

Untersuchung der Beziehung zwischen Kraft und Beschleunigung mit Cobra DigiCart



Physik

Mechanik

Dynamik & Bewegung



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

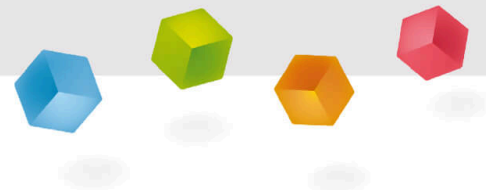
This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/5f0edb73b6127b0003044aaa>

PHYWE

Lehrerinformationen



Anwendung

PHYWE



Skateboard in der Halfpipe

Bewegungsabläufe werden durch Kräfte beeinflusst. Wirkt auf einen Körper eine Kraft, so hat dies Konsequenzen für seine Bewegung.

In diesem Versuch erfährst du etwas über den physikalischen Zusammenhang zwischen Kraft und Beschleunigung.

Dieser Zusammenhang drückt sich physikalisch im zweiten Newton'schen Gesetz aus.

Lehrerinformationen (1/2)

PHYWE

Lernziel



In diesem Versuch erfahren die Schüler etwas über den physikalischen Zusammenhang zwischen Kraft und Beschleunigung. Dieser Zusammenhang drückt sich physikalisch im zweiten Newton'schen Gesetz aus.

Aufgabe



1. Nehmen sie bei konstanter Masse des DigiCart über die DigiCart App für unterschiedliche Kräfte Kraft-Zeit sowie Geschwindigkeits-Zeit Diagramme auf. Analysieren sie hieraus den Zusammenhang zwischen Kraft und Beschleunigung.

2. Nehmen sie bei konstanter Kraft und variabler Masse des DigiCart Kraft-Zeit sowie Geschwindigkeits-Zeit Diagramme auf. Analysieren sie hieraus den Zusammenhang zwischen Beschleunigung und Masse.

Vorwissen



Dieser Versuch benötigt das Konzept der Beschleunigung sowie das zweite Newton'sche Gesetz.

Lehrerinformationen (2/2)

PHYWE

Prinzip

**Beschleunigung a**

Das Konzept der Beschleunigung basiert auf der Durchschnittsbeschleunigung. Bezeichnet Δv die Änderung Geschwindigkeit im Zeitabschnitt Δt , so kann über:

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \text{ die Durchschnittsbeschleunigung berechnen.}$$

Kraft F

Nach dem zweiten Newton'schen Gesetz lässt sich die Kraft F bei einer Bewegung mit konstanter Masse m über die Formel:

$$F = m \cdot a \text{ berechnen.}$$

Für eine konstante Masse ist somit $F \sim a$, während bei konstanter Kraft der Zusammenhang $a \sim \frac{1}{m}$ besteht.

Sicherheitshinweise

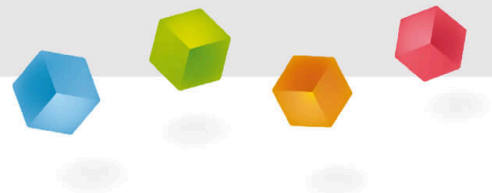
PHYWE



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

PHYWE

Schülerinformationen



Motivation

PHYWE



Skateboard in der Halfpipe

Bewegungsabläufe werden durch Kräfte beeinflusst. Wirkt auf einen Körper eine Kraft, so hat dies Konsequenzen für seine Bewegung.

In diesem Versuch erfährst du etwas über den physikalischen Zusammenhang zwischen Kraft und Beschleunigung.

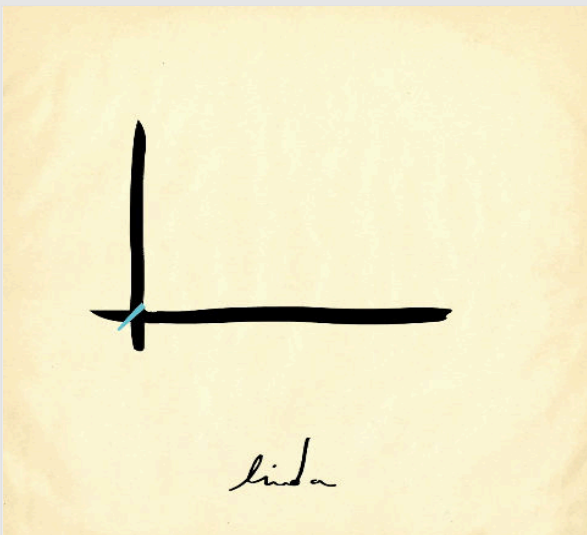
Dieser Zusammenhang drückt sich physikalisch im zweiten Newton'schen Gesetz aus.

Beschleunigung a - Gibt an, wie schnell ein Objekt seine Geschwindigkeit verändert

Kraft F - Berechnung durch Bewegung mit konstanter Masse m

Aufgaben

PHYWE



<https://giphy.com/>

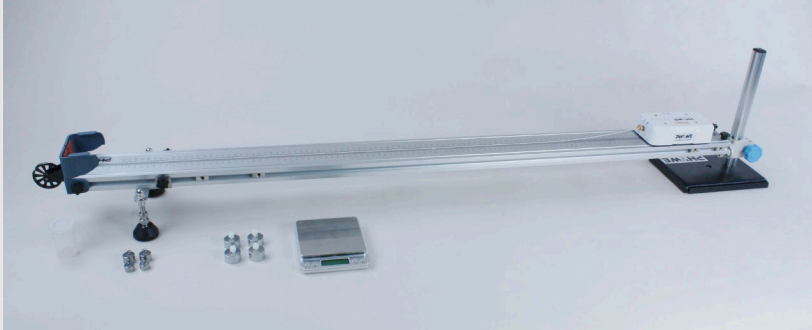
1. Nehme bei konstanter Masse des DigiCart über die DigiCart App für unterschiedliche Kräfte Kraft-Zeit sowie Geschwindigkeits- Zeit Diagramme auf. Analysiere hieraus den Zusammenhang zwischen Kraft und Beschleunigung.
2. Nehme bei konstanter Kraft und variabler Masse des DigiCart Kraft-Zeit sowie Geschwindigkeits-Zeit Diagramme auf. Analysiere hieraus den Zusammenhang zwischen Beschleunigung und Masse.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Cobra DigiCart Basic Set	12940-77	1
2	Cobra DigiCartAPP	14582-61	1

Aufbau (1/3)

PHYWE



Übersicht Versuchsaufbau

- Wiege mit der Waage das Gewicht des DigiCart. Achte darauf, dass du die Messingschraube am Kraftsensor mitwiegst.
- Die Bahn muss so aufgestellt werden, dass das Laufrad über die Tischkante hinaus ragt.
- Der Tisch sollte eine Höhe von etwa 1 m haben.
- Bringe die Bahn in eine horizontale Lage und platziere das DigiCart auf ihr.

Aufbau (2/3)

PHYWE



Übersicht Versuchsaufbau

- Lege ein 10 Gramm Gewicht in die Filmdose und verschließe sie mit dem Deckel.
- Befestige die Schnur der Filmdose mittels der Messingschraube am Kraftsensor des DigiCart und führe die Schnur über das Laufrad am Ende der Bahn.
- Platziere die Filmdose zunächst auf der Tischkante.
- Starte die DigiCart App.

Aufbau (3/3)

PHYWE



Verbindung zum DigiCart

- Wähle Versuch 5 aus der Übersicht.
- Verbinde das DigiCart mit der App (siehe Abbildung 2).
- Zunächst muss der ON Schalter auf dem DigiCart für mindestens 3 Sekunden gedrückt werden.
- Anschließend öffnet man in der App über das Bluetooth Symbol (1.) das Verbindungsfenster. Dort sollte nun das DigiCart angezeigt werden. Falls nicht, kann man die Liste über einen Klick auf Scan (2.) aktualisieren.
- Nun tippt man das DigiCart aus der Liste einmal an und stellt über den Button Verbinden (3.) die Verbindung her. Das Fenster kann man nun über den Schließen-Button wieder verbergen (4.).

Durchführung (1/9)

PHYWE



Vorgehensweise bei der Messung

- Die Abbildung zeigt die Schritte für den Messvorgang.
- Klicke im oberen linken Teil des Fensters auf den Button "a - F" (1.).
- In der Kraft- und Geschwindigkeitsanzeige darunter (2.) wird die Momentankraft und -geschwindigkeit angezeigt.
- Die Kraft am Sensor wird nun über den "Kalibrierungs" Button (3.) auf Null gesetzt. Hierbei muss sichergestellt sein, dass der Faden nicht gespannt ist und noch keine Kraft auf den Sensor wirkt.
- Das DigiCart wird am höhenverstellbaren Ende platziert und festgehalten.

Durchführung (2/9)

PHYWE



Vorgehensweise bei der Messung

- Die Filmdose mit dem Gewicht wird vom Tisch genommen und hängt frei über der Tischkante.
- Starte die Messung - Klick auf "Messung starten" (4.).
- Lasse das DigiCart los.
- Durch das nun fallende Gewicht bewegt sich das DigiCart.
- Stoppe die Messung - Klick auf "Messung beenden" (5.), sobald das DigiCart das Ende der Bahn erreicht.
- Wähle einen Messbereich im Kraft-Zeit bzw. Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm aus (6.), zu welchem die Beschleunigung sowie die mittlere Kraft berechnet werden soll.

Durchführung (3/9)

PHYWE



Vorgehensweise bei der Messung

- Die Auswahl erfolgt durch Überstreichen des Intervalls mit dem Finger.
- Speichere die Messung mit einem Klick auf den "Speichern" Button (7.).
- Die Werte werden nun in die linke Tabelle geschrieben.
- Erhöhe das Gewicht der Filmdose um 10 Gramm.
- Wiederhole dann die letzten 8 Schritte.
- Erhöhe danach das Gewicht der Filmdose jeweils um weitere 10 Gramm und wiederhole die Schritte von oben, bis du fünf Messungen gemacht hast.

Durchführung (4/9)

PHYWE



Vorgehensweise bei der Messung

- Bei der fünften Messung sollten also 50 Gramm in der Filmdose sein.
- Um eine Zeile aus der Tabelle zu löschen, tippe diese an und klicke dann auf den "Löschen" Button (8.).
- Durch eine weitere Messung kann die Zeile mit neuen Werten gefüllt werden.
- Tippe nun oberhalb des Diagramms auf den Reiter "F-a" (9.).

Durchführung (5/9)

PHYWE

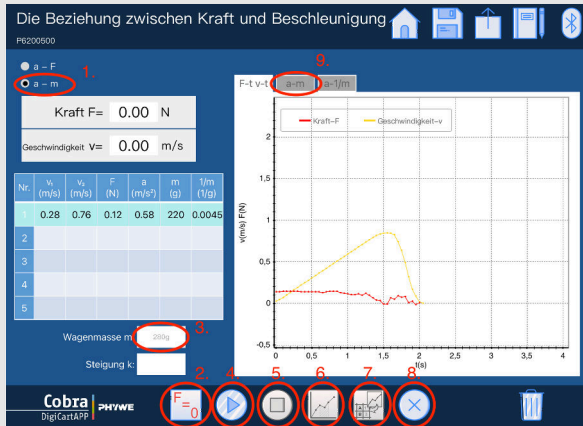


Vorgehensweise bei der Auswertung

- Die Abbildung zeigt die Schritte für die Auswertung.
- Die Tabelle auf der linken Seite (1.) gibt für jede Messung die berechnete Durchschnittsbeschleunigung sowie die mittlere Kraft wieder. Diese Messpaare sind im Kraft-Beschleunigungs-Diagramm bereits als Punkte eingetragen.
- Durch tippen auf den "Ausgleichsgerade" Button (2.) wird eine Gerade durch die Punkte gelegt. Die Steigung dieser Geraden wird im Feld Steigung (3.) angezeigt. Beachte, dass dieser Wert in der Einheit Kilogramm angegeben wird.

Durchführung (6/9)

PHYWE

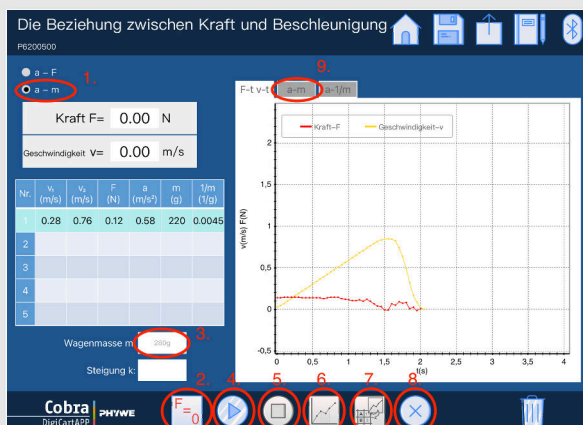


Vorgehensweise bei der Messung

- Klicke im oberen linken Teil auf den Button "a - m" (1.).
- Die Filmdose wird mit einem Gewicht von 10 Gramm gefüllt und auf dem Tisch platziert.
- Die Kraft am Sensor wird nun über den "Kalibrierungs" Button (2.) auf Null gesetzt. Hierbei muss sichergestellt sein, dass der Faden nicht gespannt ist und noch keine Kraft auf den Sensor wirkt.
- Trage in Wagenmasse (3.) die in der Vorbereitung gemessene Masse des DigiCart in der Einheit Gramm ein.
- Das DigiCart wird am höhenverstellbaren Ende der Bahn platziert und festgehalten.

Durchführung (7/9)

PHYWE

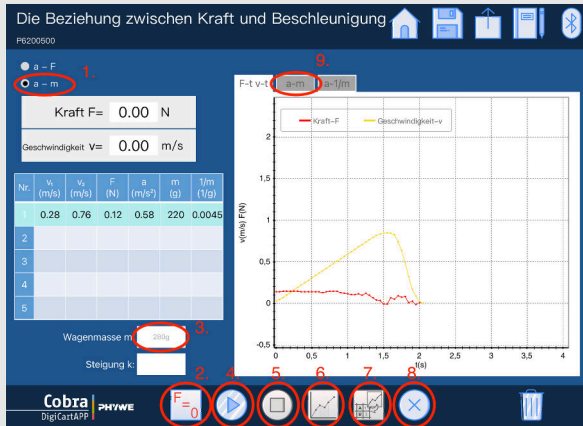


Vorgehensweise bei der Messung

- Die Filmdose mit dem Gewicht wird vom Tisch genommen und hängt frei über der Tischkante.
- Starte die Messung - Klick auf "Messung starten" (4.).
- Lasse das DigiCart los. Durch das nun fallende Gewicht bewegt sich das DigiCart.
- Stoppe die Messung - Klick auf "Messung beenden" (5.), sobald das DigiCart das Ende der Bahn erreicht.
- Wähle "Messbereich auswählen" (6.) einen Messbereich im Kraft-Zeit bzw. Geschwindigkeits-Zeit- Diagramm aus, zu welchem die Beschleunigung sowie die mittlere Kraft berechnet werden soll. Die Auswahl erfolgt durch Überstreichen des Intervalls mit dem Finger.

Durchführung (8/9)

PHYWE

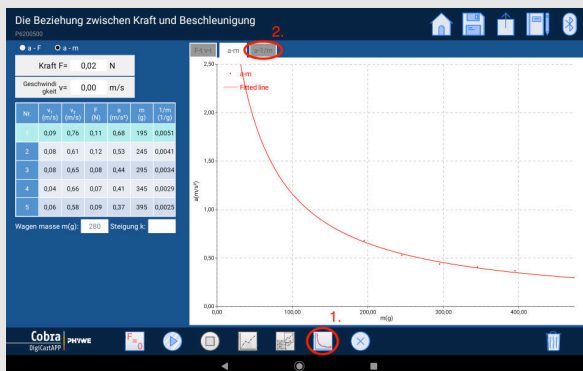


Vorgehensweise bei der Messung

- Speichere die Messung - Klick auf den "Speichern" Button (7.). Die Werte sind nun in der linken Tabelle.
- Erhöhe das Gewicht des DigiCart um 50g. Nehme hierzu die Kunststoffschrauben sowie die 50g Gewichte. Wiederhole dann die Messung. Denke daran, im Feld Wagenmasse (3.) nun die aktuelle Wagenmasse einzutragen.
- Erhöhe danach das Gewicht des DigiCart jeweils um weitere 50 Gramm und wiederhole die Messung so oft, bis die Tabelle gefüllt ist.
- Möchtest du eine Messung wiederholen, klicke auf die entsprechende Zeile der Tabelle und dann auf den "Löschen" Button (8.). Klicke dann oberhalb des Diagramms auf den Reiter "a - m" (9.).

Durchführung (9/9)

PHYWE

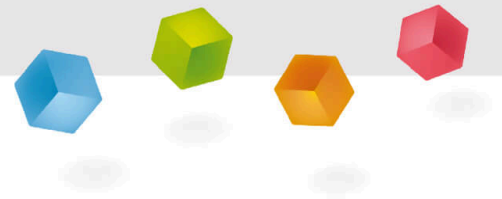


Vorgehensweise bei der Auswertung

- In diesem Diagramm wird die Beschleunigung in Abhängigkeit der Masse des DigiCart aufgetragen. Die Punkte aus der Tabelle sind bereits eingetragen. Mit Hilfe des Buttons "Graphen zeichnen" (1.) wird eine Kurve durch die Punkte gelegt.
- Klicke nun auf den Reiter "a - 1/m" (2.) oberhalb des Diagramms.
- In diesem Diagramm wird die Beschleunigung in Abhängigkeit der inversen Masse des DigiCart aufgetragen. Die Punkte aus der Tabelle sind bereits eingetragen. Mit Hilfe des Buttons "Gerade zeichnen" (1.) wird eine Gerade durch die Punkte gelegt. Die Steigung der Gerade wird im Feld Steigung (2.) angezeigt.

PHYWE

Protokoll



Aufgabe 1

PHYWE



Vorgehensweise bei der Messung

Ziehe die richtigen Wörter in die Lücken!

Da die Punkte gut auf der Geraden liegen, ist der Zusammenhang zwischen Kraft und Beschleunigung . Außerdem verläuft die Gerade durch den . Bei einer Beschleunigung von Null ist die Kraft . Der Wert der Steigung entspricht der des verwendeten DigiCarts. Dies bestätigt das zweite .

Masse

linear

Null

Newton'sche Gesetz

Aufgabe 2

PHYWE



Vorgehensweise bei der Auswertung

Ziehe die richtigen Wörter in die Lücken!

Nur wenn die in Abhängigkeit der inversen Masse $\frac{1}{m}$ aufgetragen wird, ergibt sich eine . Die dieser Geraden entspricht dem Wert der wirkenden . Dies ist eine weitere Bestätigung des zweiten Newton'schen Gesetzes, welches dieses Verhalten vorhersagt.

Steigung

Beschleunigung

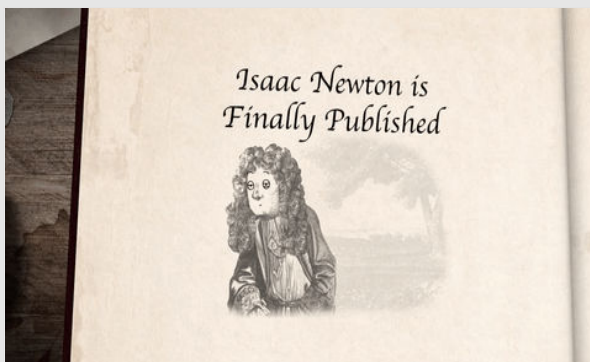
Kraft F

Gerade

[Übungsblätter](#)

Aufgabe 3

PHYWE



<https://giphy.com/>

Die Steigung in einem Beschleunigung a - Kraft F Diagramm ergibt:
(Bedenke $F = m \cdot a$)


die Richtung der Beschleunigung a

die Masse m

die Geschwindigkeit v

Folie	Punktzahl / Summe
Folie 23: Zusammenhang Kraft - Beschleunigung	0/5
Folie 24: Abhängigkeit inverse Masse	0/4
Folie 25: Steigung der Beschleunigung	0/2

Gesamtsumme

 Lösungen Wiederholen