Prof. Dr. Danilo Pescia
Tel. 01 633 21 50
pescia@solid.phys.ethz.ch

PHYSIK II, SS 2004

Oliver Portmann
Tel. 01 633 20 77
portmann@solid.phys.ethz.ch

Serie 4

1. Raum- und körperfeste Koordinatensysteme

Die Bewegungsgleichung im raumfesten Koordinatensystem lautet: $\frac{d}{dt}\vec{L} = \vec{D}$
Man schreibe die Bewegungsgleichung in einem körperfesten Koordinatensystem, und zwar:

a. in Vektorform.

b. komponentenweise als Funktion der Komponenten (p,q,r) des Winkelgeschwindigkeitsvektors im körperfesten System.

Die Gleichungen sind die Euler'schen Gleichungen des Kreisels.
Tipp: Man arbeite im Hauptachsensystem und berücksichtige, dass

$$R^t \dot{R} \vec{L}_{(\xi,\eta,\zeta)} = \vec{\omega}_{(\xi,\eta,\zeta)} \times \vec{L}_{(\xi,\eta,\zeta)} \quad .$$

2. Kreisel

Wie lautet die Bewegungsgleichung eines schweren Kreisels,
falls $\Theta_\mathrm{C} = 0$ und $\dot{\varphi}(t=0) = 0$ sind?

Hausaufgaben

3. Symmetrischer Kreisel

Berechnen Sie die Komponente von $\vec{L}$ entlang der z-Achse (im raumfesten System) für einen symmetrischen Kreisel als Funktion der Euler'schen Winkel.

4. Larmor-Präzession

Ein magnetisches Moment $\vec{M}$ erfüllt die Bewegungsgleichung $\frac{d\vec{M}}{dt} = \gamma \cdot \vec{H} \times \vec{M}$,
wobei $\vec{H} = (0, 0, H)$ ein äusseres angelegtes Feld ist. Man löse die Differenzialgleichung mit der Anfangsbedingung $\vec{M}(t=0) = (\Delta, 0, M_0)$ und beschreibe die resultierende Bahn von $\vec{M}$.

5. Trägheitstensor eines starren Körpers

Der Drehimpuls $\vec{L}$ ist definiert als $\vec{L} = \sum_\nu \vec{r}_\nu \times m_\nu \dot{\vec{r}}_\nu$. Für den Geschwindigkeitsvektor $\dot{\vec{r}}_\nu$ in einem starren Körper gilt ausserdem $\dot{\vec{r}}_\nu = \vec{\omega} \times \vec{r}_\nu$.
Man zeige, dass sich der Drehimpuls als $\vec{L} = \Theta\vec{\omega}$ schreiben lässt, wobei $\Theta_{ik} = \sum_\nu m_\nu \left(r_\nu^2 \delta_{ik} - r_i^\nu r_k^\nu \right)$.