

**Aufgabe 1: Filmstunt**

Wenn in den meisten Actionfilmen jemand mit einer Schrotflinte oder einer anderen Schusswaffe getroffen wird, fliegt er oft mehrere Meter nach hinten weg, obwohl er vorher ruhig an einer Stelle gestanden hat.

Erkläre, warum das nicht mit der physikalischen Realität vereinbar ist.

Du kannst dazu eine Rechnung mit den Beispielzahlen machen.

Alternativ kannst du auch ohne Zahlen erklären, warum das so nicht möglich ist.

Beispielzahlen: Masse Schütze: 80 kg, Masse Opfer: 80 kg, Masse Schrotkugeln: 10 g, Geschwindigkeit Schrotkugeln: 600 m/s.

Rechnung:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v' \quad \text{für die Schrotkugeln } (m_1; v_1) \text{ und das Opfer } (m_2; v_2)$$

$$\Leftrightarrow v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = \frac{0,01 \text{ kg} \cdot 600 \text{ m s}^{-1} + 80 \text{ kg} \cdot 0 \text{ m s}^{-1}}{0,01 \text{ kg} + 80 \text{ kg}} = 0,075 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Selbst ohne Reibung dürfte die Geschwindigkeit des Opfers nach dem Schuss nur 7,5 cm/s betragen.

Ohne Rechnung:

Die Impulserhaltung gilt auch, wenn der Schuss abgegeben wird. Wenn die Impulserhaltung beim Treffer dafür sorgt, dass das Opfer nach hinten weg fliegt, müsste auch der Schütze beim Abgeben des Schusses in (etwa) gleicher Weise durch den Rückschlag nach hinten weg fliegen.

**Aufgabe 1: Zentraler Stoß**

Zwei Metallkugeln bewegen sich zentral aufeinander zu. Die erste Kugel hat die (betragsmäßig) doppelte Geschwindigkeit im Vergleich zur zweiten Kugel. Nach dem Stoß hat die erste Kugel ihre Geschwindigkeit halbiert und beide Kugeln bewegen sich nun in Richtung der Bewegungsrichtung der ersten Kugel.

Berechne, in welcher Beziehung die Massen zueinander stehen müssen, damit der Stoß so klappt. (Also wäre eine Antwort z.B.: "Die erste Kugel muss doppelt so schwer wie die zweite Kugel sein").

Vorgaben aus Aufgabe:  $v_1 = -2 v_2 \quad v_1' = \frac{v_1}{2}$

Impulserhaltung:  $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \Leftrightarrow -2 m_1 v_2 + m_2 v_2 = m_1 \frac{v_1}{2} + m_2 v_2'$

$$\Leftrightarrow -2 m_1 v_2 + m_2 v_2 = -m_1 v_2 + m_2 v_2'$$

$$\Leftrightarrow -2 m_1 v_2 + m_2 v_2 + m_1 v_2 = +m_2 v_2'$$

$$\Leftrightarrow v_2 (-2 m_1 + m_2 + m_1) = +m_2 v_2'$$

$$\Leftrightarrow v_2 (m_2 - m_1) = +m_2 v_2'$$

$$\Leftrightarrow v_2 = \frac{m_2 v_2'}{m_2 - m_1} \Rightarrow v_2^2 = \frac{m_2^2 v_2'^2}{(m_2 - m_1)^2}$$

$$\text{Energieerhaltung: } \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2'^2 \Leftrightarrow m_1 (-2 v_2)^2 + m_2 v_2^2 = m_1 \left( \frac{v_1}{2} \right)^2 + m_2 v_2'^2$$

$$\Leftrightarrow m_1 \cdot 4 v_2^2 + m_2 v_2^2 = m_1 (-v_2)^2 + m_2 v_2'^2$$

$$\Leftrightarrow m_1 \cdot 4 v_2^2 + m_2 v_2^2 = m_1 v_2^2 + m_2 v_2'^2$$

$$\Leftrightarrow m_1 \cdot 4 v_2^2 + m_2 v_2^2 - m_1 v_2^2 = m_2 v_2'^2$$

$$\Leftrightarrow v_2^2 (4 m_1 + m_2 - m_1) = m_2 v_2'^2$$

$$\Leftrightarrow v_2^2 (5 m_1 + m_2) = m_2 v_2'^2$$

$$\Leftrightarrow v_2^2 = \frac{m_2 v_2'^2}{5 m_1 + m_2}$$

$$\text{Gleichsetzen: } \frac{m_2^2 v_2'^2}{(m_2 - m_1)^2} = \frac{m_2 v_2'^2}{5 m_1 + m_2} \Leftrightarrow m_2^2 v_2'^2 \cdot (5 m_1 + m_2) = m_2 v_2'^2 \cdot (m_2 - m_1)^2$$

$$\Leftrightarrow m_2 \cdot (5 m_1 + m_2) = (m_2 - m_1)^2$$

$$\Leftrightarrow 5 m_1 m_2 + m_2^2 = m_2^2 - 2 m_1 m_2 + m_1^2$$

$$\Leftrightarrow 7 m_1 m_2 = m_1^2$$

$$\Leftrightarrow 7 m_2 = m_1$$

**A: Die erste Kugel muss sieben Mal so schwer wie die zweite Kugel sein.**