

## Aufgabe 1 - Fallschirmsprung

Ein Fallschirmspringer mit der Masse  $m = 100 \text{ kg}$  verlässt in einer Höhe von  $2000 \text{ m}$  das Flugzeug. Die Luftreibung wird zunächst nicht berücksichtigt. Die Erdbeschleunigung kann mit  $g = 10 \text{ m/s}^2$  angenähert werden.

Welche Strecke hat der Springer nach  $3 \text{ s}$  Sprungdauer zurückgelegt?

Welche Geschwindigkeit hat er bis dahin erreicht?

Nun wird die Luftreibung berücksichtigt. Sie erzeugt eine Widerstandskraft  $F_{\text{Reibung}}$ , die proportional zum Quadrat der Geschwindigkeit  $v$  ist:

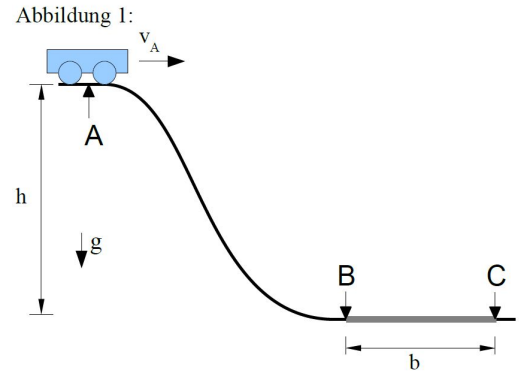
$$F_{\text{Reibung}} = k \cdot v^2$$

- c) Geben Sie durch eine Skizze an, welche Kräfte in welcher Richtung auf den Körper einwirken?
- d) Welche maximale Geschwindigkeit erreicht der Fallschirmspringer, wenn sein Luftwiderstandswert  $k = 2,5 \text{ kg/m}$  beträgt?
- e) Durch Öffnen des Fallschirms erhöht sich der Luftwiderstandswert auf  $k' = 40 \text{ kg/m}$ . In welcher Höhe muss der Fallschirm geöffnet werden, damit die Flugzeit noch mindestens  $10 \text{ s}$  beträgt?

## Aufgabe 2 - Achterbahn

Ein Wagen mit der Gesamtmasse  $m = 250 \text{ kg}$  verlässt bei  $A$  den oberen Abschnitt einer Achterbahn mit der Geschwindigkeit  $v_a = 2 \text{ m/s}$ . Die Höhe beträgt  $h = 7 \text{ m}$ . Bis zum Erreichen des Bahnpunktes  $B$  sei die Bewegung reibungsfrei.

*Hinweis: Rechnen Sie mit  $g = 10 \text{ m/s}^2$*



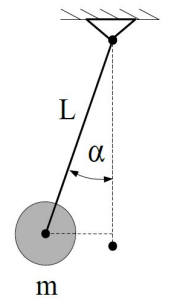
- Welche potentielle Energie hat der Wagen im Bahnpunkt  $A$ ?
- Wie groß ist die kinetische Energie des Wagens im Bahnpunkt  $A$ ?
- Mit welcher Geschwindigkeit erreicht der Wagen des Bahnpunkt  $B$ ?
- Der Wagen soll ab Bahnpunkt  $B$  mit konstanter Beschleunigung abgebremst werden, s.d. er am Bahnpunkt  $C$  stehen bleibt. Wie groß ist die dazu notwendige (Brems-)Beschleunigung, wenn die Strecke  $b = 12 \text{ m}$  lang ist?
- Welche Kraft wirkt auf einen  $80 \text{ kg}$  schweren Fahrgast während des Bremsvorganges?

## Aufgabe 3 - Pendel

Ein Ball mit der Masse  $m = 0,25 \text{ kg}$  wird an einem  $L = 1 \text{ m}$  langen Seil (gemessen vom Ballmittelpunkt) aufgehängt (Abbildung 1a).

- Berechnen Sie die Frequenz  $f_0$  der Schwingung, wenn der Ball um den Winkel  $\alpha = 18^\circ$  aus der Ruhelage ausgelenkt und losgelassen wird.
- Nach welcher Zeit  $T_1$  erreicht der Ball erstmalig wieder seine Ruhelage ( $\alpha = 0^\circ$ )?
- Wie groß ist die kinetische Energie des Balls beim Erreichen der Ruhelage ( $\alpha = 0^\circ$ )? Verwenden Sie zur Berechnung des Energieerhaltungssatz!  
(Hinweis:  $1 - \cos(18^\circ) \approx 0,05$ )

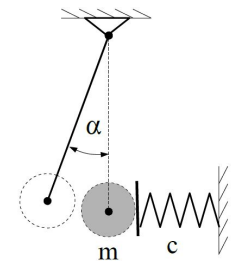
Abbildung 1a



↓  $g = 10 \text{ m/s}^2$

Der Ball wird nun so aufgehängt, dass er in der Ruhelage gegen eine Wand prallt. Der Aufprall kann als ideal elastisch angenommen werden und wird durch eine Feder mit der Federkonstante  $c$  modelliert (Abbildung 1b). Der Ball wird wiederum aus einem Anfangswinkel  $\alpha = 18^\circ$  losgelassen.

Abbildung 1b



- Durch den Aufprall wird die Feder um  $s = 1 \text{ cm}$  zusammengedrückt. Berechnen Sie anhand der kinetischen Energie unmittelbar vor dem Aufprall und dem Energieerhaltungsprinzip die Federkonstante  $c$ .
- Der Ball und die Feder können als Federpendel (Feder-Masse-Schwinger) aufgefasst werden. Berechnen Sie die Frequenz  $f_2$  und die Periodendauer  $T_2$  dieses Pendels.
- Nach welcher Zeit  $T_{ges}$  hat der Ball wieder die Ausgangslage ( $\alpha = 18^\circ$ ) erreicht?