

FOS: Der freie Fall

Frage: Welche Bewegung führt ein Fallschirmspringer beim Sturz in die Tiefe aus?

Die antreibende Kraft beim freien Fall ist die Gewichtskraft. Sie hat für jeden Körper eine ganz bestimmte Größe. Wir wissen bereits, dass ein Körper, auf den eine konstante Kraft wirkt, gleichmäßig beschleunigt wird.

Annahme: Der freie Fall ist eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung. Nach dem Newtonschen Kraftgesetz müsste gelten:

$$F = m \cdot a \Rightarrow a = \frac{F}{m}$$

Also müsste sich aus der Masse und dem Gewicht eines Körpers die Beschleunigung berechnen lassen, die er beim freien Fall erfährt.

Beispiel: Die Masse 1 kg wird mit der Federwaage gewogen, wir lesen eine Gewichtskraft von $F = 9,8 \text{ N}$ ab $\left(1 \text{ N} = 1 \frac{\text{kgm}}{\text{s}^2}\right)$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{9,8 \text{ N}}{1 \text{ kg}} = \frac{9,8 \frac{\text{kgm}}{\text{s}^2}}{1 \text{ kg}} = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Die Masse $m = 1 \text{ kg}$ müsste beim freien Fall also eine Beschleunigung von $9,8 \text{ m/s}^2$ erfahren.

Versuch: Obige Annahme soll durch ein Experiment bestätigt werden. Dazu wird eine Eisenkugel aus verschiedenen Höhen fallengelassen. Aus der Fallzeit, die wir messen, bestimmen wir die Beschleunigung.

$$s = \frac{a}{2} t^2 \Rightarrow a = \frac{2s}{t^2}$$

Messreihe:

Fallhöhe h [m]	Fallzeit t [s]	Fallbeschleunigung g [m/s ²]
1,2	0,49	10,00
1,00	0,45	9,88
0,8	0,4	10,00
0,6	0,35	9,8
0,4	0,29	9,51
0,2	0,2	10,00

Die Messreihe liefert als Ergebnis eine Beschleunigung von

$$a \approx 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Resultat: Die Fallbewegung ist eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung. Die Fallbeschleunigung beträgt $a = g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Frage: Ist die Fallbeschleunigung für alle Körper gleich?

Versuch: Eisenkugel und Blatt Papier fallen unterschiedlich schnell.

Ursache: Der Luftwiderstand wirkt sich auf große, leichte Körper stark aus, auf kleine, schwere Körper kaum.

Frage: Warum fallen große Massen, auf die eine stärkere Gewichtskraft wirkt als auf kleine Körper nicht schneller als diese?

Ursache: Massenträgheit $G = m \cdot g$ $2G = 2m \cdot g$

Beispiel: Von der Spitze des Eiffelturms ($h = 300 \text{ m}$) wird ein Stein fallengelassen. Nach welcher Zeit und mit welcher Geschwindigkeit schlägt er auf den Erdboden auf. Der Luftwiderstand ist zu vernachlässigen. ($g = 10 \text{ m/s}^2$).

a) Die Fallzeit:

$$v = g \cdot t$$

$$h = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 300 \text{ m}}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = \sqrt{60 \text{ s}^2} \approx 7,7 \text{ s}$$

b) Die Fallgeschwindigkeit

$$v = g \cdot t = g \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{2g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 300 \text{ m}}$$

$$= \sqrt{6000 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} \approx 77,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 280 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Für den freien Fall gelten folgende Gesetzmäßigkeiten:

$$v = g \cdot t \quad h = \frac{g}{2} t^2$$

Fallzeit in Abhängigkeit von der Fallhöhe:

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}$$

Fallgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Fallhöhe: $v = \sqrt{2g \cdot h}$