

Aufgabe 1

Eine Limousine ($m = 1500\text{kg}$) fährt mit einer Geschwindigkeit von $v_1 = 150 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ von hinten auf ein in gleicher Richtung fahrendes Auto von 800kg und einer Geschwindigkeit von $v_2 = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Wie groß ist die gemeinsame Geschwindigkeit unmittelbar nach dem Aufprall? Was ändert sich, wenn das leichtere Auto von hinten auf die Limousine auffährt?

Lösung:

a) Nach dem Impulserhaltungssatz gilt:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) u$$

$$u = \frac{1500\text{kg} \cdot 150 \frac{\text{km}}{\text{h}} + 800\text{kg} \cdot 80 \frac{\text{km}}{\text{h}}}{2300\text{kg}} = 125,65 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

b) Im zweiten Fall gilt:

$$u = \frac{800\text{kg} \cdot 150 \frac{\text{km}}{\text{h}} + 1500\text{kg} \cdot 80 \frac{\text{km}}{\text{h}}}{2300\text{kg}} = 104,35 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Aufgabe 2

Zwei Astronauten führen „Extra Vehicular Activities“ aus und schweben in ihren Raumanzügen neben ihrer Raumkapsel. Der eine wirft dem anderen einen Schraubenschlüssel zu. Welche Auswirkungen hat dies für den Werfer und den Fänger?

Lösung:

Der Werfer hat zunächst den Impuls null. Durch den Wurf erhalten Werfer und Schraubenschlüssel entgegengerichtete gleiche Impulse. Der Impuls des Schlüssels wird auf den Fänger übertragen. Beide Astronauten entfernen sich – wenn dies nicht auf andere Weise verhindert wird – bis ins Unendliche voneinander weg.

Aufgabe 3

Die Angst des Tormanns vor dem Elfmeter! Erklären Sie, warum diese nicht nur psychologisch sondern auch physikalisch gerechtfertigt ist!

Lösung:

Der unter Umständen ganz beträchtliche Impuls p_B des Balls, muss vom Torwart aufgenommen werden. Fängt der Torwart den Ball (unelastischer Stoß), so übernimmt der Torwart nur p_B , lässt er den Ball abprallen (elastischer Stoß), so hat er $2p_B$ aufzunehmen. Seine Angst resultiert aus der möglichen Impulsübertragung auf „edle“ Körperteile. Befindet sich der Torwart vorher in Ruhe, so fliegt beim unelastischen Stoß das System Torwart und Ball mit der Geschwindigkeit:

$$v = \frac{m_B}{m_T + m_B} \cdot v_{Ball}$$

weiter.

Bei einem FIFA Fußball ($m = 0,45\text{kg}$) mit einer Ballgeschwindigkeit von $v_{Ball} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ erhält ein fangender Tormann ($m_T = 75\text{kg}$) auf diese Weise eine Geschwindigkeit von:

$$v_T = \frac{m_B}{m_T + m_B} \cdot v_{Ball} = 0,15 \frac{m}{s}.$$

Das entspricht einem Impuls von ca. $p = 11,3 \frac{kgm}{s}$. Bei einer Stoßzeit von ca. 0,1s entspricht das einer Kraft von 113N bzw. einer Masse von ca. 11kg.