

Grundlagen der Physik I Wintersemester 2004 \ 2005
Blatt 12 Besprechung am 01. und 04. Februar 2005

1. Berechnen Sie die Frequenz eines Fadenpendels der Länge l und der Masse m mit dem Drehimpulssatz! Welcher Bezugspunkt eignet sich zur Berechnung von Drehmoment \vec{M} und Drehimpuls \vec{L} ? Skizzieren Sie die Lage der beiden Vektoren.
2. Berechnen Sie das Trägheitsmoment einer homogenen Vollkugel bezüglich einer Achse, die durch den Schwerpunkt verläuft. Wenn Sie sich die Volumenintegration ersparen möchten, dann erinnern Sie sich an Aufgabe 4. des letzten Blattes.

Wie groß ist also die Periodendauer eines homogenen, kugelförmigen Punchingballes (Radius $R = 15\text{cm}$), der praktisch direkt an seiner Oberfläche pendelnd aufgehängt ist?

3. Gegeben ist ein homogener Körper, der um die Achse A schwingen kann (siehe Skizze). Berechnen Sie die Schwingungsfrequenz ν für kleine Auslenkungen ϕ . Dabei ist das Trägheitsmoment Θ_S des Körpers bezüglich seines Schwerpunktes S bekannt. Wie groß ist die Länge eines Fadenpendels l_r , welches mit derselben Frequenz schwingt?

Zeigen Sie weiterhin, daß es eine Achse A' gibt, die auf der Verlängerung von \overline{AS} liegt, um die das Pendel mit derselben Frequenz ν als **Reversionspendel** schwingt. Wie groß ist der Abstand $\overline{AA'}$?

4. Warum gleitet ein Zylinder bei vernachlässigbarer Reibung schneller hangabwärts, als er rollt? Leiten Sie das Verhältnis der Beschleunigungen, Geschwindigkeiten, Zeiten aus dem Energiesatz her.
5. Sie stellen einen Bleistift der Länge $L = 20\text{cm}$ auf die Spitze und lassen ihn los. Mit welcher Geschwindigkeit trifft das obere Ende des Stiftes auf die Tischplatte?

6. An einer homogenen dünnen Stange mit der Länge $l = 1\text{m}$ und der Masse $M = 2\text{kg}$ ist an beiden Enden jeweils eine Kugel des Radius $R = 10\text{cm}$ mit der Masse $m = 200\text{g}$ so befestigt, daß die Mittelpunkte der Kugeln einen Abstand von einem Meter besitzen.

- (a) Berechnen Sie das Trägheitsmoment dieser Hantel bezüglich einer senkrecht zu ihr stehenden Drehachse, die (i) durch den Mittelpunkt der Stange, (ii) durch den Endpunkt der Stange verläuft.
- (b) Die Hantel dreht sich um den Mittelpunkt der Stange mit einer Winkelgeschwindigkeit $\omega = 5\text{rad/s}$. Wie groß ist die auf eine Kugel einwirkende Zentripetalkraft?
- (c) Während der Rotation lösen sich die Kugeln und fallen auf den 1m tiefer liegenden Boden. Wie groß ist die Flugzeit der Kugeln und wo treffen Sie auf dem Boden auf?

7. Begründen Sie vermöge der Gestalt des Trägheitsellipsoids eines Würfels, daß dessen Trägheitsmoment bezüglich jeder Achse, die durch den Würfelschwerpunkt verläuft, gleich groß ist.
8. Bestimmen Sie den Trägheitstensor eines homogenen Quaders mit Kantenlängen a, b, c , der sich um eine Achse dreht, die durch seinen Schwerpunkt führt und parallel zu der Kante mit Länge a verläuft.
9. Berechnen Sie den Trägheitstensor der –aus der Vorlesung bekannten– schief stehenden Hantel im körperfesten Koordinatensystem. Beide Punktmassen besitzen den Abstand l voneinander, die Masse m und liegen in der x, y -Ebene, wobei der Ursprung des kartesischen Koordinatensystems im Schwerpunkt der Hantel liegt, die sich um die y -Achse dreht und den Winkel α mit der x -Achse einschließt (siehe Skizze).

Welche physikalische Bedeutung besitzen die Nicht-Diagonalelemente des Trägheitstensors?

10. Machen Sie sich mit der Geometrie und den Bemaßungen (Größe, Masse) eines CH_4 -Moleküls vertraut. Berechnen Sie dann den Trägheitstensor dieses Moleküls in kartesischen Koordinaten, deren Ursprung im Schwerpunkt des Moleküls liegt. Kommt es auf die Lage des Koordinatensystems an, solange der Schwerpunkt des CH_4 -Moleküls der Ursprung des Koordinatensystems ist?