

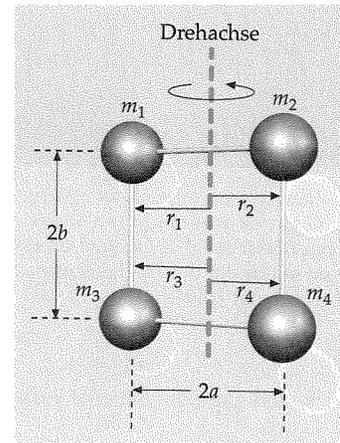


Übungen zu Experimentalphysik I für Biologinnen und Biologen

Blatt 08

Aufgabe 1:

Ein Körper besteht aus vier punktförmigen Teilchen, jedes von der Masse $m_i = m_0$, die durch starre masselose Stäbe zu einem Rechteck mit den Kantenlängen $2a$ und $2b$ verbunden sind (siehe Skizze). Das System rotiert mit der Winkelgeschwindigkeit ω um eine Achse, die wie gezeigt durch den Mittelpunkt in der Ebene der Figur verläuft.



- Berechnen Sie mit Hilfe des Trägheitsmomentes J die Rotationsenergie $E_{rot} = \frac{1}{2}J\omega^2$ des Körpers (Tipp: Das Trägheitsmoment eines Körpers berechnet sich aus dem quadratischen Abstand aller Massenpunkte des Körpers zur Drehachse multipliziert mit der Masse des entsprechenden Massenpunktes, $J = \sum_i m_i r_i^2$).
- Überprüfen Sie das Ergebnis, indem Sie die kinetische Energie für jeden einzelnen der vier Massenpunkte berechnen und dann summieren.

Aufgabe 2:

Eine Eiskunstläuferin dreht sich mit ausgestreckten Armen mit der Drehfrequenz $f_0 = 2$ Hz. Zur Pirouette zieht sie innerhalb einer Sekunde ihre Arme an und verkleinert dadurch ihr Trägheitsmoment von $J_0 = 5 \text{ kg m}^2$ auf $J_1 = 2 \text{ kg m}^2$.

- Wie groß ist nun die Drehfrequenz?
- Welche mittlere Leistung bringt die Eiskunstläuferin auf, während sie ihre Arme anzieht (Formel für Rotationsenergie: $E_{rot} = \frac{1}{2}J\omega^2$)?

Aufgabe 3:

Bewegt sich ein Körper mit einer Geschwindigkeit \vec{v} in einem mit der Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega}$ rotierenden Bezugssystem (z.B. Radfahrer auf der Erde), dann treten Scheinkräfte auf. Schon ein ruhender Körper (relativ zur Erdoberfläche) spürt die Zentrifugalkraft, ein bewegter Körper spürt zusätzlich die geschwindigkeitsabhängige Corioliskraft $\vec{F}_C = -2m(\vec{\omega} \times \vec{v})$.

- In welche Richtung zeigt \vec{F}_C (im Vergleich zu $\vec{\omega}$ und \vec{v})?
- Sie stehen nun am Äquator auf einem Turm und lassen einen Stein fallen. Wo landet dieser?

- c) Sie stehen nun in Konstanz und laufen direkt nach Norden. Werden Sie durch die Corioliskraft nach Westen oder Osten abgelenkt?

Aufgabe 4:

Die Erde dreht sich innerhalb eines Tages einmal um ihre eigene Achse und Sie haben den Plan, diesen Umstand zu ändern. Sie überreden die gesamte Erdbevölkerung, sich auf dem Äquator zu positionieren und dort mit einer gleichmäßigen Geschwindigkeit nach Osten zu laufen. Gehen Sie im Folgenden davon aus, dass Sie die Erdbevölkerung als Massepunkt betrachten können, welcher sich in einem Abstand von $R_E = 6371$ km entfernt von der Drehachse bewegt. Ein Mensch auf der Erde habe ein Durchschnittsgewicht von $m = 70$ kg.

- a) Berechnen Sie das Trägheitsmoment und den Drehimpuls der Erde ohne die laufende Erdbevölkerung!
- b) Berechnen Sie den Drehimpuls der Erdbevölkerung am Äquator, wenn diese sich mit einer Geschwindigkeit von $v = 4$ km/h nach Osten bewegt.
- c) Nutzen Sie nun die Drehimpulserhaltung, um die neue Winkelgeschwindigkeit der Erde zu berechnen (Hinweis: Der Gesamtdrehimpuls ist der Drehimpuls der Erde bevor sich die Erdbevölkerung in Bewegung setzt. Da die Menschheit nun selbst für einen Drehimpuls sorgt, aber die Erde plus Menschheit ein abgeschlossenes System ist, muss sich der Drehimpuls der Erde entsprechend ändern.).
- d) Wie können Sie es schaffen, dass sich die Erde schneller dreht?