

ÜBUNGSAUFGABEN (X)

(Besprechung Mittwoch, 9.1.19)

Aufgabe 1: (5 Punkte)

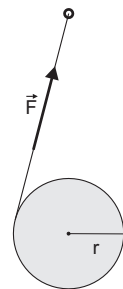
Die Periodendauer T_E der Erdrotation vergrößert sich pro Jahr durchschnittlich um $\Delta T_E = 16 \mu\text{s}$. Die damit verknüpfte Änderung des Eigendrehimpulses L_E wird auf den Bahndrehimpuls L_M des Mondes übertragen.

- Wie groß ist die jährliche Änderung Δr des Mond-Erde-Abstands r ? Bestimmen Sie dazu die Ableitung des Bahndrehimpulses L_M nach r und nähern Sie die Bahndrehimpulsänderung zu $\Delta L_M \cong (dL_M/dr) \Delta r$.
- Beschreiben Sie, auf welche Weise die Kopplung der beiden Drehimpulse zustande kommt.

Zahlenwerte: $r = 384400 \text{ km}$; Erdmasse $M = 5.974 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; Trägheitsmoment der Erde $\Theta_E = 8.021 \cdot 10^{37} \text{ kg m}^2$; Mondmasse $m = 0.01228 M$.

Aufgabe 2: (4 Punkte)

Eine homogene Scheibe mit Radius r und Masse m liegt reibungslos auf einer glatten, ebenen Fläche (z.B. Luftkissen). Auf der Scheibe ist ein langer, dünner Faden aufgewickelt, der an seinem anderen Ende durch eine kleine Loch in der Fläche verschwindet. Durch diese Öffnung wird der Faden mit einer konstanten Kraft F eingezogen, so dass dieser sich vom Zylinder abwickelt und die Scheibe in Drehung versetzt. Berechnen Sie die Schwerpunktbewegung und den Eigendrehimpuls L der Scheibe als Funktion der gegebenen Größen und der Zeit t . Zeigen Sie, dass der Gesamtdrehimpuls erhalten bleibt.



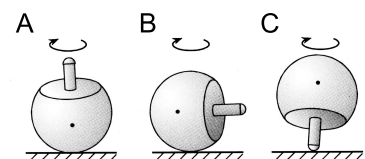
Aufgabe 3: (4 Punkte)

Beim Einpacken ihrer Weihnachtsgeschenke sind Sie unvorsichtig und eine Spielkugel (Masse m , Radius r) rollt für Sie unerreichbar unter den Kleiderschrank ($l = 40 \text{ cm}$). Sie liegt glücklicherweise auf einem breiten Streifen Geschenkpapier, dessen Ende gerade noch hervorlugt. Der Boden ist glatt und eben, und wenn Sie vorsichtig am Papierstreifen ziehen, fängt die Kugel sofort an zu rollen. Über welche Strecke s muss das Ende des Papierstreifens gezogen werden, damit die Kugel wieder erscheint?

Berechnen Sie dazu die Beschleunigung a der Kugel als Funktion der Beschleunigung a_0 des Papierstreifens. Nehmen Sie an, dass sich die Kugel schlupffrei und ohne Dämpfung auf dem Papier bewegen kann. Das Trägheitsmoment der (Hohl-) Kugel ist $\Theta = 2/3 \cdot mr^2$.

Aufgabe 4: (3 Punkte)

In einem Vorlesungsexperiment wurde das Verhalten eines Stehaufkreisels demonstriert. In Ruhe steht dieser mit seiner runden Unterseite auf einer ebenen Fläche (Abb. A). Wenn er in dieser Orientierung bezüglich seiner Symmetrieachse in Drehung versetzt wird, neigt sich die Drehachse allmählich zunächst in die Horizontale (Abb. B). In dieser Lage dreht er sich nicht nur um seine eigene Achse, sondern auch um die raumfeste vertikale Achse. Schließlich berührt die Spitze des



herausstehenden Stifts die ebene Fläche und der Kreisel richtet sich innerhalb eines kurzen Moments auf (Abb. C).

Diskutieren Sie das Verhalten des Kreisels qualitativ (ohne Rechnung). Bestimmen Sie dazu die Richtungen des Drehimpulses sowie der angreifenden Kräfte und Drehmomente. Wie ändern sich die potentielle und kinetische Energie? Welche Kraft ist für das allmähliche Kippen der Kreiselachse verantwortlich? Wie kommt es zu der schnellen Drehbewegung um die vertikale Achse?