

6. Übung zur Physik A2 für Nebenfächler WS 2017/18

Ausgabe: 16.11.2017

Abgabe: bis 23.11.2017 08:30 Uhr

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Massenpunkt

Ein Massenpunkt befindet sich auf einer Trajektorie

$$\vec{r}(t) = \begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \\ z(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} at \sin(\omega t) \\ at \cos(\omega t) \\ bt \end{pmatrix}. \quad (1)$$

- Welche Dimensionen müssen die Konstanten a , b und ω haben?
- Welche Kurve durchläuft der Massenpunkt in der Zeit $0 < t < \frac{2\pi}{\omega}$? Welche Bahn durchläuft der Massenpunkt, wenn Sie nur die x - und y -Koordinaten betrachten? Fertigen Sie Skizzen an!
- Bestimmen Sie die Geschwindigkeit und die Beschleunigung des Massenpunkts zur Zeit t .
- Zeigen Sie, dass $|\vec{r}(t)| \propto |t|$ gilt.

Aufgabe 2: Drehimpulserhaltung

Eine zierliche Eiskunstläuferin der Größe $h = 1,5$ m und der Masse $m = 50$ kg dreht eine Pirouette mit ausgestreckten Armen. In den Händen trägt sie jeweils eine $m_H = 1,5$ kg schwere Hantel. Ihre Arme haben eine Spannweite von $d = 1$ m. Sie dreht sich zehn mal pro Sekunde um die eigene Achse.

- Berechnen Sie die Winkelgeschwindigkeit der Eiskunstläuferin.
- Berechnen Sie das Trägheitsmoment der Hanteln in Abhängigkeit von der Spannweite d der Arme der Eiskunstläuferin. Betrachten Sie die Hanteln als Punktmassen.
- Wie schnell dreht sich die Eiskunstläuferin, wenn sie ihre Armspannweite in der Pirouette auf $d = 0,5$ m reduziert? Vernachlässigen Sie in dieser Rechnung die Masse der Eiskunstläuferin.
- Berechnen Sie das Trägheitsmoment der Eiskunstläuferin in der Näherung eines Vollzylinders (eine Formel genügt). Dessen Radius R erhalten Sie aus ihrer Masse. Die Eiskunstläuferin besitzt eine homogene Dichte von 1 g cm^{-3} .
- Wiederholen Sie Teilaufgabe c) und berücksichtigen Sie nun zusätzlich das in d) berechnete Trägheitsmoment.

Aufgabe 3: Meteoriteneinschlag

In dieser Aufgabe soll der Einschlag des Asteroiden untersucht werden, welcher für die Entstehung des Chicxulub-Kraters verantwortlich ist. Dabei handelt es sich um einen 66 Millionen Jahre alten Einschlagkrater, dessen Entstehung eine mögliche Ursache für das Aussterben der Dinosaurier ist. Für die Berechnung der Energie des Asteroiden kann die folgende empirische Formel verwendet werden, welche sich aus der Analyse von Atomwaffen-Kratern ergeben hat.

$$D = 1,96 \cdot 10^{-5} E^{0,294}. \quad (2)$$

Wichtig: In der oben angegebenen Formel ist der Durchmesser D in Kilometern und die Energie E in Joule angegeben.

- Berechnen sie mit Hilfe von Gleichung (2) die Energie des Asteroiden beim Moment des Aufpralls. Um welche Art von Energie handelt es sich? Nehmen sie dafür an, dass der Durchmesser des Kraters 190 km betrage.
- Berechnen sie nun ausgehend von der Energie die Geschwindigkeit des Asteroiden. Um die benötigte Masse zu erhalten nehmen sie den Asteroiden als kugelförmig an, mit einem Radius von 6 km und einer Dichte von $\rho = 3400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.
- Im letzten Aufgabenteil soll die auf den Asteroiden wirkende Bremskraft abgeschätzt werden. Nehmen sie dafür die Tiefe des Kraters mit 32 km als gesamte Bremsstrecke an und den Bremsvorgang selbst als gleichmäßig beschleunigte Bewegung.

Aufgabe 4: Kugeln und Kreisel

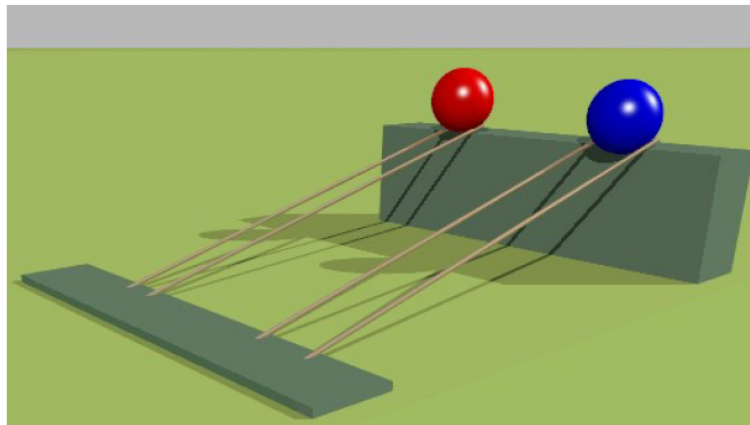


Abbildung 1: Darstellung der in Aufgabenteil a) beschriebenen Kugelbahnen.

- Zwei parallel verlaufende Bahnen werden von zwei Rohren gebildet, wobei bei der linken Bahn 1 der Abstand der Rohre kleiner ist als bei der rechten Bahn 2. Auf jeder Bahn liegt eine Kugel, beide Kugeln sind abgesehen von ihrer Farbe völlig identisch. Beide Kugeln werden gleichzeitig gestartet und rollen nach unten. Wie ist der Einlauf am Ende der geneigten Ebene? Begründen sie kurz:
 - Die Kugel auf Bahn 1 kommt zuerst an.

- (ii) Beide Kugeln kommen gleichzeitig an.
 - (iii) Die Kugel auf Bahn 2 kommt zuerst an.
- b) Erklären sie kurz wieso ein Kreisel, trotz wirkender Schwerkraft nicht umfällt.