



Beschleunigte Bewegungen: Aufgabenblatt 2

1. Der Weltrekord im Hochsprung liegt bei 2.45 Meter. Welche Höhe würde der Springer auf dem Mond ($g_{\text{Mond}} = 1.622 \text{ m/s}^2$) oder auf der Sonne ($g_{\text{Sonne}} = 273.98 \text{ m/s}^2$) erreichen?

Die Absprunggeschwindigkeit des Springers ist gleich der Aufprallgeschwindigkeit, wenn er aus 2.45 Meter im freien Fall zu Boden fällt:

Fall aus 2.45 Meter Höhe:

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 2.45 \text{ m}} = \sqrt{48.069 \text{ m}^2 / \text{s}^2} \cong 6.93 \text{ m/s}$$

$$h_{\text{Mond}} = \frac{v^2}{2g_{\text{Mond}}} = \frac{48.069 \text{ m}^2 / \text{s}^2}{2 \cdot 1.622 \text{ m/s}^2} \cong \underline{\underline{14.82 \text{ Meter}}}$$

$$h_{\text{Sonne}} = \frac{v^2}{2g_{\text{Sonne}}} = \frac{48.069 \text{ m}^2 / \text{s}^2}{2 \cdot 273.98 \text{ m/s}^2} \cong \underline{\underline{8.8 \text{ Meter}}}$$

Dies lässt sich auch allgemein berechnen. h_1 und h_2 sind die Fallhöhen und g_1 und g_2 die Beschleunigungen auf den verschiedenen Planeten.

$$h_1 = \frac{v^2}{2g_1} \quad h_2 = \frac{v^2}{2g_2} \quad \text{Dividiert man die erste durch die zweite Gleichung, so gilt:}$$

$$\underline{\underline{h_1 : h_2 = g_2 : g_1}}$$

Die Fallhöhen sind indirekt proportional zu den Beschleunigungen: Halbiert man die Erdbeschleunigung, so kann der Springer doppelt so hoch springen. Reduziert man die Erdbeschleunigung auf einen Zehntel, so erreicht der Springer die 10-fache Höhe.

2. Du springst von einer 1 Meter hohen Mauer. Aus welcher Höhe müsstest du auf dem Mond oder auf der Sonne springen, um die gleiche Aufprallgeschwindigkeit zu erreichen?

Mit der Beziehung $h_1 : h_2 = g_2 : g_1$ gilt:

$$1 \text{ m} : x = 1.622 \text{ m/s}^2 : 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$\frac{1 \text{ m}}{x} = \frac{1.622 \text{ m/s}^2}{9.81 \text{ m/s}^2} \Leftrightarrow x = 1 \text{ m} \cdot \frac{9.81 \text{ m/s}^2}{1.622 \text{ m/s}^2} \cong \underline{\underline{6.05 \text{ Meter}}}$$

$$1 \text{ m} : x = 279.98 \text{ m/s}^2 : 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$\frac{1 \text{ m}}{x} = \frac{279.98 \text{ m/s}^2}{9.81 \text{ m/s}^2} \Leftrightarrow x = 1 \text{ m} \cdot \frac{9.81 \text{ m/s}^2}{279.98 \text{ m/s}^2} \cong \underline{\underline{3.5 \text{ cm}}}$$

3. Eine Kanone beschleunigt das Geschoss auf einer Länge von 1 Meter auf eine Geschwindigkeit von 1000 m/s. Wie gross ist die Beschleunigung? Welche Höhe erreicht die Kugel bei einem Schuss senkrecht nach oben?

$$a = \frac{v^2}{2s} = \frac{(1000 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 1 \text{ m}} = \underline{\underline{500'000 \text{ m/s}^2}}$$

$$s = \frac{v^2}{2a} = \frac{v^2}{2g} = \frac{(1000 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2} \cong \underline{\underline{51 \text{ Kilometer}}} \text{ (ohne Luftwiderstand!)}$$

Alternativer Lösungsweg: die mittlere Geschwindigkeit der Kugel beträgt im Lauf 500 m/s

Für konstante Geschwindigkeiten gilt: $s = vt \Leftrightarrow t = \frac{s}{v}$

Also beträgt die Zeit $\frac{1 \text{ m}}{500 \text{ m/s}} = 0.002 \text{ s}$

Die Beschleunigung ist die Geschwindigkeitsänderung pro Zeit:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1000 \text{ m/s}}{0.002 \text{ s}} = \underline{\underline{500'000 \text{ m/s}^2}}$$

4. Ein Auto prallt mit einer Geschwindigkeit von 80 km/h gegen eine Mauer. Auf das Fahrzeug wirkt dabei die 25-fache Erdbeschleunigung. Um welche Länge wird dabei das Fahrzeug verkürzt?

$$s = \frac{v^2}{2a} = \frac{(22.2 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 25g} = \frac{(22.2 \text{ m/s})^2}{50 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2} \cong \underline{\underline{1 \text{ Meter}}}$$

Kurzfragen:

- a) Lewis Hamilton's F1-Rennwagen beschleunigt mit 11.1 m/s^2 auf 200 km/h. Wie lange braucht er dazu?

$$v = at \Leftrightarrow t = \frac{v}{a} = \frac{55.5 \text{ m/s}}{11.1 \text{ m/s}^2} \cong \underline{\underline{5 \text{ Sekunden}}}$$

- b) Von 0 auf 100 km/h braucht Hamilton lediglich 2 Sekunden. Wie gross ist die Beschleunigung?

Die Beschleunigung ist die Geschwindigkeitsänderung pro Zeit:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{27.7 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} = \underline{\underline{13.8 \text{ m/s}^2}}$$

- c) Ein Dragster beschleunigt mit $5g$. Wie schnell ist er nach 2 Sekunden?

$$v = at = 5 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 2 \text{ s} = \underline{\underline{98.1 \text{ m/s}}} = \underline{\underline{353.16 \text{ km/h}}}$$

- Ein Auto bremst von 25 m/s (=90 km/h) auf 0 ab. Der Bremsvorgang dauert 10 Sekunden. Wie gross ist die Beschleunigung? Wie lang ist der Bremsweg?

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{25 \text{ m/s}}{10 \text{ s}} = 2.5 \text{ m/s}^2 \quad s = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \cdot 2.5 \text{ m/s}^2 \cdot (10 \text{ s})^2 = \underline{\underline{125 \text{ Meter}}}$$