
Das Maxwell'sche Rad

Karina Overhoff & Jan Herdieckerhoff

Vortragsdatum: 18.04.2019

Inhaltsverzeichnis

Grundlage

Idee

Bild

Video

Theorie

Geschwindigkeit

Dreh- und Trägheitsmoment

Beschleunigung

Energien

Durchführung

Auswertung

Maße

Berechneter Radius

Plots - lineare Regression

Beschleunigung

Plots - Tatsächliche Daten

Energieerhaltung

Diskussion

Inhaltsverzeichnis

Grundlage

Idee

Bild

Video

Theorie

Durchführung

Auswertung

Diskussion

Idee

- Physik des Jojos

Idee

- Physik des Jojos
 - Gemeinsamkeiten:

Idee

- Physik des Jojos
 - Gemeinsamkeiten:
 - Scheibe

Idee

- Physik des Jojos
 - Gemeinsamkeiten:
 - Scheibe
 - Faden

Idee

- Physik des Jojos
 - Gemeinsamkeiten:
 - Scheibe
 - Faden
 - Unterschiede:

Idee

- Physik des Jojos
 - Gemeinsamkeiten:
 - Scheibe
 - Faden
 - Unterschiede:
 - Breiter

Idee

- Physik des Jojos
 - Gemeinsamkeiten:
 - Scheibe
 - Faden
 - Unterschiede:
 - Breiter
 - Höheres Trägheitsmoment/Masse

Idee

- Physik des Jojos
 - Gemeinsamkeiten:
 - Scheibe
 - Faden
 - Unterschiede:
 - Breiter
 - Höheres Trägheitsmoment/Masse
 - Zwei Fäden

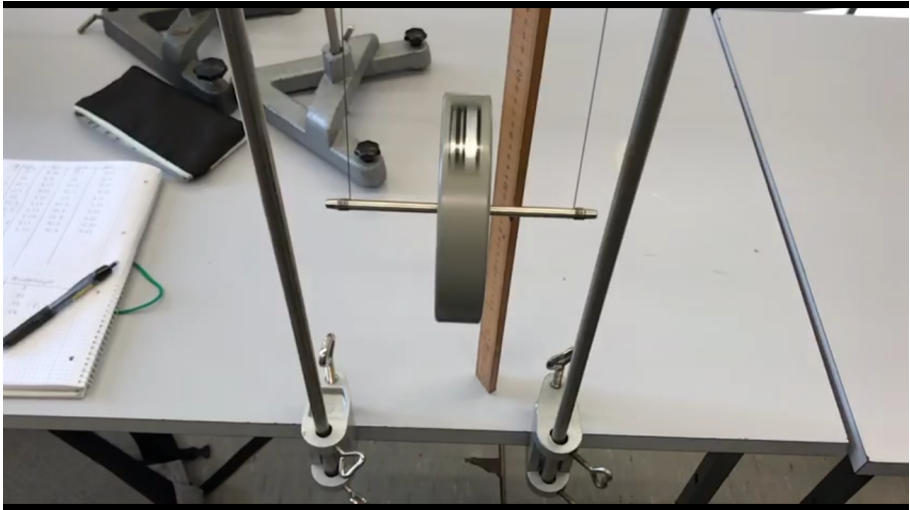
Idee

- Physik des Jojos
 - Gemeinsamkeiten:
 - Scheibe
 - Faden
 - Unterschiede:
 - Breiter
 - Höheres Trägheitsmoment/Masse
 - Zwei Fäden
 - Kraftkomponente am Umkehrpunkt

Idee

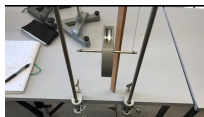
- Physik des Jojos
 - Gemeinsamkeiten:
 - Scheibe
 - Faden
 - Unterschiede:
 - Breiter
 - Höheres Trägheitsmoment/Masse
 - Zwei Fäden
 - Kraftkomponente am Umkehrpunkt

Bild



Video

Hier ein kurzes Video unseres Versuchs:



Inhaltsverzeichnis

Grundlage

Theorie

Geschwindigkeit

Dreh- und Trägheitsmoment

Beschleunigung

Energien

Durchführung

Auswertung

Diskussion

Theorie

Geschwindigkeit

$$v = \frac{s}{t}$$

$$v = \omega \cdot r$$

Theorie

Drehmoment

$$|\vec{M}| = |\vec{r} \times \vec{F}| = I \cdot \dot{\omega} = r m g \quad (1)$$

Trägheitsmoment

$$I_S = \frac{1}{2} m R^2 \quad (2)$$

$$I_A = I_S + m \cdot r^2 \quad (3)$$

Theorie

Beschleunigung

Mit Gleichung (1), Gleichung (2) und Gleichung (3) ergibt sich

$$\left(\frac{R^2}{2r^2} + 1 \right) \cdot \dot{v} = g$$

und damit ist

$$\ddot{s} = \frac{1}{1 + \frac{R^2}{2r^2}} \cdot g.$$

Die tatsächliche Beschleunigung ergibt sich zu

$$a = \frac{2s}{t^2}.$$

Theorie

Radius

Der Radius r ergibt sich mit der abgerollten Länge von 10 Umdrehungen Δs zu

$$r = \frac{\Delta s}{10 \cdot 2\pi}.$$

Theorie

Potentielle Energie

$$E_{\text{pot}} = m g h \quad (4)$$

Rotationsenergie

$$E_{\text{rot}} = \frac{1}{2} I_{\text{A}} \cdot \omega^2 \quad (5)$$

Durchführung

- 3x Höhe und Zeit
- 1x Höhe und Umdrehungen pro Zeit im unteren Bereich

Inhaltsverzeichnis

Grundlage

Theorie

Durchführung

Auswertung

Maße

Berechneter Radius

Plots - lineare Regression

Beschleunigung

Plots - Tatsächliche Daten

Energieerhaltung

Diskussion

Auswertung

Maße

Masse: $m = 435,64 \text{ g}$

Höhe über dem Boden: $l = 26,4 \text{ cm}$

Radius des Rades: $R = 6,35 \text{ cm}$

Radius der Drehachse zur Mitte (einfache Messung): $r = 3 \text{ mm}$

Auswertung

Berechneter Radius

Der Radius ergibt sich zu $r = 3,279 \text{ mm}$.

Auswertung

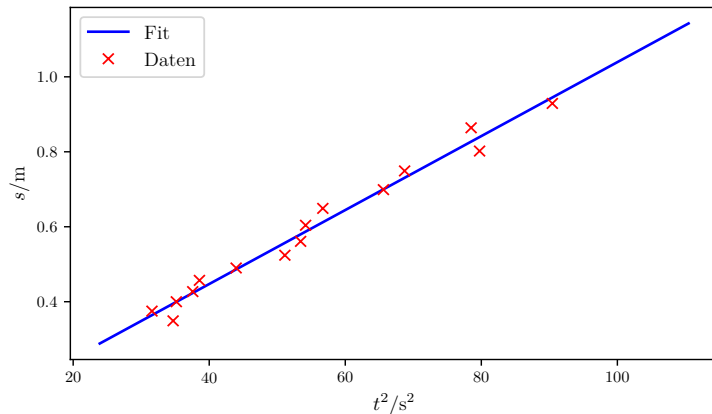


Abbildung: Die lineare Regression, um die Beschleunigung des Rads zu bestimmen. Dafür wurde die Zeit zum Quadrat gegen die zurückgelegte Strecke aufgetragen. Dies ist die erste Messung.

Auswertung

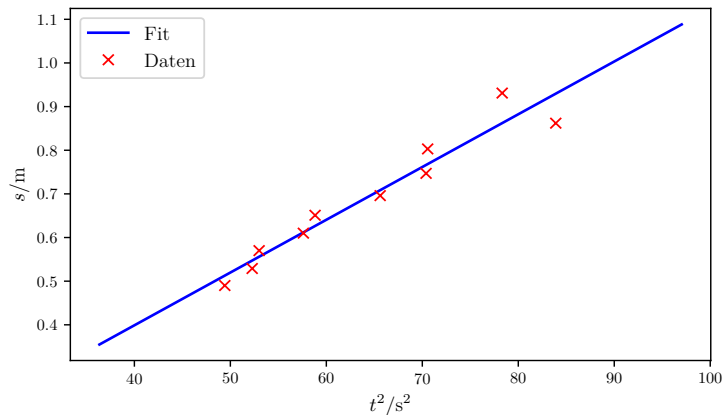


Abbildung: Die lineare Regression, um die Beschleunigung des Rads zu bestimmen. Dafür wurde die Zeit zum Quadrat gegen die zurückgelegte Strecke aufgetragen. Dies ist die zweite Messung.

Auswertung

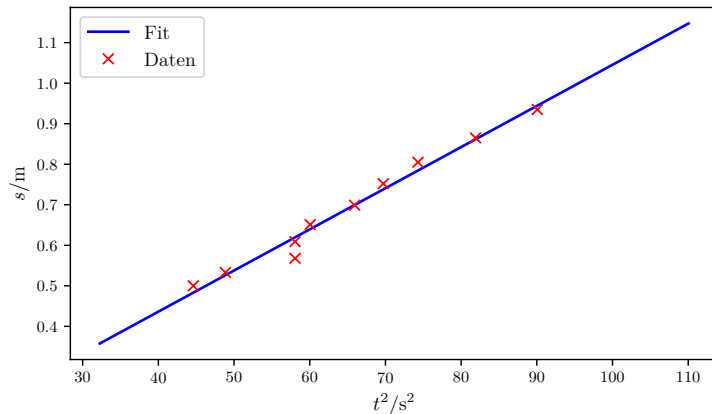


Abbildung: Die lineare Regression, um die Beschleunigung des Rads zu bestimmen. Dafür wurde die Zeit zum Quadrat gegen die zurückgelegte Strecke aufgetragen. Dies ist die dritte Messung.

Auswertung

Beschleunigung

Die mittlere Beschleunigung ergibt sich zu $a = (0,535 \pm 0,049) \text{ cm/s}^2$.

Der Wert, der sich für die Beschleunigung nach unserer Theorieformel ergibt, liegt bei $a_{\text{theo}} = 9,809\,999\,8 \text{ m/s}^2$.

Auswertung

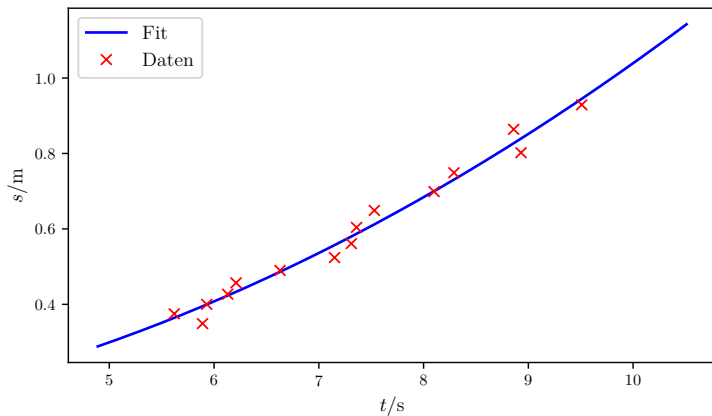


Abbildung: Hier ist die Strecke gegen die Zeit aufgetragen. Dies ist die erste Messung.

Auswertung

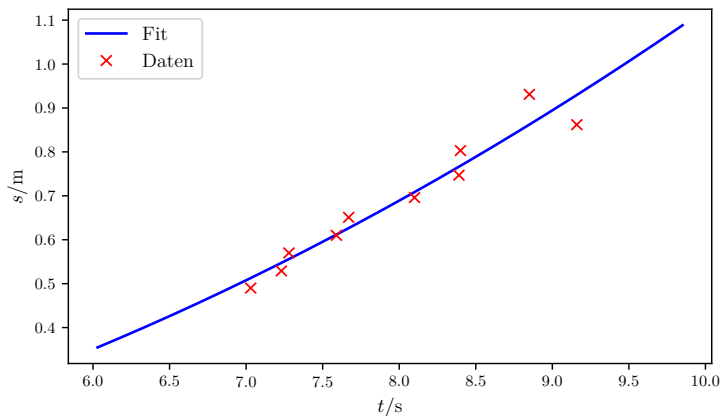


Abbildung: Hier ist die Strecke gegen die Zeit aufgetragen. Dies ist die zweite Messung.

Auswertung

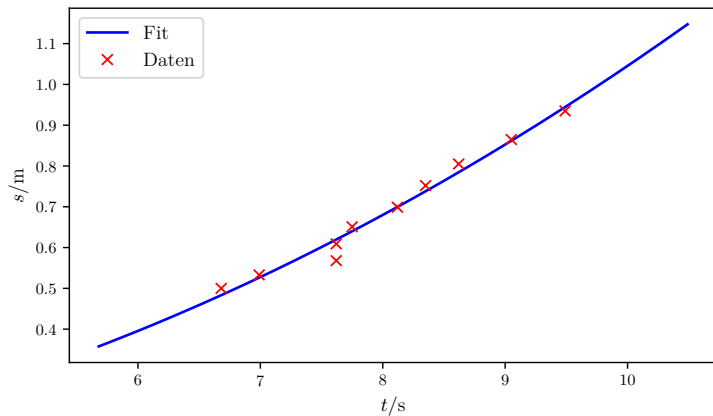


Abbildung: Hier ist die Strecke gegen die Zeit aufgetragen. Dies ist die dritte Messung.

Auswertung

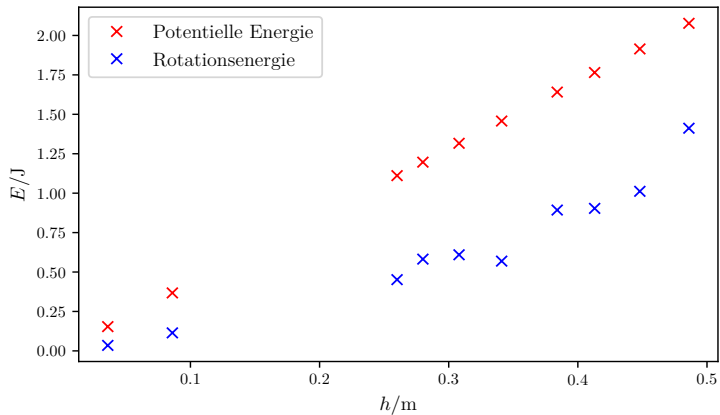


Abbildung: Die potentielle Energie und die Rotationsenergie gegen die Höhe aufgetragen.

Diskussion

Diskussion

- Beschleunigung

Diskussion Extra

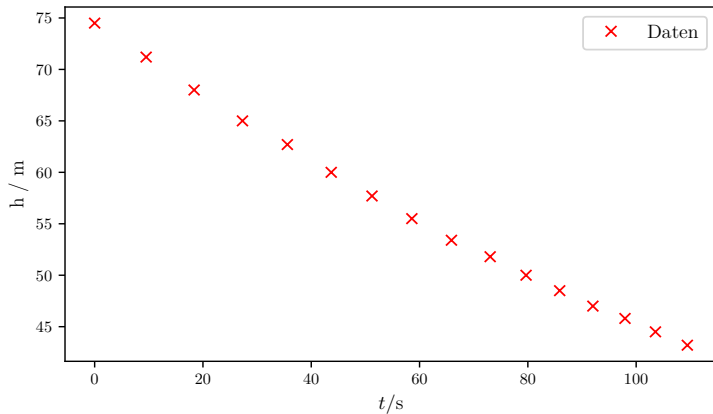


Abbildung: Die Summe der Zeiten gegen die Höhe aufgetragen. Eine e-Funktion könnte zu erkennen sein.

Diskussion

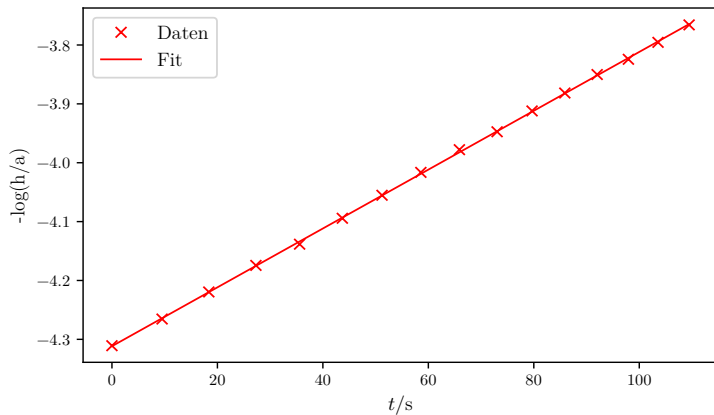


Abbildung: Die Steigung gibt den Dämpfungsfaktor λ an. Es ist die Zeit gegen die negative logarithmierte Höhe aufgetragen.

Dämpfungsfaktor

Dämpfungsfaktor

Steigung der Gleichung

$$-\ln(h) = \frac{1}{\lambda} t. \quad (6)$$

Der Faktor ergibt sich zu $\lambda = (200,0 \pm 0,7)/\text{s}$.

Diskussion

- Beschleunigung

Diskussion

- Beschleunigung
- Energieerhaltung