

Mechanik

Rotationsbewegungen des starren Körpers
Kreiselbewegungen

Präzession des Kreisels

Beschreibung aus CASSY Lab 2

Zum Laden von Beispielen und
Einstellungen bitte die CASSY Lab 2-Hilfe
verwenden.

Präzession des Kreisels



 auch für [Pocket-CASSY](#) geeignet

Grundlagen

Im Versuch wird die Präzessionsfrequenz f_P eines Kreisels in Abhängigkeit von der angreifenden Kraft F , d. h. des Drehmomentes $M = F \cdot d$ und der Drehfrequenz f_D der Kreisscheibe untersucht.

Es gilt der Zusammenhang:

$$f_P = \frac{1}{4\pi^2} \cdot \frac{M}{J_S} \cdot \frac{1}{f_D}$$

Für das Trägheitsmoment der Kreisscheibe gilt angenähert:

$$J_S = \frac{m}{2} \cdot r^2$$

Versuchsbeschreibung

Die Präzessionsfrequenz (Frequenz f_{B1}) wird direkt mit dem Drehbewegungssensor gemessen. Die Drehfrequenz wird mit der Reflexionslichtschranke bestimmt. Dazu wird die Periodendauer T_D der Drehbewegung der Kreisscheibe gemessen und daraus die Drehfrequenz $f_D = 1/T_D$ berechnet.

Benötigte Geräte


1	Sensor-CASSY	524 010 oder 524 013
1	CASSY Lab 2	524 220
1	Drehbewegungssensor S	524 082
1	Timer S	524 074
1	Reflexionslichtschranke	337 468
1	Kreisel	348 20
1	Federklemme, doppelt	590 021
1	Satz Laststücke, je 50 g	342 61
1	PC mit Windows XP/Vista/7/8	

Versuchsaufbau (siehe Abbildung)

- Reflexionslichtschranke mit Hilfe der Federklemme etwa in einem Abstand von 1 cm vor der Kreisscheibe anbringen. Das Zuleitungskabel so verlegen, dass es keine Kräfte auf den Kreisel ausüben und der Kreisel sich mindesten eine Umdrehung frei drehen kann.

- Drehbewegungssensor von unten auf die Kreiselachse stecken und mit der Rändelschraube festsetzen.
- Ausgleichsmasse verschieben, so dass sich der Kreisel im Gleichgewicht befindet, d.h. zunächst kräftefrei ist. Anschließend ein Massestück (50 g) an das Ende der Kreiselstange auf der Seite der Ausgleichsmasse hängen.
- Der Kreisel sollte über die Stellschrauben des Fußes genau horizontal ausgerichtet werden.

Versuchsdurchführung

- Einstellungen laden
- Test der richtigen Einstellung der Reflexionslichtschranke
Kreiselscheibe mit der Hand andrehen. Die Drehfrequenz sollte (ca. 1 Hz) angezeigt werden. Gegebenenfalls die Reflexionslichtschranke etwas verschieben.
- Test der richtigen Einstellung des Drehbewegungssensors
Kreisel langsam um die senkrechte Achse drehen, die Präzessionsfrequenz sollte (ca. 0,05 Hz) sollte nach kurzer Zeit angezeigt werden.
- Kreiselscheibe mit einer Schnur kräftig andrehen. Die maximale Drehfrequenz beträgt ca. 10 Hz.
- Kreisel präzedieren lassen und - wenn der Kreisel gleichmäßig präzediert - Messwert mit  aufnehmen.
Die Präzessionsbewegung darf dabei nicht von der Nutationsbewegung überlagert werden. Der Kreisel lässt am besten durch nutationsfreies Andrehen in Präzession versetzen. Kreisel jeweils zurückdrehen, bei langsam abnehmender Drehfrequenz wiederholt in Präzession versetzen und Messwerte aufnehmen. Gegebenenfalls die Kreiselscheibe etwas abbremesen.
- Versuch mit zwei angehängten Massestücken (100 g) wiederholen.

Auswertung

In der Darstellung der Abhängigkeit der Präzessionsfrequenz f_P von der Drehfrequenz f_D ergibt sich eine Hyperbel bzw. in der Darstellung f_P gegen $1/f_D$ eine Gerade, d. h. es gilt $f_P \propto 1/f_D$. Der Anstieg der Geraden ist der Proportionalitätsfaktor

$$\frac{m_2 \cdot g \cdot d}{4\pi^2 \cdot J_S}$$

im Beispiel mit einem Massestück 0,45, mit zwei Massestücken 0,91.

Mit dem abgeschätzten Trägheitsmoment (unter der vereinfachten Annahme einer homogenen und punktförmigen Verteilung der Masse)

$$J_S = \frac{1}{2} m \cdot r^2 \approx 0,010 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \quad (\text{mit } m = 1,54 \text{ kg, } r = 11,5 \text{ cm})$$

ergibt sich mit einem angehängten Massestück ($m_2 = 50 \text{ g}$) der Proportionalitätsfaktor zu 0,43 bzw. mit zwei angehängten Massestücken ($m_2 = 0,1 \text{ kg}$) zu 0,86.