

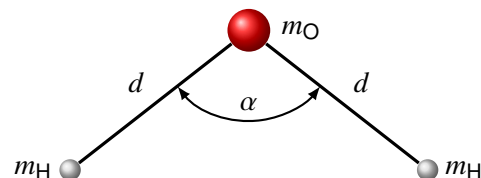
Übungen zur Experimentalphysik 1**Blatt 9 – 17.06.2025 – Abgabe: 24.06.2025, 08:00 Uhr****Aufgabe 9.1: Turmspringer****(4 Punkte)**

Ein Turmspringer springt vom 10-Meter-Brett. Das Sprungbrett schwingt mit 1 s Periode und 20 cm Amplitude.

- (a) Welche Maximalgeschwindigkeit hat der Endpunkt des Brettes?
- (b) Welchen Drehimpuls erteilt es dem Springer, der sich beim Absprung bei aufwärtsschwingendem Brett um 30° vorneigt, aber nicht mit den Beinen nachdrückt? Skizzieren Sie, welche Kraftkomponenten auf seine Füße wirken.
Hinweis: Nähern Sie den Springer durch einen Stab der Masse $M = 75 \text{ kg}$ und Gesamtlänge $l = 1,8 \text{ m}$ an.
- (c) Wie lange braucht er für eine Umdrehung, wenn er ausgestreckt bleibt? Vergleichen Sie mit der Fallzeit aus 10 m Höhe.
- (d) Wie viele Saltos schafft er, wenn er sich direkt nach dem Absprung zusammenrollt?
Hinweis: Approximieren Sie den Springer jetzt durch eine homogene Kugel mit Radius $r = 0,3 \text{ m}$.

Aufgabe 9.2: Wassermolekül**(4 Punkte)**

Die nebenstehende Skizze gibt ein Modell des Wassermoleküls. Dabei ist $d = 9,58 \cdot 10^{-11} \text{ m}$, $\alpha = 104^\circ$ und $m_O = 16 \cdot m_H$. Die Atome können als Massenpunkte angenommen werden.



- (a) Wo liegen Schwerpunkt S und Hauptträgheitsachsen dieses Systems?
- (c) Zeigen Sie durch explizite Berechnung, dass die Nicht-Diagonalelemente des Trägheitstensors für das Molekül verschwinden, sofern man ihn in einem Bezugssystem (mit Ursprung in S) angibt, dessen Achsenrichtungen den Hauptträgheitsachsen entsprechen.
- (d) Berechnen Sie die Trägheitsmomente des Moleküls bezüglich der Hauptachsen in Einheiten von $m_H \cdot d^2$.

Aufgabe 9.3: Kreisel**(3 Punkte)**

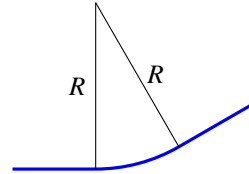
Der in der Vorlesung vorgeführte Kreisel besteht aus einem kräftefrei aufgehängten Rad, das in Rotation versetzt wurde. Die Winkelgeschwindigkeit des Rades betrug $\omega = 30 \frac{1}{s}$. Die Felge des Rades mit dem Durchmesser $d = 60 \text{ cm}$ ist mit Blei der Masse $m = 8,5 \text{ kg}$ ausgelegt. Durch ein Zusatzgewicht von $m' = 100 \text{ g}$, das im Abstand $l = 48 \text{ cm}$ vom Aufhängepunkt angebracht wird, beginnt der Kreisel zu präzedieren.

- (a) Skizzieren Sie qualitativ $\vec{\omega}$, \vec{D} , \vec{L} und $\dot{\vec{L}}$.
- (b) Berechnen Sie die Frequenz ω_p , mit der der Kreisel präzediert.

Aufgabe 9.4: Gyrobus**(5 Punkte)**

Ein Gyrobus (Gesamtmasse $M = 5\text{ t}$, Spurweite 2 m , Geschwindigkeit $50\frac{\text{km}}{\text{h}}$) ist mit einem Kreisel (Masse $m = 1\text{ t}$, Trägheitsradius $\rho = 0,5\text{ m}$, $3600\text{ Umdrehungen/min}$) ausgerüstet, dessen vertikale Achse mittig zwischen rechter und linker Seite liegt.

- (a) Wie groß ist die kinetische Energie des Kreisels? Welche Höhendifferenz könnte der Bus damit reibungsfrei überwinden?
- (b) Den Übergang von einem horizontal verlaufenden Straßenstück zu einem ansteigenden oder abfallenden Straßenstück modellieren wir durch einen Kreisbogen (vgl. Skizze). Wie groß müsste der Krümmungsradius R jeweils mindestens sein, damit der Bus bei starrer Lagerung des Kreisels nicht umfällt?



Hinweis: Der Trägheitsradius ist der Radius eines Kreisringes, der dieselbe Masse und dasselbe Trägheitsmoment wie der sich drehende Körper hat.

Aufgabe 9.5: Förderseil**(4 Punkte)**

- (a) Welche Längenänderung erfährt ein in einem senkrechten Schacht hängendes Stahlseil (Länge $L = 1000\text{ m}$, Querschnitt $A = 2000\text{ mm}^2$, Dichte $\rho = 7,9\text{ g/cm}^3$, Elastizitätsmodul $E = 2,0 \cdot 10^{11}\text{ N m}^{-2}$, Zugfestigkeit $\sigma_{\text{max}} = 1,6 \cdot 10^9\text{ N m}^{-2}$) – wie es z. B. als Förderseil im Bergbau verwendet wird – aufgrund seines eigenen Gewichts?
- (b) Wie groß ist die potentielle Energie seiner elastischen Verformung?