

# FERIENKURS EXPERIMENTALPHYSIK 1

## 2011

### Übung 1

#### 1. Wurf im Gravitationsfeld

Im folgenden ist der Luftwiderstand zu vernachlässigen. Der Erdboden befindet sich in der  $xy$ -Ebene.

- Ein Körper wird vom Ort  $(0,0,8\text{m})$  mit einer Geschwindigkeit von  $30\text{ km/h}$  waagrecht in  $x$ -Richtung geworfen. Wo und nach welcher Zeit trifft der Körper auf den Boden?
- Der Körper wird nun vom Punkt  $(0,0,4\text{m})$  unter dem Winkel  $30^\circ$  abgeschossen, wobei seine Anfangsgeschwindigkeit in der  $xz$ -Ebene liegt. Wie groß muss die Anfangsgeschwindigkeit gewählt werden, damit der Körper am selben Ort wie in Teil a) auftrifft? Welche Zeit braucht der Körper für die Strecke?
- Der Körper wird nun vom Punkt  $(0,0,0)$  mit der Anfangsgeschwindigkeit  $50\text{ km/h}$  abgeschossen. Wie groß muss der Abschusswinkel sein, damit der Körper am selben Ort wie in Teil a) auftrifft?

#### 2. Masse rutscht auf Kugel

Ein Teilchen der Masse  $m$  liegt auf dem Nordpol einer reibungslos glatten Halbkugel mit dem Radius  $R = 5\text{ m}$ . Das Teilchen gleite an der Oberfläche der Halbkugel hinab.

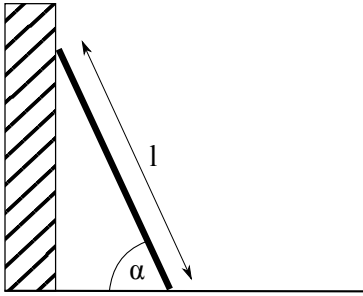
- Wie groß ist die Geschwindigkeit  $v$  des Teilchens wenn es sich von der Oberfläche der Kugel löst?
- In welcher Höhe  $h$  löst sich das Teilchen von der Kugel?

#### 3. Planetenbewegungen

Die Newtonsche Gravitationskonstante hat den Wert  $G = 6.67 \cdot 10^{-11}\text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ . Der Erdradius ist  $6378\text{ km}$ . Nehmen Sie alle Planetenbahnen als kreisförmig an.

- Berechnen Sie die Masse der Sonne aus dem Abstand  $150 \cdot 10^6\text{ km}$  zwischen Erde und Sonne sowie der Umlaufzeit der Erde um die Sonne.
- Berechnen Sie die Masse der Erde.
- Berechnen Sie aus der Länge eines Jupiterjahres, nämlich  $11.86$  Erdjahre, den Abstand zwischen Sonne und Jupiter.

#### 4. Drehmoment



Eine Leiter der Länge  $l$  und Masse  $m$  lehnt in einem Winkel  $\alpha$  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.

#### 5. Gravitationsgesetz

Betrachten Sie eine Bleikugel der Masse  $1000\text{ kg}$ , die in der Mitte eines großen und im wesentlichen leeren Labors feststehend fixiert ist. In  $1\text{ m}$  Abstand (Abstand der Mittelpunkte) befindet sich eine zweite Bleikugel der Masse  $0.1\text{ kg}$ , die sich entlang der horizontalen Verbindungslinie der Mittelpunkte beider Kugeln reibungsfrei bewegen kann. Würden im Labor ideale Bedingungen herrschen, dann würde man beobachten, dass eine halbe Stunde nachdem die kleine Kugel aus der Ruhe losgelassen wurde, sie sich der großen Kugel aufgrund ihrer Gravitationsanziehung um  $10.8\text{ cm}$  genähert hat.

- Bestimmen Sie aus diesen Angaben den Wert der Newtonschen Gravitationskonstanten  $G$ . Nehmen Sie dazu näherungsweise an, dass auf dem gesamten Weg der kleinen Kugel dieselbe Kraft wirkt wie am Anfangspunkt.
- Bestimmen Sie die Masse und die mittlere Dichte der Erde. (Der Erdradius ist  $6378\text{ km}$  und die Gravitationsbeschleunigung an der Oberfläche  $9.81\text{ m/s}^2$ )

#### 6. Drehscheibe

Eine masselose Scheibe dreht sich mit der Winkelgeschwindigkeit  $\omega$ . Von der Mitte aus bewegt sich eine Masse  $m$  auf einer Schiene in radialer Richtung mit konstanter Geschwindigkeit  $v_0$  nach außen.

- Bestimmen Sie die Vektoren für Ort, Geschwindigkeit und Beschleunigung der Masse als Funktion der Zeit.
- Geben Sie die Kraft und das Drehmoment auf die Masse als Funktion der Zeit an.
- Wie verändert sich der Drehimpuls  $L$  der Masse als Funktion der Zeit?

## 7. Wechsel des Bezugssystems

Ein Eisenbahnwagen bewegt sich mit der konstanten Geschwindigkeit  $v_0 = 100 \text{ km/h}$ . Vom 2 m hohen Gepäcknetz fällt ein Gegenstand zu Boden.

- Nach welcher Zeit trifft er auf dem Boden des Wagens auf?
- Welche Bahnform der Fallbewegung sieht ein im Wagen sitzender Fahrgast?
- Welche Bahnform sieht ein auf dem Bahndamm stehender Beobachter? Gib sowohl die zeitabhängige Bahnkurve  $r(t)$  in Vektordarstellung an, sowie die ortsabhängige Bahnkurve  $z(x)$ . Skizziere  $z(x)$ .

## 8. Corioliskraft

- Stelle die Corioliskraft, die aufgrund der Erdrotation auf einen bewegten Körper wirkt, in vektorieller Form dar und skizziere die Situation.
- Wie groß ist die Corioliskraft auf ein Flugzeug der Masse 75t, das von München ( $48^\circ 8'$  nördliche Breite) aus mit typischer Reisegeschwindigkeit (900 km/h) genau nach Norden fliegt? In welche Richtung zeigt diese Kraft?
- Wo treffen alle auf der Erde ungestört fallenden Körper in Bezug auf den mit einem Lot ermittelten Punkt auf?
- Betrachten Sie einen Zug der Masse 100 t, der mit 200 km/h in Richtung Norden fährt und soeben den 48. Breitengrad passiert. Worauf und in welche Richtung wirkt die Corioliskraft? Wie groß ist sie? Welchen Kurvenradius müsste der Zug fahren, damit eine gleichgroße Zentrifugalkraft wirkt? Beurteilen Sie vor diesem Hintergrund die manchmal geäußerte Behauptung, durch die Corioliskraft würden die Schienen auf Zugstrecken, die nur in eine Richtung befahren werden, sichtbar ungleichmäßig beansprucht und abgenutzt.

## 9. Ball gegen Wand

Ein elastischer Ball wird im Winkel  $\alpha = 30^\circ$  vom Boden gegen eine im Abstand  $a = 4\text{m}$  entfernte Senkrechte Wand geschossen. Die Anfangsgeschwindigkeit beträgt  $v_0 = 12 \text{ m/s}$ . In welchem Abstand  $b$  von der Wand entfernt trifft der Ball wieder auf dem Boden auf?