

Grundlagen der Physik I Wintersemester 2004 \ 2005
Blatt 13 Besprechung am 8. und 11. Februar 2005
Sondervorlesung als Ersatz für den 4.2.: Don. 10.2. 12³⁰ – 14⁰⁰ im H3

1. Es rutscht ein homogener Stahlwürfel der Kantenlänge $a = 10 \text{ cm}$ und der Dichte $\rho = 7,9 \text{ kg/dm}^3$ mit der Geschwindigkeit v_0 reibungsfrei über eine horizontale Ebene. Am Ende der Ebene stößt der Würfel mit seiner gesamten Kante gegen ein flaches Hindernis.
 - (a) Berechnen Sie den Drehimpuls $\vec{L}$ des Würfels vor dem Stoß bezüglich der Stoßkante, und zeigen Sie, daß der Drehimpuls vor dem Stoß und direkt nach dem Stoß gleich groß ist.
 - (b) Berechnen Sie, wieviel Prozent der anfänglich vorhandenen kinetischen Energie direkt nach dem Stoß als Rotationsenergie zur Verfügung stehen.
 - (c) Bestimmen Sie die Minimalgeschwindigkeit v_0 , bei der der Würfel gerade noch über das Hindernis kippt. (Hinweis: Drehimpuls- und Energieerhaltungssatz)
2. Was bedeutet es, wenn Sie den Drehimpuls eines Körpers als $\vec{L} = I\vec{\omega}$ mit skalarem I schreiben können? Sie wissen von einem System, daß der Drehimpulserhaltungssatz in der Form $I_1\vec{\omega}_1 = I_2\vec{\omega}_2$ und der Energieerhaltungssatz in der Form $\frac{1}{2}I_1\vec{\omega}_1^2 = \frac{1}{2}I_2\vec{\omega}_2^2$ gilt. Welchen Veränderungen kann ein solches System unterworfen sein?
3. Ein Schlittschuhläufer drehe reibungsfrei eine Pirouette mit der Winkelgeschwindigkeit $\omega = 2\pi \frac{1}{s}$ mit ausgebreiteten Armen. Nun zieht er die Arme flach an den Körper an. Wie groß ist der Drehimpuls, die Rotationsenergie und die Winkelgeschwindigkeit vor und nach dem Anlegen der Arme? Gilt der Energieerhaltungssatz?

Nähern Sie dabei den Schlittschuhläufer durch eine Kugel $\hat{=}$ Kopf mit $R = 12 \text{ cm}$, zwei Zylinder $\hat{=}$ Arme mit $d_A = 8 \text{ cm}$, $H_A = 60 \text{ cm}$, ein Zylinder $\hat{=}$ Körper mit $d_K = 36 \text{ cm}$, $H_K = 48 \text{ cm}$ und zwei Zylinder $\hat{=}$ Beine mit $d_B = 12 \text{ cm}$, $H_B = 87 \text{ cm}$. Berechnen Sie zunächst die Trägheitsmomente bei ausgebreiteten und angelegten Armen, dabei ist die Dichte des homogenen Sportlers $\varrho = 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ (siehe Skizze).
4. Betrachten sie nun die Bewegung des Schlittschuhläufers genauer, d.h. berechnen Sie seine Winkelgeschwindigkeit $\omega(t)$ und die verrichtete Arbeit $W(t)$, wenn der Schlittschuhläufer seine Arme gleichmäßig vom ausgestreckten bis zum anliegenden Zustand mit der Winkelgeschwindigkeit $\omega_k = \frac{\pi}{2s}$ klappt (siehe Skizze).
5. Berechnen Sie den Schwerpunkt und das Trägheitsellipsoid des Schlittschuhläufers, wenn er mit ausgebreiteten Armen steht (siehe Skizze).
6. Ein symmetrischer Kreisel dreht sich mit konstanter Winkelgeschwindigkeit $\omega_F = 600 \text{ rad/s}$ um seine Figurenachse, die um 30° gegen die Vertikale geneigt ist. Die Spitze des Kreisels bleibt stets an der gleichen Stelle der Unterlage. Der Abstand des Massenmittelpunktes von der Kreiselspitze beträgt 30 cm , das Trägheitsmoment des Kreisels um die Figurenachse ist $J_F = 10 \text{ gm}^2$, die Masse des Kreisels beträgt $m = 1 \text{ kg}$. Berechnen Sie die Präzessionsfrequenz des Kreisels
7. Entwickeln sie eine Korrekturformel für die Erdbeschleunigung g , bei der Sie sowohl die Rotation der Erde um ihr Achse, als auch die Abplattung der Erde als Funktion der geographischen Breite φ berücksichtigt werden.

$g_0 = 9,80665 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, $R = 6378 \text{ km}$, Differenz zwischen Äquator- und Polradius der Erde: $R_{\text{Ä}} - R_{\text{Pol}} = 21,4 \text{ km}$.
8. Eine Radaranlage ortet gleichzeitig zwei Schiffe A und B und mißt ihre momentanen Positionen und Geschwindigkeiten als A : 25 Seemeilen 20° N zu O mit 26 Knoten Kurs 40° W zu S;
B : 16 Seemeilen NO mit 21 Knoten Kurs 5° O zu N.
Berechnen Sie, ob die Schiffe –bei konstanter Geschwindigkeit– zusammenstoßen und wenn ja, wann und wo. Wenn nein, berechnen Sie, wann und wo sich die Schiffe auf ihrer Reise am nächsten kommen und wie groß dieser Abstand ist. Hinweis: 5° O zu N bedeutet: 5° von der Ostrichtung nach Norden, also 85° von der Nordrichtung im Uhrzeigersinn.
9. Ein Körper der Masse m bewege sich in einem eindimensionalen Bezugssystem S mit der Geschwindigkeit v . Längs dieser Achse bewegt sich ein weiteres Bezugssystem S' mit der konstanten Geschwindigkeit v' . Berechnen Sie die kinetische Energie des Körpers in beiden Bezugssystemen.
10. Ein Beobachter sieht einen Körper im Abstand r von ihm ruhen. Nun dreht sich dieser Beobachter mit der konstanten Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega}$ so um die eigene Achse, daß in diesem Bezugssystem der Körper um den Beobachter mit der konstanten Winkelgeschwindigkeit $-\vec{\omega}$ kreist. Berechnen Sie, woher die dazu nötige Zentripetalbeschleunigung kommt.