

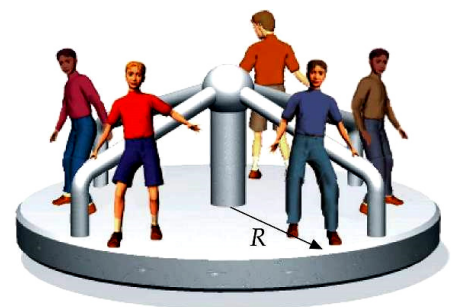
Serie 12: Der Drehimpuls

Ziele der Serie :

- 1) Analysieren einer komplexen Rotationsbewegung.
- 2) Charakterisieren der Präzessionseigenschaften eines rotierenden Objektes.
- 3) Zerlegen einer Rotation in zwei Rotationen entlang verschiedenen Axen.

Üb. 1. Von Roger reingelegt

Sie und drei Ihrer Freunde wurden von Roger reingelegt, deshalb überlegen Sie sich einen Plan um sich an ihm zu rächen. In einem nahegelegenen Park gibt es eine Drehscheibe mit einem Durchmesser von $d=3\text{m}$ und einem Trägheitsmoment von $130\text{ kg}\cdot\text{m}^2$. Sie befinden sich zunächst am Rand der Drehscheibe, die sich mit 20 Umdrehungen pro Minute dreht. Auf ein geheimes Signal hin bewegen Sie sich 1.2 m in Richtung Zentrum der Scheibe, während Roger am Rand bleibt. Da Roger schnell und stark ist, wird eine Beschleunigung von mindestens $4g$ benötigt um ihn von der Drehscheibe zu werfen. Angenommen alle Personen wiegen 60kg , funktioniert der Plan?

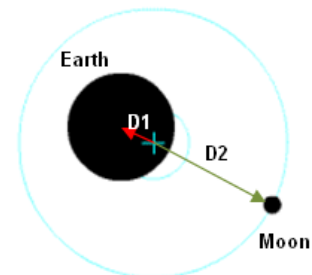


Üb. 2. Drehimpuls des Erde-Mond-Systems

Der Mond umkreist nicht genau den Mittelpunkt der Erde, sondern den Erde-Mond-Schwerpunkt (Baryzentrum), der mit einem Kreuz in der rechten Graphik gekennzeichnet ist (siehe auch Serien 6 und 10). Das Massenverhältnis zwischen Erde (Terre) und Mond (Lune) ist $\frac{M_L}{M_T} = 0.0123$, das Verhältnis zwischen den

Radien ist $\frac{R_L}{R_T} = 0.272$, und der gemeinsame Schwerpunkt befindet sich

$0.732R_T$ vom Erdzentrum entfernt. Die Entfernung zwischen Erde und Mond beträgt $3.84 \cdot 10^5\text{ km}$. Der Mond umkreist die Erde in 27.55 Tagen.



- a) Berechnen Sie den Eigendrehimpuls der Erde (i.e. der Drehimpuls der Rotation der Erde um ihre eigene Achse).
- b) Berechnen Sie den Bahndrehimpuls des Mondes um die Erde.
- c) Berechnen Sie den Eigendrehimpuls des Mondes (i.e. um seine eigene Achse)

Üb. 3. Kreisel

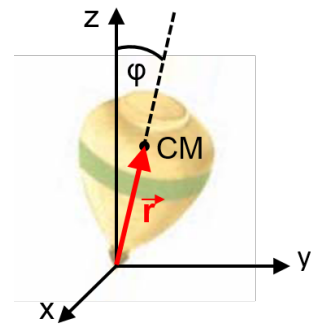
Ein Kreisel mit Masse $M=220\text{g}$ dreht sich mit der Frequenz $f_\omega=15\text{U/s}$ um seine Symmetrieachse. Der Kreisel wird angestoßen und bildet einen Winkel von $\Phi=25^\circ$ mit der vertikalen Achse z (siehe Skizze).

a) Wie kann die Bewegung des Kreisels kurz nach dem Stoß beschrieben werden? Zeichne die Bewegung in der Skizze. Was würde passieren wenn man den Kreisel anstößt ohne ihn vorher zu drehen?

b) Zeichnen Sie in der Skizze die Kräfte ein, die auf den Kreisel einwirken, sowie den Drehimpuls $\vec{L}$ und das resultierende Drehmoment $\vec{\tau}_{\text{net}}$.

c) Bestimmen Sie einen Ausdruck für das Trägheitsmoment I des Kreisels abhängig von M , g , r , der Winkelgeschwindigkeit ω und der Geschwindigkeit der Präzession Ω .

d) Berechnen Sie das Trägheitsmoment des Kreisels, mit der Präzessionsfrequenz $f_\Omega=1\text{U}/6.5\text{s}$ und dem Massezentrum des Kreisels bei $r=3.5\text{cm}$ vom Ursprung entlang der Symmetrieachse.



Üb. 4. Euler's Disk

Euler's Disk (siehe Kurs) ist eine Stahlscheibe die sich auf einer harten Oberfläche dreht ohne zu rutschen ($v_p=0$) und ohne dass sich das Massenzentrum bewegt ($v_{\text{cm}}=0$).

- 1) Definieren Sie die verschiedenen Rotationen, wenn eine drehende Scheibe auf eine horizontale Oberfläche fällt. Bestimmen Sie einen Ausdruck für die Gesamtrotation. Bestimmen Sie die Richtung des Drehimpulses und Drehmoments und beschreiben sie qualitativ die Wirkung des Drehmoments auf den Drehimpuls.
- 2) Verwenden Sie die Drehgleichungen, um die Bewegung des Objekts zu beschreiben, und bestimmen Sie die Winkelgeschwindigkeit der Drehung um die z -Achse, ω_z .
- 3) Wenn wir die Reibung betrachten, beschreiben Sie qualitativ die Wirkung auf den Drehimpuls und die Rotation der Scheibe.