

Physik I und Einführung in die theoretische Physik I

Übungsaufgaben

Manuel Hohmann

8. Juni 2011

1. Rotation der Erde

Um welchen Betrag ändert sich die Rotationsperiode der Erde ($M = 6 \cdot 10^{24}\text{kg}$, $R = 6375\text{km}$, $I = 2MR^2/5$) durch die folgenden Ereignisse?

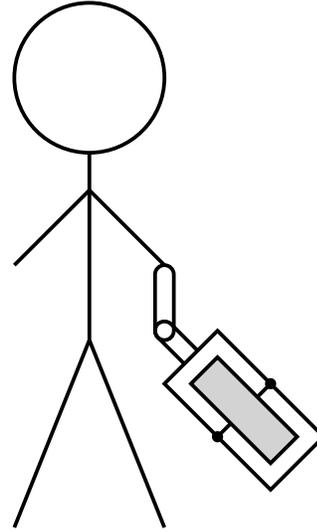
- (a) Eine Ballerina ($m = 60\text{kg}$, $r = 15\text{cm}$, $I = mr^2/2$) macht am Nordpol eine Pirouette gegen den Uhrzeigersinn mit $\omega = 10\text{s}^{-1}$.
- (b) Ein Zug der Masse $m = 400\text{t}$ fährt mit $v = 300\text{km/h}$ von West nach Ost am Äquator entlang.
- (c) Sämtliche Bäume seien gleichmäßig über die Erdoberfläche verteilt und werfen 10^{11}kg Laub ab, das 10m tief nach unten fällt ($I = 2mr^2/3$).
- (d) Ein Asteroid der Masse $m = 2.7 \cdot 10^{10}\text{kg}$ schlägt mit $v = 12.5\text{km/s}$ tangential zur Erdoberfläche in Richtung Osten am Äquator ein.

2. Kreisel im Koffer

Sie tragen einen (sehr leichten) Koffer mit sich herum, in dem sich ein rotierender (sehr schwerer) Kreisel befindet. Die Rotationsachse des Kreisels zeigt dabei "zur Seite". Der Griff des Koffers ist drehbar befestigt; der Abstand zwischen Drehachse des Griffs und Schwerpunkt des Kreisels beträgt 25cm . Sie gehen nun eine Kurve und ändern Ihre Bewegungsrichtung dabei innerhalb von 10s um 90° . Dabei beobachten Sie, dass der Koffer um 10° zur Seite ausgelenkt wird. Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit des Kreisels?

Hinweis: Vernachlässigen Sie die Fliehkräfte, die in der Kurve auftreten. Die folgenden Fragen können hilfreich sein:

- Welche Größen spielen eine Rolle? Welche Größen können vernachlässigt werden?
- Welche Kräfte wirken auf den Kreisel?
- Wo greifen diese Kräfte an?
- Welches Drehmoment wirkt auf den Kreisel?
- Wie groß ist der Drehimpuls des Kreisels?
- Wie groß ist die zeitliche Änderung des Drehimpulses?



3. Drehmatrizen

Eine Drehung um den Winkel ϕ um die z -Achse wird beschrieben durch die Drehmatrix

$$R(\phi) = \begin{pmatrix} \cos \phi & -\sin \phi & 0 \\ \sin \phi & \cos \phi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Zeigen Sie, dass für das Produkt zweier solcher Drehungen gilt:

$$R(\phi) \cdot R(\theta) = R(\phi + \theta)$$