

## Aufgaben zu den Newtonschen Axiomen / Impuls

**Axiom I:** Das **Trägheitsprinzip** besagt, dass ein Körper in seinem momentanen Bewegungszustand verharrt, wenn keine Kräfte auf ihn wirken. D.h., er bleibt in Ruhe oder bewegt sich geradlinig, gleichförmig fort.

**Axiom II:** Das 2. **Axiom** von Newton lautet in einfacher Form:  $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$   
(Kraft = Masse mal Beschleunigung)

**Axiom III:** „Actio = reactio“ Kraft gleich Gegenkraft

- Ein Körper der Masse 5 kg gleitet auf einer reibungsfreien horizontalen Fläche. Er wird durch eine Feder mit  $D=400 \text{ N/m}$  gezogen, wobei sich die Feder um 4 cm aus ihrer Ruhelage dehnt. Wie groß ist die Beschleunigung des Körpers?
- Wie lange muss eine Kraft von  $F = 30 \text{ N}$  auf einen Körper der Masse  $m = 12 \text{ kg}$  einwirken, damit dieser aus der Ruhe heraus auf  $v = 20 \text{ m/s}$  beschleunigt wird?
- a) Ein Körper der Masse  $m_1 = 10 \text{ kg}$  stößt vollkommen unelastisch mit der Geschwindigkeit  $v_1 = 2 \text{ m/s}$  auf einen Körper der Masse  $m_2 = 3 \text{ kg}$ , der sich in der gleichen Richtung mit  $v_2 = 1,5 \text{ m/s}$  bewegt (Auffahrunfall!). Mit welcher Geschwindigkeit bewegen sich die beiden Körper nach dem Stoß weiter?  
b) Berechne die Geschwindigkeiten nach einem elastischen Stoß!

- Auf einer horizontalen Ebene steht ein Mann auf einem ruhenden Wagen, der reibungsfrei beweglich ist. Mann und Wagen haben zusammen die Masse  $m_E = 100 \text{ kg}$ . Zusätzlich befinden sich auf dem Wagen 3 Pflastersteine á 50 kg (Treibstoff), so dass die Gesamtmasse  $m_A = 250 \text{ kg}$



- ist. Der Mann wirft nun die Steine mit der (Relativ-)Geschwindigkeit  $v = -10 \text{ m/s}$  in horizontaler Richtung nach hinten.
- Überlege den Zusammenhang zwischen der Geschwindigkeit  $v_{\text{rel}}$ , der Geschwindigkeit  $v_T$  des Geschosses nach dem "Stoß" und dem Geschwindigkeitszuwachs des Wagens (Rakete)  $\Delta v$
  - Berechne die Geschwindigkeit des Wagens nach dem 1., 2. und 3. Pflastersteinwurf
  - Warum wird die Geschwindigkeitszunahme der Rakete von Ausstoß zu Ausstoß immer größer?

Lösungen:

Zu 1: Federkraft  $F = D \cdot x = 400 \cdot 0,04 \text{ N} = 16 \text{ N}$ .

Beschleunigung  $a = F / m = 16 / 5 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-2} = 3,2 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-2}$

Zu 2:  $F \cdot t = m \cdot v$  (Kraftstoß) Nach  $t$  auflösen:  $t = 8 \text{ sec}$

Zu 3: a) Impulserhaltungssatz ergibt:  $v = 1,885 \text{ m/sec}$

b) Formeln siehe Heft.  $v_{1N} = 1,769 \text{ m/sec}$       $v_{2N} = 2,269 \text{ m/s}$

Zu 4:

a) Wegen Impulserhaltung (umformen!) gilt:  $v_{\text{Stein}} : \Delta v_{\text{Wagen}} = m_{\text{Wagen}} : m_{\text{Stein}}$ .

b) Nach 1. Stein hat der Wagen 200 kg Masse :  $v_{\text{Wagen}} = 50 \cdot 10 / 200 = 2,5 \text{ m/sec}$

Nach 2. Stein hat der Wagen 150 kg Masse :  $\Delta v_{\text{Wagen}} = 50 \cdot 10 / 150 = 10/3 \text{ m/sec}$

Der Wagen hat nun also die Geschwindigkeit 5,833 m/sec.

Nach dem 3. Stein hat der Wagen 100 kg Masse:  $\Delta v_{\text{Wagen}} = 50 \cdot 10 / 100 = 5 \text{ m/sec}$

Der Wagen bewegt sich zum Schluss mit 10,833 m/sec.

c) Der Impulszuwachs ist jedes Mal gleich. Da die Masse des Wagens kleiner wird, wird der Geschwindigkeitszuwachs größer.