

Theoretische Physik I: Mechanik, Übung 9

Prof. Hans Peter Büchler WS 2010, 14. Dez 2010

1. Trägheitstensoren (Übungstunde)

Bestimme, bezüglich ihres Schwerpunktes, die Trägheitstensoren I_{jk} ,

- einer Hohlkugel (Radius a),
- eines vollen Ellipsoids ($\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$).
- eines Körpers der gegen ist durch das überstrichene Volumen, wenn ein gleichschenkligen Dreieck in der x-y Ebene (Seite a) entlang der z-Achse um die Distanz b verschoben wird.

2. Präzession eines kräftefreien Kreisels (Schriftlich)

Präzession ist die azimutale Bewegung eines Kreisels entweder in Gegenwart eines Drehmomentes, oder auch nur wenn die Drehachse nicht mit einer der stabilen Hauptachsen übereinstimmt. Hier wollen wir den zweiten Fall eines kräftefreien Kreisels betrachten ($\mathbf{N} = 0$). Der Kiesel sei symmetrisch ($J_1 = J_2 \neq J_3$).

- Schreibe die Euler Gleichungen $\frac{d\mathbf{M}}{dt} = \mathbf{M} \times \boldsymbol{\Omega}$ explizit auf. Was folgt für Ω_3 ? Löse die Gleichungen.
- Setze die erhaltene Lösung mit der Definition der Eulerwinkel gleich (siehe Skript) und leite die Zeitabhängigkeit der Eulerwinkel ab. Fertige eine Skizze der Bewegung des Kreisels mit eingezeichneten Eulerwinkeln und Präzessionsbewegung an.

3. Neutronenstern(Schriftlich)

Die Oberfläche eines Neutronensterns (Kugel) vibriert langsam, so dass die Hauptträgheitsmomente harmonische Funktionen der Zeit sind:

$$I_{zz} = \frac{2}{5}mr^2(1 + \epsilon \cos \omega t) \quad (1)$$

$$I_{xx} = I_{yy} = \frac{2}{5}mr^2(1 - \frac{\epsilon}{2} \cos \omega t); \quad \epsilon \ll 1 \quad (2)$$

Gleichzeitig rotiert der Stern mit der Winkelgeschwindigkeit $\boldsymbol{\Omega}(t)$.

- Zeige, dass die z -Komponente von $\boldsymbol{\Omega}$ nahezu konstant bleibt.
- Zeige, dass $\boldsymbol{\Omega}(t)$ um die z -Achse nutiert und bestimmen die Nutationsfrequenz, wenn $\omega \ll \Omega_z$.