

2.3.17 Grosser kardanischer Kreisel auf Drehschemel

1 Motivation

Der Versuch zeigt, dass sich ein kardanisch aufgehängter, schnell drehender Kreisel bei Kraftereinwirkung gänzlich anders verhält als ein Kreisel, dessen Lage teilweise fixiert ist. Er verdeutlicht ausserdem die unterschiedliche Wirkung von Kraft und Drehmoment.

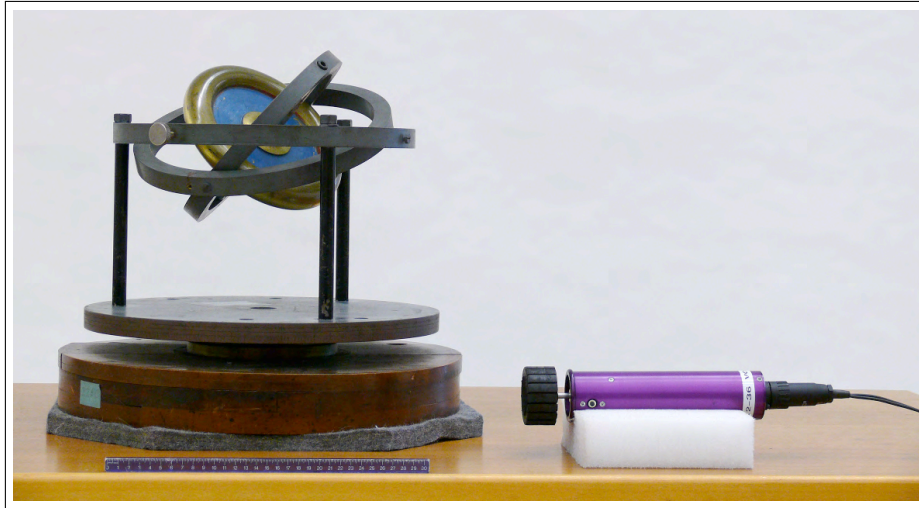


Abbildung 1: Versuchsaufbau Grosser kardanischer Kreisel auf Drehschemel

2 Experiment

Der Versuchsaufbau ist in Abb. 1 zu sehen. Man versetzt den Kreisel in schnelle Rotation. Damit erhält es einen grossen Drall \mathbf{L} , in Richtung der Achse \mathbf{b} . Mit einem Kraftstoss $\mathbf{F}dt$ auf den äusseren Rahmen versucht man, den Kreisel um die Achse \mathbf{c} zu drehen.

Das System setzt dem grossen Widerstand entgegen. Der Kraftstoss bewirkt einen Momentenstoss $\mathbf{M}dt$ und damit eine Änderung $d\mathbf{L}$ des Drehimpulses in Richtung der Achse \mathbf{c} :

$$d\mathbf{L} = \mathbf{M}dt \quad (1)$$

Man unterscheidet bei diesem Experiment zwei Fälle.

- a) Bei der kardanischen Aufhängung (siehe Abb. 2) kann sich der innere Rahmen um die Achse \mathbf{a} frei drehen. Da nach unserer Voraussetzung \mathbf{L} gross ist, ergibt sich eine Drehung um einen kleinen Winkel

$$d\alpha = \frac{dL}{L} \quad (2)$$

Selbst ein sehr grosser Momentenstoss bewirkt nur eine kleine Neigung des inneren Rahmens.

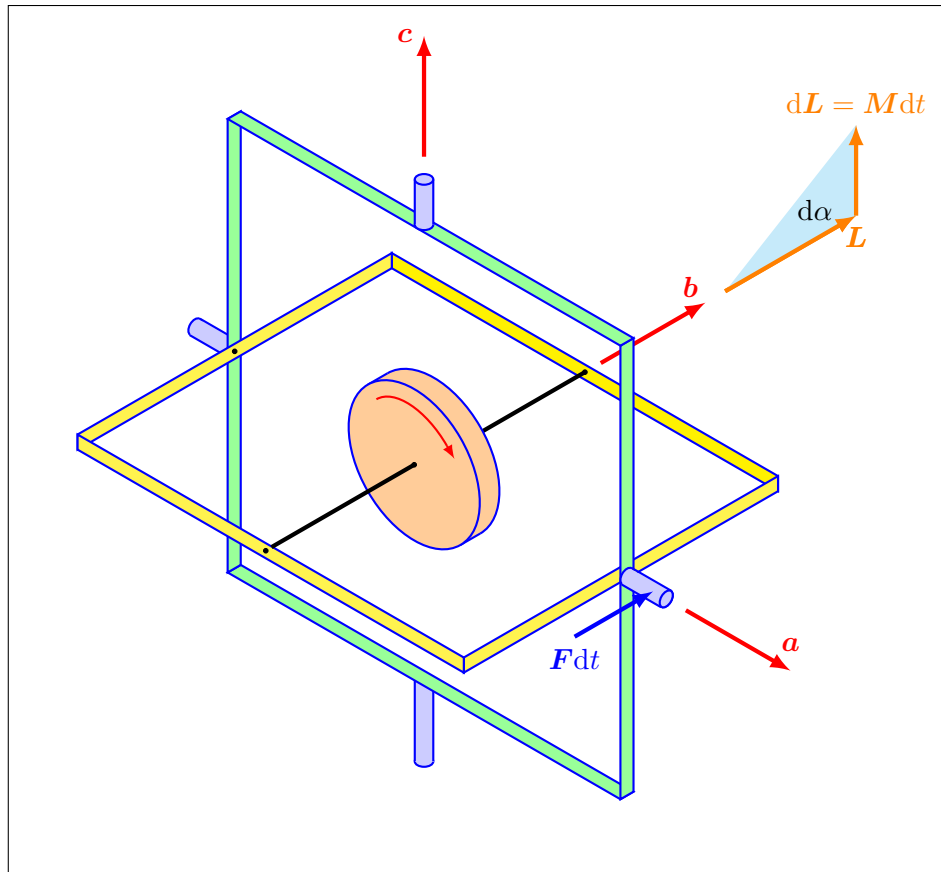


Abbildung 2: Schnell rotierender Kreisel. Beim Versuch, den Kreisel mit dem Kraftstoss $\mathbf{F}dt$ um die Achse \mathbf{c} zu drehen, wird ein Drehmoment \mathbf{M} in Richtung von \mathbf{c} erzeugt und damit auch eine Drehimpulsänderung $d\mathbf{L} = \mathbf{M}dt$. Damit dreht sich das Rad mit dem inneren Rahmen um einen kleinen Winkel $d\alpha$ um die Achse \mathbf{a}

- a) Im zweiten Fall blockiert man mit zwei starren Stäben die Neigungsmöglichkeit der inneren Aufhängung (siehe Abb. 2). Der Momentenstoss versetzt das System in Rotation um die Achse \mathbf{c} , und zwar unabhängig davon, ob der Kreisel ruht oder rotiert.
- 1) Bei stillstehendem Rad wird die Anordnung als starrer Körper um die Achse \mathbf{c} gedreht.
 - 2) Bei rotierendem Rad bewirkt die Drehung um die Achse \mathbf{c} eine Änderung des Dralls \mathbf{L} , was ein Drehmoment in Richtung der Achse \mathbf{a} erfordert. Dieses Drehmoment wird von den Lagern der Achse \mathbf{c} erzeugt und über die Blockierstäbe auf den inneren Rahmen übertragen.

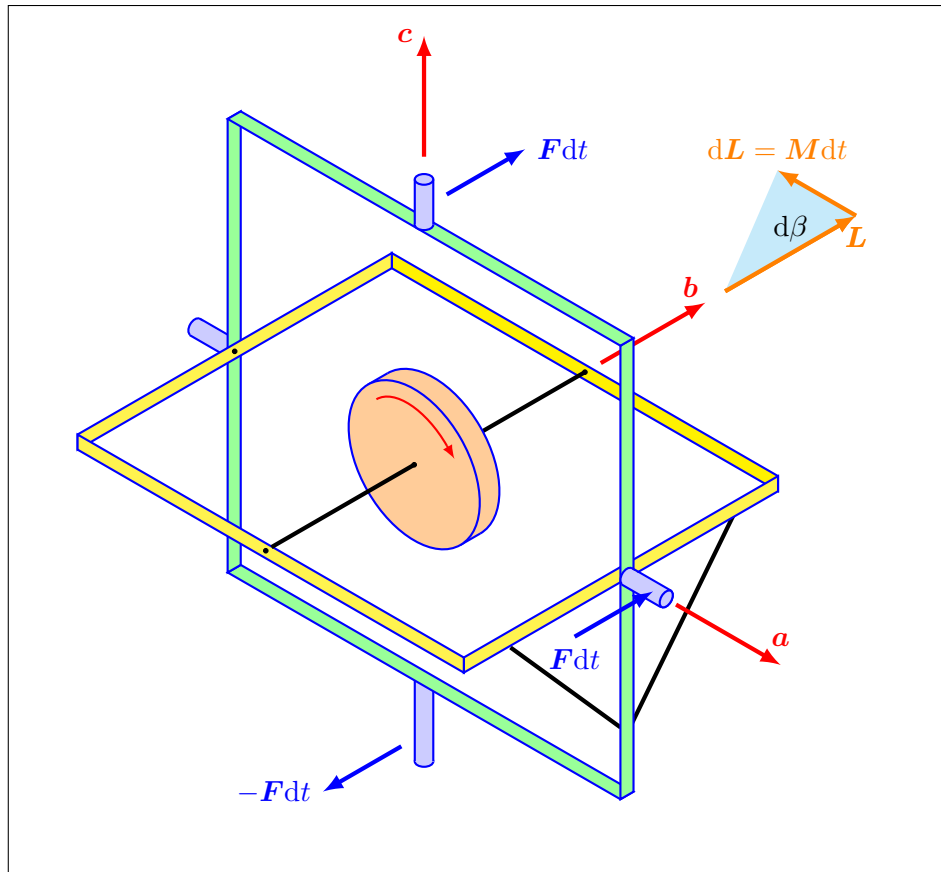


Abbildung 3: Schnell rotierender Kreisel mit fixiertem inneren Rahmen. Beim Versuch, den Kreisel mit dem Kraftstoss Fdt um die Achse c zu drehen, kann sich deshalb der Kreisel mit dem inneren Rahmen nicht wie beim kardanisch aufgehängtem Kreisel um die a -Achse drehen. Vielmehr erfolgt nun die Drehung um die Achse c , was ein Drehmoment in Richtung der Achse a erfordert. Dieses Drehmoment wird von den Lagern der Achse c erzeugt und über die Blockierstäbe auf den inneren Rahmen übertragen.