

Physik I und Einführung in die theoretische Physik I

Übungsaufgaben

Manuel Hohmann

17. November 2011

1. Wendeltreppe

Jannis möchte möglichst schnell nach unten und rutscht daher auf dem Geländer einer Wendeltreppe abwärts. Da dieses frisch geputzt wurde, gibt es keine Reibung und die z -Komponente seiner Beschleunigung hat den konstanten Wert a . Bei der Wendeltreppe handelt es sich um eine Rechtsschraube, die Höhe eines Stockwerks sei h und der Abstand des Geländers vom Zentrum der Wendeltreppe sei r .

- (a) Geben Sie die Bahnkurve, die Geschwindigkeit und die Beschleunigung an.
- (b) Wie hoch ist der Betrag $|\vec{v}|$ seiner Geschwindigkeit, wenn er n Stockwerke gerutscht ist und seine Beschleunigung gegeben ist durch

$$a = -g \frac{h^2}{h^2 + (2\pi r)^2} ?$$

- (c) Nach wie vielen Stockwerken würden Sie spätestens abspringen? Verwenden Sie dabei die Werte $h = 3\text{m}$, $r = 1\text{m}$ und $g = 9,81\text{m/s}^2$.
- (d) Jannis habe die Masse m . Bestimmen Sie seinen Impuls $\vec{p}$ und seinen Drehimpuls $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$.
- (e) Welche Kräfte wirken auf Jannis? Zerlegen Sie seine Impulsänderung $\dot{\vec{p}}$ in verschiedene Komponenten, die Sie den verschiedenen Kräften zuordnen.
- (f) Welche Arbeit leisten diese Kräfte?

2. Bogenlänge

Betrachten Sie die Bahnkurve im $\mathbb{R}^2$, die gegeben ist durch

$$y(x) = \sqrt{R^2 - x^2} \quad x \in [-R, R]$$

für eine Konstante $R > 0$.

- (a) Um was für eine Kurve handelt es sich?
- (b) Berechnen Sie die Bogenlänge $s(x)$.
- (c) Parametrisieren Sie die Kurve durch die Bogenlänge, d.h. bestimmen Sie $(x(s), y(s))$.
- (d) Wie lang ist die gesamte Kurve?

3. **Trägheitsmoment des Quaders** Betrachten Sie einen homogenen Quader der Masse M mit Kantenlängen a, b, c , der um seine Symmetrieachse parallel zur z -Achse rotiert.

(a) Bestimmen Sie das Trägheitsmoment des Quaders bezüglich der genannten Drehachse.

(b) Betrachten Sie geeignete Grenzfälle, um das Trägheitsmoment

- i. einer homogenen dünnen Platte um ihre Symmetrieachse senkrecht zur Plattenenebene,
- ii. einer homogenen dünnen Platte um ihre Symmetrieachse in der Plattenenebene,
- iii. eines homogenen dünnen Stabes um eine senkrechte Achse durch seinen Mittelpunkt

zu berechnen.

4. **Rotation der Erde**

Um welchen Betrag ändert sich die Rotationsperiode der Erde ($M = 6 \cdot 10^{24}\text{kg}$, $R = 6375\text{km}$, $I = 2MR^2/5$) durch die folgenden Ereignisse?

- (a) Eine Ballerina ($m = 60\text{kg}$, $r = 15\text{cm}$, $I = mr^2/2$) macht am Nordpol eine Pirouette gegen den Uhrzeigersinn mit $\omega = 10\text{s}^{-1}$.
- (b) Ein Zug der Masse $m = 400\text{t}$ fährt mit $v = 300\text{km/h}$ von West nach Ost am Äquator entlang.
- (c) Sämtliche Bäume seien gleichmäßig über die Erdoberfläche verteilt und werfen 10^{11}kg Laub ab, das 10m tief nach unten fällt ($I = 2mr^2/3$).
- (d) Ein Asteroid der Masse $m = 2.7 \cdot 10^{10}\text{kg}$ schlägt mit $v = 12.5\text{km/s}$ tangential zur Erdoberfläche in Richtung Osten am Äquator ein.