

Übungen zu Physik I, Präsenzübung 10

Dozenten: Prof. Dr. Herbert Pfnür, Prof. Dr. Luis Santos

Übungsleiter: Tammo Block, Markus Otto, Jochen Zahn

5./6. Januar 2009

[P25] Tageslänge

Sommergrüne Laubwälder befinden sich fast ausschließlich auf der Nordhalbkugel. Wenn dort der Winter kommt, fallen die Blätter von den Bäumen. Dies verändert das Trägheitsmoment der Erde, was wiederum die Tageslänge beeinträchtigt. In einer Fernsehsendung¹ wurde behauptet, dieser Effekt liege in der Größenordnung von Millisekunden. Stimmt das?

- (a) Zeige, dass die Verschiebung einer Masse m vom Abstand ρ zur z -Achse auf den Abstand $\rho + \Delta\rho$ die z -Komponente des Trägheitstensors um

$$\Delta I_z \simeq 2m\rho\Delta\rho$$

verändert (wobei $\Delta\rho \ll \rho$ gilt).

- (b) Zeige, dass die resultierende Veränderung der Umlaufperiode durch

$$\Delta T = T \frac{\Delta I_z}{I_z} \quad (1)$$

gegeben ist.

- (c) Laut (1) benötigen wir eine Schätzung für das Trägheitsmoment der Erde. Wir erinnern uns an

$$I = \frac{2}{5}MR^2,$$

und schätzen M aus $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$, $R = 6400 \text{ km}$ und $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. Welchen Fehler machen wir dabei?

- (d) Unter Verwendung vernünftiger Annahmen schätzen wir nun ΔT (möglichst ohne Taschenrechner).

[P26*] Trägheitstensor

Wir betrachten eine Anordnung von 6 Massen. Die Masse in den Punkten $(0, 0, a)$ und $(0, 0, -a)$ sei jeweils M , die in den Punkten $(0, a, 0)$ und $(0, -a, 0)$ sei jeweils $2M$, und die in den Punkten $(a, 0, 0)$ und $(-a, 0, 0)$ sei jeweils $3M$.

- (a) Bestimme den Trägheitstensor für Drehungen um den Koordinatenursprung.
(b) Bestimme die Hauptträgheitsachsen und die entsprechenden Trägheitsmomente.
(c) Welches Trägheitsmoment gilt für Rotationen um die durch $\vec{n} = (\sqrt{1/2}, \sqrt{1/2}, 0)$ definierte Achse?

¹<http://www.3sat.de/dynamic/sitegen/bin/sitegen.php?tab=2&source=/nano/cstuecke/32512/index.html>