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:

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

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 $x = 0,03$m 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.

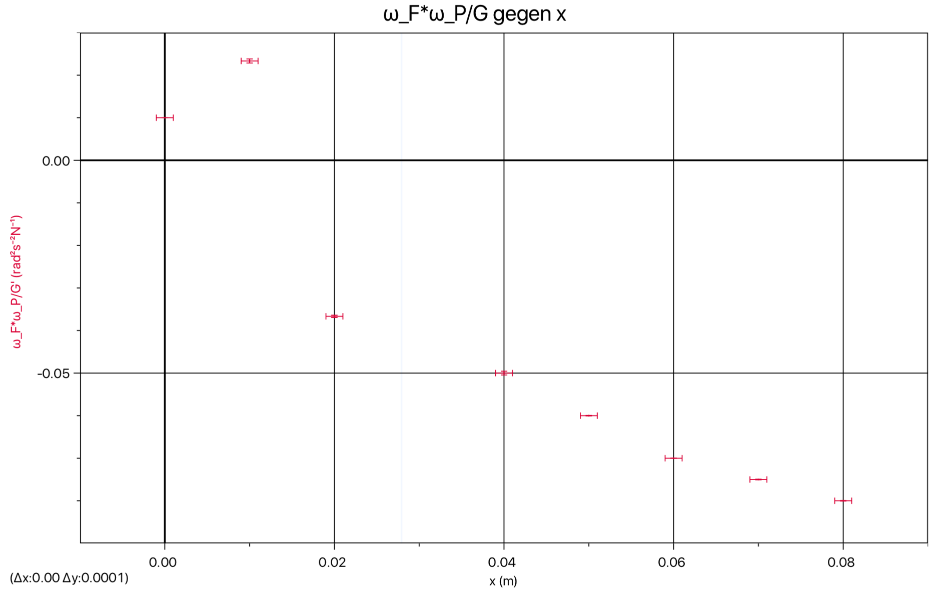

Abbildung 1: $\frac{\omega_F \omega_P}{G}$ als Funktion von der Position x

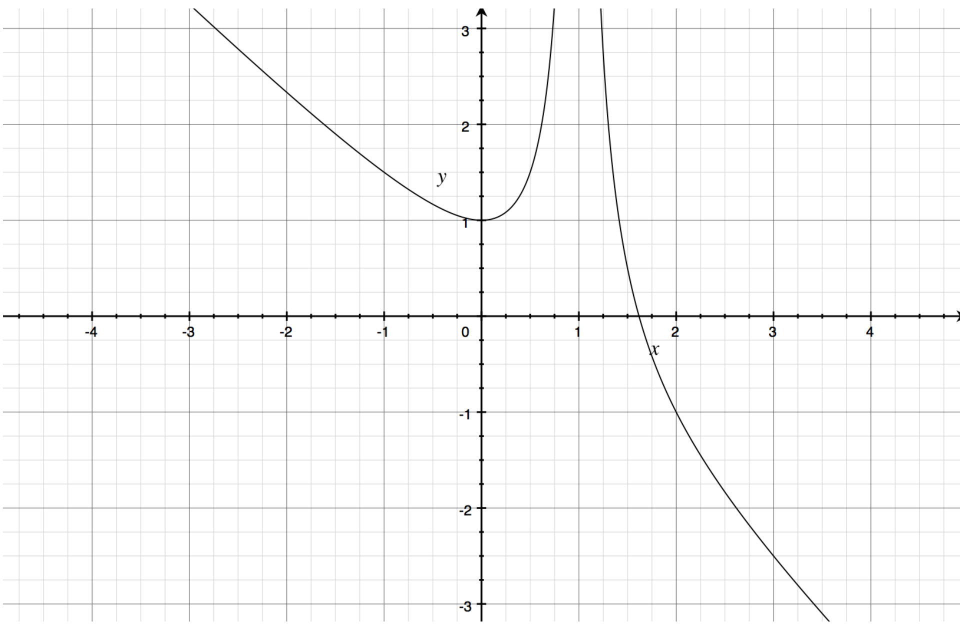

Abbildung 2: Eine Beispielfunktion

x m	r 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 m	Messreihe	ω_F	u_{ω_F}	ω_P	u_{ω_P}
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 x