

Physik I

Georg-August-Universität Göttingen
Prof. Dr. K. Bahr / Prof. Dr. K.-H. Rehren / PD Dr. H. Schanz
www.theorie.physik.uni-goettingen.de/lehre/Uebungen/Physik-I/0506/

WS 2005/06



Abgabe: 2. 1. 2006

Übungsblatt 9

1. Aufgabe

(4 Pkt.)

"Independence Day"

Eine tellerförmige Raumstation der Masse m befindet sich im Gravitationsfeld eines Planeten der Masse M , parallel zur Oberfläche orientiert. Ihr Radius sei r und ihr Mittelpunkt befinde sich im Abstand $R \gg r$ vom Mittelpunkt des Planeten. Bestimmen Sie die Abweichung der Schwerkraft von Newton's $-\gamma Mm/R^2$ -Gesetz.

Hinweis: Behandeln Sie die Raumstation als Kreisfläche (Dicke Null, konstante Flächenmassendichte $\sigma = m/\pi r^2$), die Sie sich in Kreisringe aufgeteilt denken. Der kugelsymmetrische Planet darf als Punktmasse angenommen werden (s. Vorlesung).

2. Aufgabe

Die Trägheitsmomente der Erde

(a) (6 Pkt.)

Die mittlere Dichte des Erdkörpers ist $\rho_E = 5500 \text{ kg/m}^3$. Ein vereinfachtes Erdmodell besteht aus einem Kern der mittleren Dichte $\rho_K = 11000 \text{ kg/m}^3$ und einem Mantel mit der mittleren Dichte $\rho_M = 4250 \text{ kg/m}^3$. Wie groß ist das Trägheitsmoment der Erde im Vergleich zu dem einer entsprechenden homogenen Kugel (Dichte ρ_E und Radius r_E) ?

Hinweis: Die Erdkruste soll wegen ihrer geringen Beiträge zu Gesamtmasse und Gesamtträgheitsmoment vernachlässigt werden.

(b) *Zusatzaufgabe* (3 Pkt.)

Der Äquatorwulst verursacht einen relativen Unterschied von 1 : 306 zwischen dem Trägheitsmoment bezüglich der Rotationsachse und dem geringeren Trägheitsmoment bezüglich einer Achse in der Äquatorebene. Wenn der Äquatorwulst einfach ein Schlauch mit der mittleren Dichte des Erdmantels wäre, der um den Äquator gelegt wird, wie groß wäre die Querschnittsfläche dieses Schlauches?

3. Aufgabe

Umweltfreundliche Busse

(a) (2 Pkt.)

Rom wurde auf 7 Hügeln erbaut. Damit die Busse nicht zuviel Energie verbrauchen, werden sie nur dadurch gebremst, dass Energie in der Rotation einer Scheibe im Heck des Busses gespeichert wird, die dann beim Herauffahren auf den nächsten Hügel zum Antrieb des Busses zur Verfügung steht. Haltestellen befinden sich nur oben auf den Hügeln oder unten in den Tälern. Diskutieren Sie die Umdrehungsperiode der Scheibe unter realistischen Annahmen: Die Scheibe habe einen Radius von 1m, ihre Masse ist 10% der Masse des Busses, und die Hügel sind 100m hoch.

- (b) (2 Pkt.)
Die Aufhängung der rotierenden Scheibe möge eine so schnelle Rotation der Scheibe ermöglichen, dass der Bus vom Gipfel eines 7km hohen Berges zum nächsten gleich hohen Berg transportiert werden kann. Diskutieren sie das Schicksal eines im Vergleich zur Scheibe sehr kleinen Gegenstandes, der ihre Rotation mitmacht und sich, während der Bus gerade im Tal zwischen den beiden Bergen ist, von ihr löst. Am interessantesten ist der Fall, bei dem der Gegenstand danach nur eine Geschwindigkeitskomponente in z-Richtung hat (der Bus ist ein Kabriolet).

4. Aufgabe

Schlitten

- (a) (2 Pkt.)
Ein schlittenartiges, nordlandwild-getriebenes saisonales Luftfahrzeug ist symmetrisch zur x - z -Ebene konstruiert. Ergänzen Sie die fehlenden Komponenten des Trägheitstensors

$$\mathbf{I} = \begin{pmatrix} 1000 & ?? & 1200 \\ ?? & 500 & ?? \\ 1200 & ?? & 3000 \end{pmatrix} \text{ kgm}^2$$

- (b) (3 Pkt.)
Da der Einsatzplan schnelle Entladevorgänge vorsieht, ist es nützlich, die Achse des geringsten Trägheitsmoments zu kennen. Welche Richtung hat diese?
- (c) (1 Pkt.)
Welche Farbe hat die Mütze des Piloten?