

## Aufgaben zum Drehimpuls

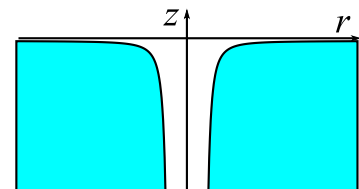
1. Welche Einheit hat der Drehimpuls (Drall, "Drehschwung") ?
2. Die Translationsenergie lässt sich durch den linearen Impuls ausdrücken:  $E_t = p^2/(2m)$ . Stellen Sie eine analoge Beziehung zwischen Rotationsenergie und Drehimpuls auf.
3. Ein Schwungrad speichert 4.6 kWh bei der Drehfrequenz  $3300 \text{ min}^{-1}$ . Wie gross ist der Drall?
4. Ein Schwungrad wird durch ein konstantes Drehmoment parallel zur Drehachse beschleunigt. Wie verändert sich die Winkelgeschwindigkeit?
5. Wenn ein Ecuadorianer (75 kg) zu einen Spurt nach Osten (10 m/s) startet, muss sich wegen des Drehimpulserhaltungssatzes die Erde etwas langsamer drehen. Schätzen Sie den Einfluss auf die Tageslänge ab. Das Trägheitsmoment der Erde finden Sie in der nächsten Aufgabe.
6. Das Trägheitsmoment der Erde beträgt  $J_S = 8.04 \cdot 10^{37} \text{ kg m}^2$ .
  - a) Ist das mehr, gleichviel oder weniger als das Trägheitsmoment einer homogenen Kugel mit gleichem Radius und gleicher Masse? Warum?
  - b) Wie gross ist die Rotationsenergie der Erde?
  - c) Ist die Rotationsenergie grösser oder kleiner als die Translationsenergie der Bahnbewegung?

Der Mond übt durch die Gezeiten ein bremsendes Drehmoment auf die Erde aus. Die Tageslänge nimmt deshalb circa 1.6 ms / Jahrhundert zu.

  - d) Was passiert mit dem Drehimpuls der Erde?
  - e) Wie gross ist das Drehmoment, mit dem der Mond die Erde bremst?
7. Wie hängt der Radius  $r$  eines Hohlwirbels (Abbildung 303) von der Höhenkoordinate  $z$  ab?
 

Tipps: Ein Wassertropfen an der Oberfläche habe weit weg vom Abfluss ( $r \rightarrow \infty$ ) die Höhe  $z = 0$  sowie Bahngeschwindigkeit  $v = 0$ . In endlichem Abstand ist wegen dem Energiesatz  $z < 0$  und  $v > 0$ . Der spezifische Drehimpuls  $\ell = L/m$  bleibt konstant. Die Wassertropfen bewegen sich im Wirbel fast auf Kreisbahnen, deshalb ist  $\ell = rv$ .

Abbildung 303: Ein Hohlwirbel entsteht beispielsweise, wenn das Wasser aus der Badewanne abläuft und in Drehung versetzt wird. Es bildet sich ein Trichter. Welche Form hat er?



8. Ein Uran-235 Atomkern hat einen Spin (Eigendrehimpuls) von  $\frac{7}{2}\hbar = \frac{7}{4\pi}h$ . Darin ist  $h$  das sogenannte Planck'sche Wirkungsquantum (s. FoTa). Angenommen, der Kern sei eine homogene Kugel mit Radius  $r$  (Berechnung s. FoTa, Abschnitt Kernphysik), mit welcher Winkelgeschwindigkeit rotiert er dann?

## Lösungen

- 1) - 2) - 3)  $9.6 \cdot 10^4 \text{ J s}$  4)  $\omega - \omega_0 \propto t$  5)  $7.0 \cdot 10^{-20} \text{ s}$   
 6a) - b)  $2.14 \cdot 10^{29} \text{ J}$  c) - d) - e)  $3.4 \cdot 10^{16} \text{ N m}$  7)  $r^2 z = \text{const}$  8)  $4.3 \cdot 10^{19} \text{ s}^{-1}$