

VERSUCHSBERICHT ZU

M5 - JO-JO UND KREISEL

Gruppe 6Mi

Alexander Neuwirth (E-Mail: a_neuw01@wwu.de)
Leonhard Segger (E-Mail: l_segg03@uni-muenster.de)

durchgeführt am 13.12.2017
betreut von
Kristina Mühlenstrodt

17. Dezember 2017

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	3
2	Methoden	3
3	Ergebnisse und Diskussion	3
3.1	Beobachtung	3
3.1.1	Fallrad	3
3.2	Diskussion	4
4	Schlussfolgerung	4
5	Beantwortung der Aufgaben zur Vorbereitung	4

Tabelle 1: Trägheitsmomente von (Hohl-)Zylindern zu verschiedenen Achsen.

Zylinder	Volumen V	Rotationsachse	Trägheitsmoment J
Vollzylinder	$\pi l r^2$	Symmetrieachse	$\frac{1}{2} m r^2$
Vollzylinder	$\pi l r^2$	Querachse	$\frac{1}{4} m r^2 + \frac{1}{12} m l^2$
Hohlzylinder	$\pi l (r_2^2 - r_1^2)$	Symmetrieachse	$\frac{1}{2} m (r_1^2 + r_2^2)$

Tabelle 2: Gemessene Längen.

	Länge L	Unsicherheit	Radius R	Unsicherheit
Speiche	15,576 cm	0,023 cm	0,407 cm	0,006 cm
Achse	20,21 cm	0,012 cm	0,405 cm	0,006 cm
Rad außen	-	-	9,007 cm	0,001 cm
Rad innen	-	-	7,788 cm	0,012 cm
Dicke Rad	1,15 cm	0,004 cm	-	-

1 Kurzfassung

2 Methoden

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Beobachtung

3.1.1 Fallrad

Berechnung des Trägheitsmoments

Das Trägheitsmoments des Fallrads setzt sich aus den Trägheitsmomenten der einzelnen Komponenten zusammen. In Tabelle 1 sind Volumen und Trägheitsmoment von Zylindern aufgeführt. Die Masse m ergibt sich jeweils aus

$$m = M \frac{V}{V_{\text{ges}}} \quad (1)$$

wobei M die Masse des gesamten Fallrads und V_{ges} entsprechend das gesamte Volumen ist. Es wird davon ausgegangen, dass der Stoff homogen ist.

Es folgt das Trägheitsmoment mit einer Gesamtmasse M von $(0,768\,070 \pm 0,000\,028)$ kg:

$$J = \frac{1}{2} \frac{M}{2V_S + V_A + V_R} (V_A R_A^2 + V_S (R_S^2 + \frac{1}{3} L_S^2) + V_R (R_{\text{Rad,Außen}}^2 + R_{\text{Rad,Innen}}^2)) \quad (2)$$

$$u(y) = \sqrt{\sum_{i=0}^N \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} u(x_i) \right)^2} \quad (3)$$

Beim Einsetzen aller Größen ergibt sich ein Trägheitsmoment von $J = (42,5500 \pm 0,1875)$ kg/cm² mit einer relativen Abweichung von 0,441%.

3.2 Diskussion

4 Schlussfolgerung

5 Beantwortung der Aufgaben zur Vorbereitung

1.

$$0 = \frac{dE}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}J_S\omega^2 - mgh \right) \quad (4)$$

$$= mva + \frac{J_S}{R^2}va - mgv \quad (5)$$

$$\frac{mg}{a} = m + \frac{J_S}{R^2} \quad (6)$$

$$\Rightarrow a(t) = g \frac{mR^2}{mR^2 + J_S} \quad (7)$$

$$\Rightarrow h(t) = \frac{1}{2}g \frac{mR^2}{mR^2 + J_S} t^2 + v_0 t + h_0 \quad (8)$$

2. Die Kraft mit der das abrollende Rad an der Aufhängevorrichtung zieht ergibt sich aus

$$F = ma \quad (9)$$

und beträgt folglich $mg \frac{mR^2}{mR^2 + J_S}$. Dass die Kraft, bzw. Beschleunigung, konstant ist, ist auch in Abbildung 2 der Einführung zum Versuch dargestellt. Der Unterschied zur Gewichtskraft des Rades besteht in dem Faktor $\frac{mR^2}{mR^2 + J_S}$, welcher stets kleiner als 1 ist, somit fällt das Rad langsamer als im freien Fall.

3. Die Kraft wirkt nach wie vor in die gleiche Richtung mit gleichem Betrag.