

Bewegungsgleichung und Energieerhaltung

① $m = 1'600 \text{ kg}$, $F = 1'200 \text{ N}$

$v_i = 60 \text{ km/h}$, $v_f = 100 \text{ km/h}$

$i := \text{initial}$

$f := \text{final}$

a) $F = m \cdot a \Leftrightarrow a = \frac{F}{m}$

$$\frac{F}{m} = \frac{1200 \text{ N}}{1'600 \text{ kg}} = \frac{3}{4} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \cdot \frac{1}{\text{kg}} = \underline{\underline{\frac{3}{4} \text{ m/s}^2 = a}}$$

$$v_f = a \cdot t + v_i \quad (v = at + v_0)$$

$$\frac{100}{3.6} = \frac{3}{4} t + \frac{60}{3.6}$$

$$\frac{40}{3.6} = \frac{3}{4} t \quad (\Rightarrow) \quad t = \underline{\underline{14.8148 \text{ s}}}$$

b) $s = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot t^2 + \frac{60}{3.6} \cdot t = \underline{\underline{329.218 \text{ m}}}$$

c) $E = \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2$

$$= \frac{1}{2} \cdot 1600 \cdot \left(\frac{100}{3.6}\right)^2 - \frac{1}{2} \cdot 1600 \cdot \left(\frac{60}{3.6}\right)^2$$

$$= 395'062 \text{ J} \approx \underline{\underline{395 \text{ kJ}}}$$

$$P = \frac{E}{t} = \underline{\underline{26.6 \text{ kW}}}$$

TBM 8 → siehe nächste Seite

② a) $E_{\text{pot}} = E_{\text{kin}} \Rightarrow h = \frac{v^2}{2g} = 80\text{m}; \underline{\underline{80\text{m} + 1.8\text{m} = 81.8\text{m}}}$

Mittels Zeit: bei max. Höhe ist $v = 0$

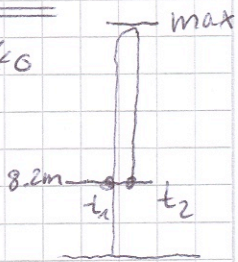
$$v = at + v_0 = -10t + 40 = 0 \Rightarrow t = 4\text{s}$$

$$h = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + s_0 = -5t^2 + 40t + 1.8 \\ = -80 + 160 + 1.8 = \underline{\underline{81.8\text{m}}}$$

b) Bewegungsgleichung führt zu quadratischer Gleichung
→ Energieerhaltung verwenden!

10m → 8.2m über Abschlag: $\frac{1}{2}m(40\text{m/s})^2 = \frac{1}{2}mv^2 + mg \cdot 8.2\text{m}$
 $40^2 = v^2 + 2g \cdot 8.2$
 $v_1 = \sqrt{40^2 - 2g \cdot 8.2}$
 $v_1 = \underline{\underline{37.89\text{m/s}}}$

t_1 berechnen: $v = at + v_0 \Rightarrow 37.89 = -10t + 40$
 $\Rightarrow t_1 = \underline{\underline{0.21\text{s}}}$



t_2 ist, wenn Ball wieder herunterfällt:
unten bis oben ist halbe Flugzeit = 2s

Fall aus 81.8m bis 10m resp. aus 80m auf 8.2m:
 $h = -71.8\text{m} = \frac{1}{2}at^2 = -5t^2$ (von oben ist Höhe negativ)

$$\Rightarrow 5t^2 = 71.8 \Rightarrow t = 3.79\text{s}$$

$$t_{\text{tot}} = 4\text{s} + 3.79\text{s} = \underline{\underline{7.79\text{s}}}$$

$$t_1 = 0.21\text{s}, v_1 = 37.89\text{m/s}$$

$$t_2 = 7.79\text{s}, v_2 = -37.89\text{m/s}$$

c) 20m über Boden \Rightarrow 18.2m über Abschlag (wie b)

$$v = \sqrt{40^2 - 2g \cdot 18.2} = 35.16\text{s}$$

$$v = at + v_0 \Rightarrow 35.168 = -10t + 40$$

$$t = \underline{\underline{0.48\text{s}}}$$

② TBM 8E2 Lösung mittels Bewegungsgleichungen

a)
$$s(t) = -\frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2 + 40 \cdot t + 1.8$$
$$= -5t^2 + 40t + 1.8$$
$$v(t) = -10t + 40$$

bei h_{\max} ist $v = 0$: $v = -10t + 40 = 0$
 $t = 4s$

$$s(t=4s) = -5 \cdot 4^2 + 40 \cdot 4 + 1.8 = \underline{\underline{81.8m}}$$

b) $s(t) = -5t^2 + 40t + 1.8 = 10$

Solve $\rightarrow t = 0.21s$

$$v(t=0.21s) = -10t + 40 = 37.89 \text{ m/s}$$

dito. für 2. Lösung ($t = 7.79s$)

c) Zeiten mittels Solve, $s(t) = 10m / 20m$

$$d) t = 0.02 \text{ s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{40 \text{ m/s}}{0.02 \text{ s}} = 2'000 \text{ m/s}^2$$

$$s = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \cdot 2'000 \cdot 0.02^2 = \underline{\underline{0.4 \text{ m}}}$$

$$F = m \cdot a = 2000 \text{ m/s}^2 \cdot 0.0575 \text{ kg} = \underline{\underline{115 \text{ N}}}$$

$$E = \frac{1}{2} m v^2 = \underline{\underline{46 \text{ J}}}$$

$$P = \frac{E}{t} = \frac{46 \text{ J}}{0.02 \text{ s}} = \underline{\underline{2'300 \text{ W}}}$$

$$\textcircled{3} \quad h = 200 \text{ m}, \quad v_0 = 15 \text{ m/s}$$

V über Energiesatz

$$\frac{1}{2} m v_{\text{Aufprall}}^2 = \frac{1}{2} m v_0^2 + m g h$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2 g h} = \sqrt{15^2 + 2 \cdot 10 \cdot 200}$$
$$\cong \underline{\underline{65 \text{ m/s}}}$$

$$v = a t + v_0$$

$$-65 \text{ m/s} = -10 \cdot t + 15 \text{ m/s} \quad | +15$$

$$-50 = -10 t$$

$$\underline{\underline{t = 5 \text{ s}}}$$

$$\text{Test: } v = 10 t + v_0 = 65 \text{ m/s}$$

$$s = \frac{1}{2} a t + v_0 t$$

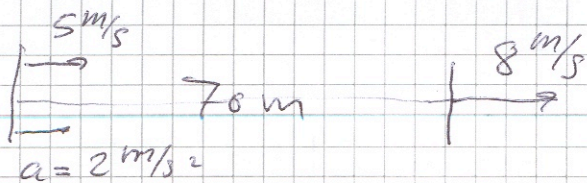
$$= -\frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 5^2 + 15 \cdot 5$$

$$= -125 + 75 = -200 \text{ m}$$

$$S_1(t)$$

$$S_2(t)$$

4



Nullpunkt beim hinteren Fahrzeug

$$S_1 = \frac{1}{2}at^2 + v_0t = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot t^2 + 5t \\ = t^2 + 5t$$

$$S_2 = v_0t + s_0 = 8 \cdot t + 70 \text{ m}$$

$$S_1 = S_2$$

$$t^2 + 5t = 8t + 70 \quad | -8t - 70$$

$$t^2 - 3t - 70 = 0$$

$$(t + 7)(t - 10) = 0$$

$$t = 10 \text{ s}$$

$$\text{Test: } S_1 = 10^2 + 5 \cdot 10 = 150$$

$$S_2 = 8 \cdot 10 + 70 = 150 \quad \checkmark$$

$$v = at + v_0 = 2 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ s} + 5 \text{ m/s}$$

$$= \underline{\underline{25 \text{ m/s}}}$$

5

Fallzeit aus 1.5 m Höhe:

$$s = \frac{1}{2}at^2$$

$$-1.5 \text{ m} = -\frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$$

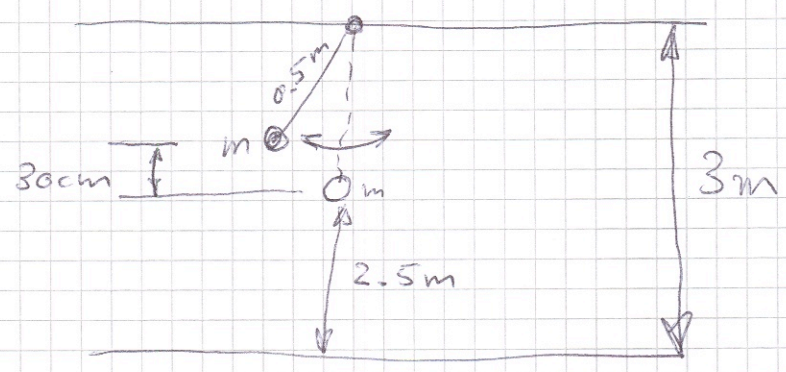
$$1.5 = 5t^2$$

$$\frac{3}{10} = t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{3}{10}} \approx 0.55 \text{ s}$$

$$s = 440 \text{ m/s} \cdot t \approx 240.998 \approx \underline{\underline{241 \text{ m}}}$$

6



Pendel: $v_{\max} = \sqrt{2gh} = \sqrt{20 \cdot 0.3} = \sqrt{6}$
 $\approx 2.45 \text{ m/s}$

Fallzeit für 2.5 m:

$$s = \frac{1}{2}at^2$$
$$\sqrt{\frac{2 \cdot s}{a}} = t = \sqrt{\frac{2 \cdot 2.5}{10}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \approx 0.707 \text{ s}$$

$$s = v \cdot t = 2.45 \text{ m/s} \cdot 0.707 \text{ s} = \underline{\underline{1.732 \text{ m}}}$$