Physiklabor für Anfänger*innen Ferienpraktikum im Sommersemester 2018

Versuch 22: Kreiselpräzession

(durchgeführt am 21.09.2018 bei Adrian Hauber) Ye Joon Kim, Marouan Zouari 22. September 2018

1 Einführung

Ein schräger Kreisel, auf den eine Gravitationskraft wirkt, führt eine Präzession aus, da das auf den Kreisel wirkenden Drehmoment verursacht eine Änderung des Drehmoments senkrecht zur Kraft und Figurenachse.

2 Ziel des Versuchs

Das Ziel dieses Versuchs ist es, das Trägheitsmoment des Kreisels entlang der Figurenachse durch die Messung der Präzessions- und Rotationsgeschwindigkeiten zu bestimmen.

3 Aufbau

4 Durchführung

5 Auswertung und Fehleranalyse

Zur Bestimmung des Trägheitsmoments entlang der Figurenachse wird die oben hergeleitete Formel benutzt, nämlich:

$$I_A = \frac{rG}{\omega_F \omega_P}$$

Zuerst wurden die Werte für ω_F und ω_P für die verschiedene x und Messreihen bestimmt (Siehe Anhang 1).

5.0.1 Rechenweg

Für die Bestimmung von ω wurde die folgende Formel benutzt:

$$\omega = \frac{T_{\rm Tot}}{n} \frac{1}{2\pi}$$

Wobei T_{Tot} die gesamte Zeitdauer der Messung, und n die Anzahl Drehungen war. Für den Fehler wurde der Messfehler durch sqrtn geteilt, da es handelt sich um einen Mittelwert.

Um den Offset zwischen x, der Skala auf der Kreiselachse, und r, der Abstand zwischen den Schwerpunkt und Unterstützungspunkt zu bestimmen wurde $\frac{\omega_F \omega_P}{G}$ gegen x aufgetragen. Da I_A eine Konstante ist, muss ω_P bei r=0 unendlich sein. Deswegen in einem Plot von $\frac{\omega_F \omega_P}{G}$ gegen x soll es eine Unstetigkeitsstelle geben. Der x Wert von dieser Unstetigkeitsstelle ist dann das Offset zwischen x und r (Siehe Abbildung 1).

5.0.2 Rechenweg

Zuerst wurden die Werte für $\frac{\omega_F\omega_P}{G}$ für alle Messreihen berechnet. Die Fehler für $\frac{\omega_F\omega_P}{G}$ wurden mit der Formel für die Standardabweichung bestimmt, nämlich:

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Angenommen, dass der Verlauf etwas wie Abbildung (2) aussieht, kann es abgeschätzt werden, dass die Unstetigkeitsstelle ungefähr bei x=0,03m liegt. Das wurde auch experimentell bestätigt, da bei x=0,03 schient es so, als gäbe es keine Präzession. Der Fehler wurde als 0,002 m abgeschätzt. die Werte für x kann jetzt in r umgerechnet werden (Siehe Tabelle 1).

 $\frac{\omega_F \omega_P}{G}$ wurde gegen r geplottet. In diesem Fall entspricht die Steigung dem Wert für $\frac{1}{I_A}$, da die Formel für I_A lässt sich umformen als:

$$\frac{\omega_F \omega_P}{G} = \frac{1}{I_A} r$$

Mit einem Microsoft-Excel Dokument wurde die lineare Regression und die Fehlerrechnungen durchgeführt.

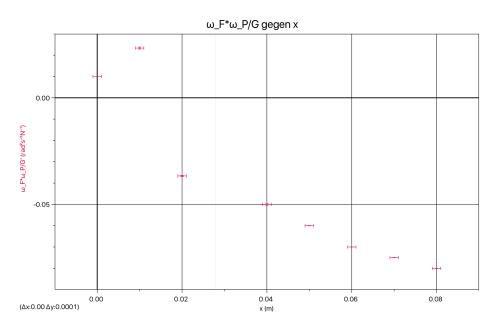


Abbildung 1: $\frac{\omega_F\omega_P}{G}$ als Funktion von der Position x

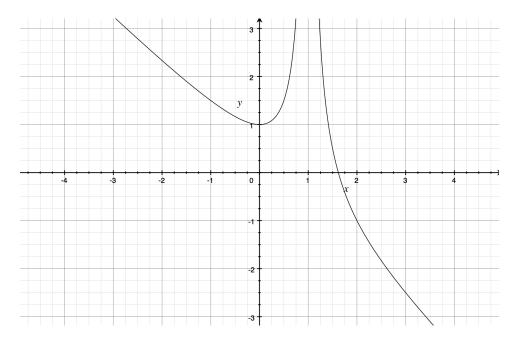


Abbildung 2: Eine Beispielfunktion

x	r
\mathbf{m}	\mathbf{m}
0	0,03
0,01	0,02
0,02	0,01
0,04	-0,01
0,05	-0,02
0,06	-0,03
0,07	-0,04
0,08	-0,05

Tabelle 1: Umrechnung von x auf r

- 6 Diskussion der Ergebnisse
- 7 Literatur
- 8 Anhang

(Unsicherheiten der x sind 0,001m)

X	Messreihe	ω_F	u_{ω_F}	ω_P	u_{ω_P}
m					
0	1	0,46	0,06	10,8	0,2
	2	0,50	0,06	9,9	0,2
	3	$0,\!47$	0,06	10,5	0,2
0,01	1	$0,\!56$	0,06	17,3	0,3
	2	0,69	0,06	11,8	0,3
	3	0,51	0,06	15,7	0,3
0,02	1	0,48	0,06	36,0	0,3
	2	0,48	0,06	38,4	0,3
	3	$0,\!46$	0,06	40,1	0,3
0,04	1	$0,\!50$	0,06	23,1	0,3
	2	$0,\!58$	0,06	18,8	0,3
	3	$0,\!52$	0,06	18,7	0,3
0,05	1	$0,\!47$	0,06	13,2	0,2
	2	0,43	0,06	13,9	0,2
	3	0,42	0,06	14,8	0,2
0,06	1	0,44	0,06	9,7	0,2
	2	$0,\!50$	0,06	8,5	0,2
	3	0,49	0,05	9,6	0,2
0,07	1	0,43	0,06	8,3	0,3
	2	$0,\!50$	0,06	6,6	0,3
	3	0,48	0,06	7,3	0,3
0,08	1	$0,\!47$	0,06	6,2	0,3
	2	0,50	0,06	6,0	0,3
	3	$0,\!53$	0,06	5,2	0,3

Tabelle 2: Die Berechnete Winkelgeschwindigkeiten für Präzession und Rotation bei verschiedene \boldsymbol{x}