

# FERIENKURS EXPERIMENTALPHYSIK 1

## 2012

### Übung 1 - Aufgaben

#### 1. Auto gegen Baum

Ein Auto fährt mit 100km/h gegen einen Baum. Welcher Höhe würde dies im freien Fall entsprechen?

#### 2. Sprungschanze

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

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

#### 3. Satellit

Wie groß ist die Entfernung eines geostationären Satelliten vom Erdmittelpunkt? Welche Energie braucht man bei seinem Start? Wie genau muss sein Abstand vom Erdmittelpunkt eingehalten werden, damit sich seine Lage relativ zu einem Punkt P auf der Erde um weniger als 0.1km/Tag ändert?

#### 4. Autorennen (alte Klausur Uni Freiburg)

Ein Auto fährt auf einer kreisförmigen Rennbahn mit Radius  $r$ . Der Reibungskoeffizient zwischen den Reifen und der Fahrbahn betrage  $\mu_0$ .

- Mit welcher Maximalgeschwindigkeit  $v_m$  kann das Auto mit konstanter Geschwindigkeit auf dem Kreis fahren, ohne von der Straße zu rutschen?
- Durch Abnutzung der Reifen verringert sich der Reibungskoeffizient mit der Zeit gemäß:

$$\mu(t) = \mu_0 \exp(-t/\tau)$$

dabei ist  $\tau$  eine Konstante. Nach welcher Zeit  $t_1$  ist die Maximalgeschwindigkeit auf die Hälfte abgesunken ( $\frac{1}{2}v_m$ )?

## 5. Planetenbewegung

Im folgenden soll ein bisschen im Sonnensystem herumgerechnet werden. Nehmen Sie dazu an, dass die Planetenbahnen kreisförmig sind und der Erdradius 6378 km beträgt.

- Berechnen Sie die Masse der Sonne aus dem Abstand  $150 \cdot 10^6$  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.

## 6. Gravitation

- 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  $r$ .
- Wie groß ist die Fluchtgeschwindigkeit
  - des Mondes aus dem Gravitationsfeld der Erde?
  - eines Körpers auf der Mondoberfläche aus dem Gravitationsfeld des Mondes (Vernachlässigung der Erde)?

## 7. Scheinkraft

Eine Bleikugel fällt vertikal von einem 110m hohen Turm in München (48° nördliche Breite) herab. Wie weit wird die Kugel bei ihrem Fall zu Boden von der Corioliskraft abgelenkt?

## 8. Käfer

Ein Käfer krabbelt auf einem Karussell ohne zu rutschen aus seiner Sicht gesehen in Bezug auf die Scheibe radial von der Mitte nach außen. Bestimmen Sie alle auf den Käfer wirkenden Kräfte aus der Sicht des Käfers und aus der Sicht eines Beobachters der neben dem Karussell steht.

## 9. Cocktail (alte Klausur Uni-Freiburg)

Nach erfolgreicher Ex-Physik I Klausur gönnt sich Karin einen Cocktail im ICE-Restaurant. Das Getränk wird in einem parabelförmigen Glas serviert ( $y = ax^2$ ). In Gedanken immer noch bei der Klausur definiert sie ein Koordinatensystem  $(x, y, z)$  so, dass die  $y$ -Achse nach oben zeigt und die  $x$ -Achse in Fahrtrichtung des Zuges, der mit konstanter Geschwindigkeit  $u$  fährt. Den Nullpunkt des Koordinatensystems legt sie ins Minimum des Cocktailglases. Nachdem sie ausgetrunken hat, fällt eine Olive (Masse  $m$ ) ins Glas und beginnt reibungsfrei in  $x$ -Richtung hin- und herzuschwingen.

- a) Wie groß ist die potentielle Energie  $U = U(x)$  der Olive?
- b) Berechnen Sie aus  $U(x)$  die Rückstellkraft und leiten Sie die Differentialgleichung für die Bewegung der Olive in  $x$ -Richtung her.
- c) Mit welcher Kreisfrequenz  $\omega$  schwingt die Olive im Glas?
- d) Was ist die allgemeine Lösung der Differentialgleichung?
- e) Karins Kommilitonin Petra beobachtet die Olive vom Bahnsteig aus. Spontan definiert auch sie ein eigenes ortsfestes Koordinatensystem  $(x', y', z')$  so, dass die jeweiligen Koordinatenachsen parallel zu  $(x, y, z)$  stehen und die Koordinatenursprünge zum Zeitpunkt  $t = 0$  übereinstimmen. Welche Differentialgleichung beschreibt die Bewegung der Olive in Petras Koordinatensystem? Wie lautet die allgemeine Lösung?

#### 10. Tunnel durch den Erdmittelpunkt (alte Klausur Uni-Freiburg)

Wir stellen uns einen geraden Tunnel vor, der diametral vom Nordpol zum Südpol durch die Erde läuft. Wir nehmen an, dass die Erde kugelförmig sei und eine homogene Dichte  $\rho$  habe. Von der Erdoberfläche aus werde nun ein Ball der Masse  $m$  in den Tunnel fallen gelassen und bewege sich darin reibungsfrei.

- a) Wie groß ist die Gravitationskraft auf die Masse  $m$  bei einem Abstand  $r$  vom Erdmittelpunkt im Vergleich zur Gravitationskraft auf der Erdoberfläche?
- b) Leiten Sie die Differentialgleichung her, die die Bewegung der Masse beschreibt.
- c) Mit welcher Schwingungsperiode bewegt sich die Masse im Tunnel?