

Aufgaben – Unelastische Stöße

Aufgabe 1 – Güterwagen

Ein stehender Güterwagen ($m_1 = 20 \text{ t}$) wird durch einen anderen Güterwagen ($m_2 = 30 \text{ t}$) mit einer Geschwindigkeit von $v_2 = 5 \text{ km/h}$ gerammt.

Welche Geschwindigkeit ergibt sich, wenn die Wagen nach dem Zusammenstoß miteinander zusammengeklappelt sind?

ges.: m_1, m_2, v_1, v_2	ges.: u
Formel: $m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = (m_1 + m_2) \cdot u$	
umrechnen: $5 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 1,39 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	
einsetzen: $20.000 \text{ kg} \cdot 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 30.000 \text{ kg} \cdot 1,39 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 50.000 \text{ kg} \cdot u$	
$\Leftrightarrow 30.000 \text{ kg} \cdot 1,39 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 50.000 \text{ kg} \cdot u \quad : 50.000 \text{ kg}$	
$\Leftrightarrow 0,6 \cdot 1,39 \frac{\text{m}}{\text{s}} = u$	
$\Leftrightarrow u = 0,83 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	
Antwort: Nach dem Stoß fahren die beiden Züge zusammen mit einer Geschwindigkeit von 3 km/h.	

Aufgabe 2 – Gewehr­kugel

Eine Gewehr­kugel mit einer Masse von 18 g, die mit 180 m/s fliegt, trifft nun auf einen ruhenden Holz­block der Masse $m_H = 390$ g und bleibt darin stecken.

a) Berechnen Sie die Geschwindigkeit von Holz­klotz samt Kugel nach der Wechselwirkung.

b) Ein weiterer Schuss einer Kugel mit einer Masse von 12 g, die mit 190 m/s fliegt, dringt in einen Holz­klotz mit einer Masse von 2,0 kg ein und kommt mit einer Geschwindigkeit von 150 m/s wieder heraus. Wie schnell bewegt sich der Holz­klotz nach dem Austritt der Kugel, wenn sich der Klotz beim Aufprall fest auf einer reibungsfreien Fläche befindet?

a) geg.: m_1, m_2, v_1, v_2 ges.: u

Formel: $m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = (m_1 + m_2) \cdot u$

einsetzen: $0,018 \text{ kg} \cdot 180 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 0,39 \text{ kg} \cdot 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} = (0,018 \text{ kg} + 0,39 \text{ kg}) \cdot u$

$\Leftrightarrow 3,24 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,408 \text{ kg} \cdot u$ $| : 0,408 \text{ kg}$

$\Leftrightarrow u = 7,94 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Antwort: Nach der Wechselwirkung beträgt die Geschwindigkeit 7,94 m/s.

b) geg.: m_1, v_1, m_2, v_2, u_1

Formel: $m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot u_1 + m_2 \cdot u_2$

einsetzen: $0,012 \text{ kg} \cdot 190 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 2 \text{ kg} \cdot 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,012 \text{ kg} \cdot 150 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 2 \text{ kg} \cdot u_2$

$\Leftrightarrow 2,28 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 1,8 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} + 2 \text{ kg} \cdot u_2$ $| - 1,8 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$

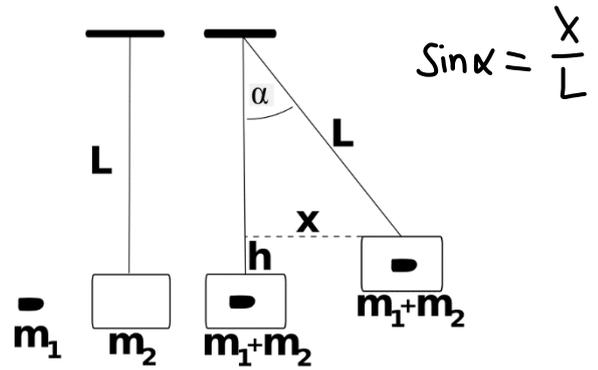
$\Leftrightarrow 0,48 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 2 \text{ kg} \cdot u_2$ $| : 2 \text{ kg}$

$\Leftrightarrow 0,24 \frac{\text{m}}{\text{s}} = u_2$

Antwort: Der Holz­klotz bewegt sich nach dem Stoß mit einer Geschwindigkeit von 0,24 m/s.

Aufgabe 3 – Ballistisches Pendel

Ein Ballistisches Pendel ist eine mechanische Vorrichtung, um Geschwindigkeit zu messen. Ein schwerer Holzklötz wird an einem dünnen, frei hängenden 2,8 m langen Faden aufgehängt. Das zu messende Geschoss wird auf den Holzklötz abgefeuert, bleibt dort stecken und lenkt ihn aus. Durch Messen der maximalen Pendelauslenkung lässt sich näherungsweise die Geschwindigkeit des abgefeuerten Geschosses berechnen.



a) Bestimme die Auslenkung eines solchen

Holzklötzes ($M = 3,6 \text{ kg}$) in **x-Richtung**, wenn eine 18 g schwere Gewehrkugel mit einer Geschwindigkeit von 180 m/s auf dieses trifft.

geg.: m_1, v_1, m_2, v_2 ges.: u und x

Formel: $m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = (m_1 + m_2) \cdot u$

einsetzen: $0,018 \text{ kg} \cdot 180 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 3,6 \text{ kg} \cdot 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3,618 \text{ kg} \cdot u$

$\Leftrightarrow 3,24 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3,618 \text{ kg} \cdot u \quad | : 3,618 \text{ kg}$

$\Leftrightarrow u = 0,9 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Formel: $E_{\text{kin},v} = E_{\text{pot},h}$

einsetzen: $\frac{1}{2} \cdot 3,618 \text{ kg} \cdot (0,9 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 3,618 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot h$

$\Leftrightarrow 1,47 \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 35,49 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot h \quad | : 35,49 \frac{\text{kg m}}{\text{s}^2}$

$\Leftrightarrow 0,04 \text{ m} = h$

$\cos \alpha = \frac{\text{Kathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{(2,8 \text{ m} - 0,04 \text{ m})}{2,8 \text{ m}} = 0,986$

$\alpha = \cos^{-1}(0,986) = 9,6^\circ$

$\sin 9,6^\circ = \frac{x}{2,8 \text{ m}}$

$x = \sin 9,6^\circ \cdot 2,8 \text{ m} = 0,47 \text{ m}$

Antwort: Die Auslenkung in x-Richtung beträgt 0,47 m.

h berechnen

α berechnen

α einsetzen