

## Lösungen S. 115

1.0 Geg:  $m = 0,060 \text{ kg}$ ;  $\Delta v = v_E - v_A = 50 \text{ m/s}$

1.1  $\Delta p = m \cdot \Delta v = 0,060 \text{ kg} \cdot 50 \text{ m/s} \Rightarrow \Delta p = 3,0 \text{ Ns}$

1.2  $F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{3,0 \text{ Ns}}{0,020 \text{ s}} \Rightarrow F = 150 \text{ N} \Rightarrow F = 0,15 \text{ kN}$

1.3  $\bar{F} = m \bar{a} \Leftrightarrow \bar{a} = \frac{\bar{F}}{m} = \frac{150 \text{ N}}{0,060 \text{ kg}} \Rightarrow \bar{a} = 2,5 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$$v^2 - v_0^2 = 2as \Leftrightarrow s = \frac{v^2}{2a} = \frac{(50 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 2,5 \cdot 10^3 \text{ m/s}^2} \Rightarrow s = 0,50 \text{ m}$$

2.0 Geg:  $m_B = 60 \text{ kg}$ ;  $y = 1,0 \text{ m}$ ;  $m_{sp} = 80 \text{ kg}$ ;  $v_{rel} = 4,0 \text{ m/s}^{-1}$

2.1 Vorher:  $p = 0 = p'$  Nach Sprung

$$m_B v_B' + m_S v_S' = 0$$

$$\Leftrightarrow m_B v_B' + m_S (v_{REL}' + v_B') = 0$$

$$\Leftrightarrow v_B' (m_B + m_S) = -m_S \cdot v_{REL}'$$

$$\Leftrightarrow v_B' = \frac{-m_S v_{REL}'}{m_B + m_S} = \frac{-80 \text{ kg} \cdot 4,0 \text{ m/s}}{80 \text{ kg} + 60 \text{ kg}} \Rightarrow v_B' = -2,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_S' = v_{REL}' + v_B' = 4,0 \text{ m/s} - 2,3 \text{ m/s} \Rightarrow v_S' = 1,7 \text{ m/s}$$

2.2 Während der Fallzeit  $t_F$  entfernen sich beide mit  $v_{REL}$  voneinander.

$$y = \frac{1}{2} g t_F^2 \Leftrightarrow t_F = \sqrt{\frac{2y}{g}}$$

$$s = v_{REL}' \cdot t_F = v_{REL}' \cdot \sqrt{\frac{2y}{g}} = 4,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,0 \text{ m}}{9,81 \text{ m/s}^2}} \Rightarrow s = 1,8 \text{ m}$$

Geg:  $m_m = 80 \text{ kg}$ ;  $m_B = 50 \text{ kg}$ ;  $y = 1,0 \text{ m}$ ;  $x_w = 2,0 \text{ m}$

- Für die Flugbahn

$$y = \frac{1}{2} g t^2 \Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{2y}{g}} \quad ; \text{ Flugzeit}$$

$$v_x \cdot t = x_w \Leftrightarrow v_x = \frac{x_w}{t} = \underline{x_w \cdot \sqrt{\frac{g}{2y}}} = v_x : \text{ Absprunggeschw.}$$

- Impulserhaltung:

Vor dem Aufpral:  $P_{\text{Ges}} = P_{\text{Mann}} = m_m \cdot v_x$  Nur in x-Richtung

Nach dem Aufpral:  $p'_{\text{Ges}} = (m_m + m_B) u$ ;  $P'_{\text{Ges}} = P_{\text{Ges}}$

$$\Leftrightarrow u = \frac{m_m}{m_m + m_B} \cdot v_x \quad ; \quad v_x : \text{ s.o.}$$

- Energiebetrachtung: Was der Mann abfedern muss, geht als mech. Energie verloren

BN auf Höhe des Bootes

Beim Absprung:  $E_{\text{Ges}} = E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}} = m_m g y + \frac{1}{2} m_m v_x^2$

Nach Aufpral:  $E_{\text{Ges}} = E'_{\text{kin}} + W = \frac{1}{2} (m_m + m_B) u^2 + W$

Also:  $E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}} = E'_{\text{kin}} + W$

$$\Leftrightarrow W = E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}} - E'_{\text{kin}}$$

$$\Leftrightarrow W = m_m g y + \frac{1}{2} m_m v_x^2 - \frac{1}{2} (m_m + m_B) u^2$$

$$W = m_m g y + \frac{1}{2} m_m \cdot x_w \sqrt{\frac{g}{2y}} - \frac{1}{2} (m_m + m_B) \cdot \left( \frac{m_m}{m_m + m_B} \cdot x_w \sqrt{\frac{g}{2y}} \right)^2$$

$$= \dots = \text{hoffentlich... } 1,087 \text{ kJ} = \underline{\underline{1,1 \text{ kJ}}}$$

Bemerkung: Hier wäre ein Verzicht auf einen Gesamtansatz auch ok.

S. 115/4

Geg:  $\Delta v_G = -2,0 \cdot 10^3 \frac{m}{s}$ ;  $F_S = 200 \cdot 10^3 N$  (Minus: entgegen)

4.1. Ges:  $\frac{m}{\Delta t}$ ; (Durchsatz/Ausstoß pro Sekunde)

• Impulsansatz:  $\Delta p_R + \Delta p_G = 0 \Leftrightarrow \Delta p_R = -\Delta p_G$

$$\Rightarrow F_S \cdot \Delta t = -\Delta(m_G \cdot v_G) \Leftrightarrow F_S \cdot \Delta t = -m_G \cdot \Delta v_G$$

$$\Leftrightarrow \frac{m_G}{\Delta t} = -\frac{F_S}{\Delta v_G} \Rightarrow \frac{m_G}{\Delta t} = \frac{200 \cdot 10^3 N}{2,0 \cdot 10^3 m/s} \Rightarrow \frac{m}{\Delta t} = \underline{\underline{100 \frac{kg}{s}}}$$

$$EK: \frac{N}{m/s} = \frac{kg \cdot m \cdot s}{s^2 \cdot m} = \frac{kg}{s}$$

• Genausogut mit Kraftansatz:

$F_S$  ist die Gegenkraft zur beschleunigenden Kraft der Gase

$$F_S = m_G \cdot a_G; \quad a_G = \frac{\Delta v_G}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow F_S = m_G \cdot \frac{\Delta v_G}{\Delta t} \Leftrightarrow \frac{m_G}{\Delta t} = \frac{F_S}{\Delta v_G} \dots \text{ s.o.}$$

$$4.2 \quad F_S = m_R \cdot a_R \Leftrightarrow a_R = \frac{F_S}{m_R} \Rightarrow a = \frac{200 \cdot 10^3 N}{10 \cdot 10^3 kg} \Rightarrow a = \underline{\underline{20 \frac{m}{s^2}}}$$

$$4.3 \quad m_G = 5,0 \cdot 10^3 kg$$

$$\text{Aus 4.1: } \frac{m_G}{\Delta t} = 100 kg/s \Leftrightarrow \Delta t = \frac{m_G}{100 kg/s}$$

$$\Delta t = \frac{5,0 \cdot 10^3 kg}{100 kg \cdot s^{-1}} \Rightarrow \underline{\underline{\Delta t = 50s}}$$

$$5.0 \quad \text{Geg: } \Delta v_{TR} = 28 \cdot 10^3 \frac{m}{s}; \quad \Delta t = 5,0s; \quad \text{Durchsatz } D = \frac{m_{TR}}{t} = \frac{4,0 \cdot 10^4 m_R}{1,0s}$$

$$5.1 \quad m_{TR} = D \cdot \Delta t = 4,0 \cdot 10^4 \frac{m_R}{s} \cdot 5,0s \Rightarrow m_{TR} = 20 \cdot 10^4 m_R$$

$$\text{Beträge: } \Delta p_R = \Delta p_{TR} \Rightarrow m_R \Delta v_R = m_{TR} \cdot \Delta v_{TR} = 20 \cdot 10^4 m_R \cdot \Delta v_{TR}$$

$$\Delta v_R = 20 \cdot 10^4 \cdot \Delta v_{TR}; \Rightarrow \underline{\underline{v_R = 56 \frac{m}{s}}} \leftarrow (= a_{TR} \cdot \Delta t)$$

$$5.2 \quad v^* = a_{rel} \cdot \Delta t = (a_{TR} - g) \Delta t = 56 \frac{m}{s} - 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 5,0s \Rightarrow \underline{\underline{v^* = 7,0 \frac{m}{s}}}$$