

FERIENKURS EXPERIMENTALPHYSIK 1

2010

Übung 1

1. Sprungschanze

Eine Skispringerin mit einer Masse von 50kg fährt eine Sprungschanze hinunter. Sie startet in einer Höhe von 20m über der Höhe des Absprungpunktes. Dort wo sie die Sprungschanze verlässt, bildet ihre Geschwindigkeit einen Winkel von 25° zur Horizontalen.

1. Wie groß ist die maximale Höhe, die sie nach dem Verlassen der Sprungschanze erreicht?
2. Wie weit fliegt sie?
3. Ein Freund von ihr wiegt doppelt so viel wie sie. Wie weit fliegt er?

2. Schräger Wurf mit Stokesscher Reibung

Betrachten Sie ein Teilchen der Masse m , das zur Zeit $t = 0$ vom Ursprung aus mit einer Geschwindigkeit v_0 unter dem Winkel α zur Horizontalen in die xz -Ebene geworfen wird. Das Teilchen unterliegt der Schwerkraft und der geschwindigkeitsabhängigen Reibungskraft $\vec{F}_R = -\sigma\vec{v}$.

1. Stellen Sie die Bewegungsgleichung des Teilchens auf.
2. Leiten Sie aus den Bewegungsgleichungen die Geschwindigkeit $\vec{v}(t)$ her.
3. Geben Sie die Bahnkurve $\vec{r}(t)$ des Teilchens an.

3. Leiter an einer Wand

Eine Leiter der Länge l und Masse m lehnt in einem Winkel α zur Horizontalen gegen eine rutschige senkrechte Wand. Die Leiter kann wegen ihrer Bodenhaftung nicht abrutschen. Welche Kraft übt die Leiter auf die Wand aus? Wie groß ist die Kraft, mit der der Boden das Wegrutschen der Leiter verhindert?

Hinweis: Die Summe aller Drehmomente und Kräfte auf eine ruhende Leiter muss verschwinden.

4. Kurvenabschnitt einer Straße

Ein Bauingenieur soll einen Kurvenabschnitt einer Straße planen. Er erhält folgende Vorgaben: Bei vereister Straße, d.h. bei einem Haftreibungskoeffizienten von $0,08$ zwischen Straße und Gummi, darf ein stehendes Auto nicht in den Straßengraben im Innern der Kurve rutschen. Andererseits dürfen Autos, die mit bis zu 60km/h fahren, nicht aus der Kurve getragen werden. Welchen Radius muss die Kurve mindestens besitzen und unter welchem Winkel sollte sie überhöht sein?

5. Spannung und Drehimpuls

Eine Masse m bewege sich kreisförmig in einer Ebene mit Geschwindigkeit v_0 und Radius R_0 . Die Masse sei an einer Schnur befestigt, die reibungsfrei durch ein Loch im Mittelpunkt der Kreisbahn führt.

1. Wie groß ist die Spannung in der Schnur?
2. Wie groß ist der Drehimpuls der Masse?
3. Wie groß ist die kinetische Energie der Masse?
4. Nun wird die Spannung in der Schnur langsam erhöht bis sich die Masse auf einer Kreisbahn mit Radius $\frac{1}{2}R_0$ bewegt. Welche kinetische Energie besitzt die Masse?

6. Rotierende Masse am Faden

Ein Körper der Masse $m = 5\text{kg}$ rotiert an einem Faden der Länge $l = 1\text{m}$

1. in einer horizontalen Ebene um eine vertikale Achse.
2. in einer vertikalen Ebene um eine horizontale Achse.

Bei welcher Winkelgeschwindigkeit ω reißt der Faden in den Fällen 1. und 2., wenn seine maximale Zugkraft 1000N ist?

7. Pendel

Ein Pendel besteht aus einem Faden der Länge l , an dessen Ende ein kleiner Pendelkörper mit der Masse M angebracht ist. Dieses Pendel wird bis in die Horizontallage ausgelenkt und anschließend losgelassen. Am tiefsten Punkt seiner Bahn schlägt der Faden gegen einen kleinen Nagel, der sich in einem Abstand r über diesem tiefsten Punkt befindet. Zeigen Sie, dass r kleiner als $\frac{2}{5}l$ sein muss, damit der Pendelkörper einen Umlauf um den Nagel ausführt.

8. Gravitation

1. Wie ändern sich potentielle, kinetische und Gesamtenergie mit dem Radius r eines Satelliten auf einer stabilen Kreisbahn um den Erdmittelpunkt? Wie groß ist das Verhältnis E_{kin}/E_{pot} ? Hängt es von r ab? Drücken Sie E aus durch M_E, R_E, m, g und r .
2. Wie groß ist die Fluchtgeschwindigkeit
 - a) des Mondes aus dem Gravitationsfeld der Erde?
 - b) eines Körpers auf der Mondoberfläche aus dem Gravitationsfeld des Mondes (Vernachlässigung der Erde)?

9. Klotz auf rotierender Scheibe

Eine ebene Scheibe mit dem Radius $R = 0,2\text{m}$ dreht sich mit konstanter Winkelgeschwindigkeit $\omega = 2\pi \cdot 10\text{s}^{-1}$ um eine Achse durch den Mittelpunkt O senkrecht zur Scheibenebene. Zur Zeit $t = 0$ wird vom Punkt A mit den Koordinaten $(r = 0,1\text{m}, \varphi = 0^\circ)$ ein Klotz mit der Geschwindigkeit $\vec{v} = (v_r, v_\varphi)$, mit

$v_r = 10 \frac{m}{s}$, $v_\varphi = 5 \frac{m}{s}$, gemessen im ruhenden System, abgeschossen (keine Reibung!). An welchem Punkt (r, φ) erreicht sie den Rand der Scheibe? Skizzieren Sie ihre Bahn!

10. Auto am Äquator

Ein Auto fährt am Äquator mit der Geschwindigkeit v nach Westen. In welche Richtungen zeigen Zentrifugal- und Corioliskraft? Ab welcher Geschwindigkeit v_0 ist die Corioliskraft betragsmäßig größer als die Zentrifugalkraft? Erläutern Sie, warum dieses Ergebnis zu erwarten war!

Hinweis: Der Erdradius beträgt $R = 6,3 \cdot 10^6 m$.

11. Zentrifugal- und Corioliskraft

1. Zeigen Sie, dass ein Punkt auf dem Breitengrad θ der Erde relativ zu einem Bezugssystem, das sich nicht mit der Erde dreht, eine Beschleunigung mit dem Betrag $3,37 \frac{cm}{s^2} \cdot \cos(\theta)$ erfährt. In welche Richtung zeigt diese Beschleunigung?
2. Erörtern Sie die Auswirkungen dieser Tatsache auf das scheinbare Gewicht eines Körpers in der Nähe der Erdoberfläche.
3. Die Gravitationsbeschleunigung a_G eines Körpers relativ zur Erdoberfläche auf Meereshöhe beträgt am Äquator $9,87 \frac{m}{s^2}$, während sie bei $\theta = 45^\circ$ gleich $9,81 \frac{m}{s^2}$ ist. Wie stark ist g an diesen beiden Punkten?
4. Ein Geschoss wird von einem Ort A auf der Erdoberfläche mit der geographischen Breite $\varphi = 45^\circ$ genau in Ostrichtung mit der Geschwindigkeit $v_0 = 7 km/s$ abgeschossen. Wie groß sind Zentrifugal- und Coriolisbeschleunigung direkt nach dem Abschuss?