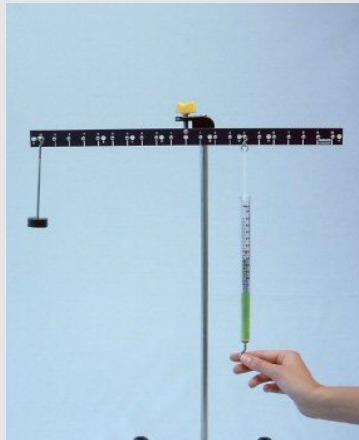


Veränderte Lastposition

- Hänge die Last nun nacheinander an die Markierungen 8, 6, 4 und 2 (weiterhin links) und miss jeweils die Kraft für diese Positionen, die nötig ist um den Hebel auszugleichen.
- Notiere alle Werte ebenfalls in Tabelle 1.

Durchführung (3/4)

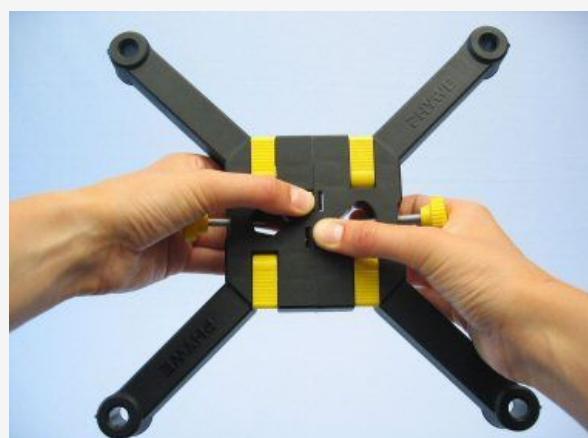
PHYWE



Mit Last (40 g) und Kraft belasteter Hebel

- Hänge den Gewichtsteller mit einer Gesamtmasse von $m_{ges2} = 40 \text{ g}$ auf die linke Seite des Hebels an die Markierung 10.
- Hänge den Kraftmesser auf der rechten Seite des Hebels an der Markierung 10 ein, stelle den Hebel waagerecht und lies den angezeigten Messwert ab.
- Setze dann den Kraftmesser nacheinander an die Markierungen 8, 6, 4 und 2 (rechts). Die Position der Last bleibt dieses Mal unverändert. Miss die Kraft für jede Stellung des Kraftmessers.
- Notiere alle Werte in Tabelle 2 im Protokoll.

Durchführung (4/4)



Um den Stativfuß auseinander zu bauen, drücke die inneren Knöpfe zum Lösen der Arretierungshaken und ziehe die Hälften auseinander.

Demontage des Stativfußes

Durchführung (4/4)

PHYWE



Demontage des Stativfußes

Um den Stativfuß auseinander zu bauen, drücke die inneren Knöpfe zum Lösen der Arretierungshaken und ziehe die Hälften auseinander.

PHYWE



Protokoll

10/15

Aufgabe 1



Berechne aus der Masse m_{ges1} die Gewichtskraft und trage sie als Last $L[N]$ ein:

$$m_{ges1} = 100 \text{ g} \quad L = \boxed{} \text{ N}$$

Tabelle 1



Markierung Nr.:

links	rechts	$F \text{ [N]}$	$l_1 \text{ [cm]}$	$L \cdot l_1 \text{ [Ncm]}$	$l_2 \text{ [cm]}$	$F \cdot l_2 \text{ [Ncm]}$
10	10					
8	10					
6	10					
4	10					
2	10					
(Last)	(Kraftmesser)					

Aufgabe 2

Berechne aus der Masse m_{ges2} die Gewichtskraft und trage sie als Last $L[N]$ ein:

$$m_{ges2} = 40 \text{ g}$$

$$L = \boxed{} \text{ N}$$

Tabelle 2

Markierung Nr.:

links	rechts	$F [N]$	$l_1 [cm]$	$L \cdot l_1 [Ncm]$	$l_2 [cm]$	$F \cdot l_2 [Ncm]$
10	10					
10	8					
10	6					
10	4					
10	2					
(Last)	(Kraftmesser)					

Aufgabe 3



Vergleiche die Produkte (Drehmomente) miteinander. Was entnimmst du diesem Vergleich?

- Die Produkte haben immer denselben Wert.
- Die Werte der Produkte stimmen nicht überein.

 Überprüfen

Aufgabe 4



Mit welcher Formel lässt sich dieser Sachverhalt beschreiben?

- $F_{Last} \cdot l_{Last} \neq F_{Kraftmesser} \cdot l_{Kraftmesser}$
- $\frac{F_{Last}}{l_{Last}} = \frac{F_{Kraftmesser}}{l_{Kraftmesser}}$
- $F_{Last} \cdot l_{Last} = F_{Kraftmesser} \cdot l_{Kraftmesser}$

 Überprüfen

Tabelle 3**PHYWE**

Last L	Lastarm l_1	Kraftarm l_2	Kraft F
konstant	kleiner	konstant	
konstant	konstant	kleiner	
kleiner	konstant	konstant	

Betrachte die Tabelle:

Wie ändert sich die Kraft unter den angegebenen Bedingungen? Wird sie größer oder kleiner?
Ergänze die Tabelle.

Aufgabe 5**PHYWE**

Angenommen eine Last $m = 10 \text{ g}$ hängt auf der linken Seite des Hebels an die Markierungen 4.

An welche Markierungen musst du eine zweite Last mit $m = 20 \text{ g}$ an der rechten Seite des Hebels bringen, damit dieser waagerecht bleibt?

- An Markierung 6.
- An Markierung 2.
- An Markierung 4.

 Überprüfen

Aufgabe 6

PHYWE

Das Drehmoment ist definiert als Produkt "Kraft mal Hebelarm".

Unter welchen Bedingungen bleibt der Hebel in der waagerechten Stellung?

- Wenn an beiden Seiten des Hebels ein gleichgroßes Moment wirkt.
- Wenn an der rechten Seite des Hebels ein größeres Moment wirkt.
- Wenn an der linken Seite des Hebels ein größeres Moment wirkt.

Überprüfen

Aufgabe 7

PHYWE

Angenommen man belastet eine Seite des Hebels mit mehreren Lasten L_{11} , L_{12} , ... an verschiedenen Lastarmen l_{11} , l_{12} ,

Wie groß ist die erforderliche Kraft L_2 am Kraftarm l_2 auf der Gegenseite um diese auszugleichen?

- $L_2 = (L_{11} \cdot l_{11} + L_{12} \cdot l_{12} + \dots) / l_2$
- $L_2 = (L_{11} \cdot l_{11} + L_{12} \cdot l_{12} + \dots) \cdot l_2$

Überprüfen