

Der Fallschirmsprung – Fallen mit Luftwiderstand

Ein Fallschirmspringer, der aus dem Flugzeug springt, wird durch die Erdanziehungskraft $F_g = m \cdot g$ beschleunigt. Gleichzeitig wird er aber durch die Reibungskraft der Luft gebremst. Für diese Luftreibung gilt die Formel:

$$F_{\text{Reib}} = \frac{1}{2} c_w \cdot \rho_{\text{Luft}} \cdot A \cdot v^2$$



c_w : Widerstandsbeiwert (hängt von der Form und des Körpers ab, der sich durch die Luft bewegt).

ρ_{Luft} : (rho) Dichte von Luft (etwa 1,29 kg /m³)

A : Querschnittsfläche des fallenden Gegenstandes

v : Fallgeschwindigkeit

Bemerkenswert ist an dieser Formel, dass die Luftreibung vom **Quadrat der Geschwindigkeit** abhängt. Bei kleiner Fallgeschwindigkeit ist die Reibungskraft also gering, bei großer Geschwindigkeit wirkt sich das Quadrat aber deutlich aus, die Reibungskraft ist dann sehr groß. Der fallende Körper wird zunächst immer schneller, dabei wächst aber die Reibungskraft schnell an. Wenn die Reibungskraft F_{Reib} den gleichen Wert wie die beschleunigende Kraft $F_g = m \cdot g$ erreicht hat, kompensieren sich die beiden Kräfte. Der Körper wird dann nicht mehr beschleunigt und fällt mit konstanter Geschwindigkeit. Durch **Gleichsetzen der beiden Kräfte** können Sie daher diese konstante Fallgeschwindigkeit v ausrechnen.

Aufgaben:

1. Setzen Sie – wie oben beschrieben - die Gewichtskraft F_g und die Reibungskraft F_{Reib}

gleich und formen Sie nach v um:
$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot g}{c_w \cdot \rho_L \cdot A}}$$

2. Machen Sie sich mit dem Computerprogramm *Fallschirm.exe*¹ vertraut. Dieses Programm simuliert Fallbewegungen in Luft und gibt zu jedem Zeitpunkt die Zeit, die Höhe und die Geschwindigkeit des Springers aus. Mit dem oben beschriebenen Ansatz können Sie die jeweilige Endgeschwindigkeit des Springers ausrechnen. Wählen Sie verschiedene Parameter, führen Sie die Simulation durch und notieren Sie die gewählten Parameter und die sich ergebenden Endgeschwindigkeiten.

3. Vergleichen Sie das Ergebnis der Simulation mit Ihren Rechenergebnissen.

Nicht vergessen: Schreiben Sie Ihre Rechnungen übersichtlich und ordentlich mit Erläuterungen auf. Wenn Sie die Möglichkeit haben, können Sie auch Screenshots des Bildschirms machen und diese dann mit Hilfe eines Graphikprogramms ausdrucken und in Ihr Heft kleben.

¹ <https://mabo-physik.de/fallschirmsprung>