

# Theoretische Physik I: Mechanik, Übung 11

---

Prof. Hans Peter Büchler SS 2009, 07. Juli 2009

- 1. Billiard (Mündlich)** Eine Billardkugel der Masse  $M$  und Radius  $R$  wird von einem Queue gestossen, so dass der Schwerpunkt der Kugel die Geschwindigkeit  $v_0$  erhält. Ebenso geht die Richtung des Impulses durch den Schwerpunkt. Der Reibungskoeffizient zwischen Tisch und Kugel ist  $\mu$ . Wie weit bewegt sich die Kugel bis die anfängliche Gleitbewegung in eine reine Rollbewegung übergeht?
- 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 ( $I_1 = I_2 \neq I_3$ ).
  - (a) Schreibe die Euler Gleichungen  $\frac{d\mathbf{M}}{dt} = \mathbf{M} \times \boldsymbol{\Omega}$  explizit auf. Was folgt für  $\Omega_3$ ? Löse die Gleichungen.
  - (b) 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. Kiesel (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  $\boldsymbol{\Omega}(t)$ .

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