

Übungsblatt 7

Besprechung in der Woche vom 11.1.2021

Aufgabe 1

Pirouette.

Eine 1,60 Meter große, 55 Kilogramm schwere Eiskunstläuferin macht eine Pirouette auf der Eisfläche mit parallel zum Boden ausgebreiteten Armen, dabei dreht sie sich dreimal pro Sekunde um die eigene Achse. (<https://www.youtube.com/watch?v=UrBwRopCm3g> ab 3:53)

- Berechnen Sie das Trägheitsmoment des Eiskunstläuferin. Nehmen Sie dazu an, dass der Körper der Sportlerin zylinderförmig mit einem Durchmesser von $D = 30$ cm ist. 90% ihres Körpergewichts sind homogen in dem Zylinder verteilt. Die restlichen 10% fallen auf die Arme und können durch zwei gleich schwere Punktmassen im Abstand $s = 70$ cm zur Rotationsachse genähert werden.
- Die Eiskunstläuferin legt nun die Arme an den Körper an. Dadurch verkleinert sich der Abstand der Punktmassen auf 30 cm. Berechnen Sie das neue Trägheitsmoment I' der Sportlerin.
- Bestimmen Sie nun die neue Pirouettenfrequenz.

Aufgabe 2

Rotation von Molekülen.

Die Rotation von Molekülen erlaubt es, Aussagen über ihre Struktur zu machen. Als Beispiel dient das zweiatomige Molekül HCl (Salzsäuregas). Die Massen der beiden Atome sind in Einheiten der atomaren Masseneinheit u angegeben: $m_H = 1$ u, $m_{Cl} = 35$ u, $1u = 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg. Der Abstand zwischen dem H-Atom und dem Cl-Atom beträgt $d_{HCl} = 1,28 \cdot 10^{-10}$ m.

- Berechnen Sie das Trägheitsmoment des HCl Moleküls bezüglich einer Drehachse, die senkrecht zur Verbindungslinie zwischen den beiden Atomen verläuft und durch den räumlichen Mittelpunkt des Moleküls verläuft.
- Der Drehimpuls des HCl-Moleküls betrage $|\vec{L}| = 1,05 \cdot 10^{-34}$ Js. Bestimmen Sie die Winkelgeschwindigkeit ω und die Umdrehungszeit T des HCl-Moleküls für die von Ihnen unter a) ermittelten Werte des Trägheitsmomentes. Vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit dem experimentell beobachteten Wert der Frequenz $f_{exp} = 6,25 \cdot 10^{11}$ Hz. Machen Sie danach eine Aussage über die reale Drehachse des Moleküls und berechnen Sie das reale Drehmoment I_{real} .

Aufgabe 3

Der Brunnen:

Ein Wassereimer ($m = 15$ kg) hängt an einem Seil ($l = 6$ m), das um die Welle ($R = 8$ cm) eines Handrades gewickelt ist. Das Rad und die Welle haben zusammen einen Trägheitsmoment von $J_{Rad} = 3$ kg \cdot m². Gerade als der volle Eimer oben angekommen ist wird die Kurbel plötzlich losgelassen und der Eimer fällt in den Brunnen. Welche Geschwindigkeit hat der Eimer erreicht als sich das Seil komplett abgewickelt hat?

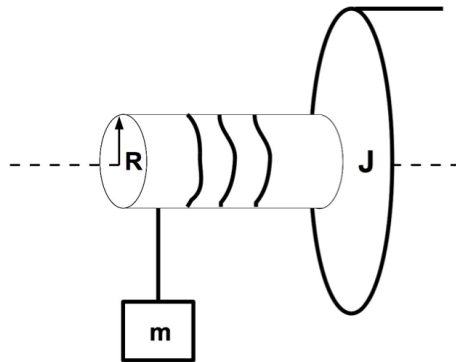


Abbildung 1: Das Förderrad des Brunnens

Aufgabe 4

Stromausfall:

Der Supercomputer SuperMUC, der im Leibnitz Rechenzentrum in München steht, nimmt eine Leistung von 3500 kW auf. Fällt der Strom aus, muss eine Zeit von $\Delta t = 10$ s bis zum Anlaufen des Notstromgenerators überbrückt werden.

- Wie viele Menschen ($m_{Mensch} = 75$ kg) könnt man mit der Energie, die für die Überbrückung dieser 10 s notwendig ist, vom Meeresspiegel auf den Mount Everest (8848 m) schießen? Die Luftreibung ist hierbei zu vernachlässigen.
- Mit welcher Geschwindigkeit müsste ein schwerer LKW ($m_{LKW} = 40$ t) fahren, um diese Energie in Form von kinetischer Energie zu besitzen?
- Um die Zeit bis der Generator anspringt zu überbrücken benutzen wir eine zylindrische Schwungscheibe ($m_S = 700$ kg) aus Stahl, mit einem Radius von $r = 1$ m. Das Trägheitsmoment ist durch $J_S = \frac{1}{2}mr^2$ gegeben. Die Scheibe wird auf 6000 Umdrehungen pro Minute beschleunigt. Reicht die gespeicherte Energie aus, den Supercomputer so lange zu versorgen?