

Flugbahn Tennisball

Dynamisches Kräftegleichgewicht in x-Richtung und in y-Richtung:

$$\sum F_x = 0 \quad -F_{tx} - F_{lx} = 0 \quad F_{tx} = m_k \cdot x''(t) \quad F_{lx} = \frac{1}{2} \cdot \delta_l \cdot C_w \cdot A_k \cdot x'(t)^2 \quad k = \frac{1}{2} \cdot \delta_l \cdot C_w \cdot A_k$$

$$m_k \cdot x''(t) + k \cdot x'(t)^2 = 0$$

Erste DGL für die x-Richtung

$$\sum F_y = 0 \quad -F_{ty} - F_g - F_{ly} = 0 \quad F_{ty} = m_k \cdot y''(t) \quad F_{ly} = \frac{1}{2} \cdot \delta_l \cdot C_w \cdot A_k \cdot y'(t)^2 \quad F_g = m_k \cdot g$$

$$m_k \cdot y''(t) + m_k \cdot g + \frac{1}{2} \cdot \delta_l \cdot C_w \cdot A_k \cdot y'(t)^2 = 0$$

$$m_k \cdot y''(t) + m_k \cdot g + k \cdot y'(t)^2 = 0$$

Zweite DGL für die y-Richtung

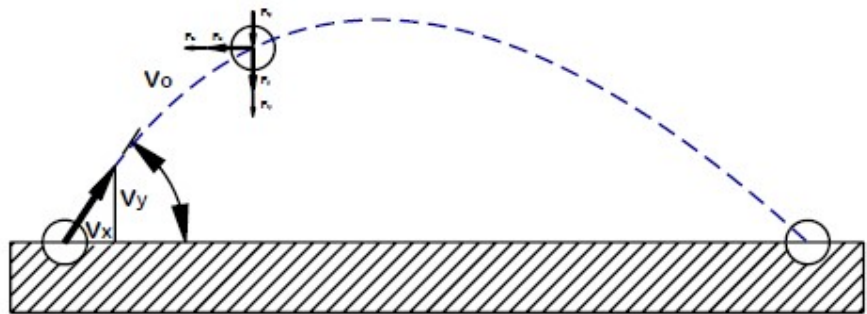
Parameter:

$$m_k := 58 \text{ gm} \quad \delta_l := 1.292 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$d_k := 66 \text{ mm} \quad A_k := \frac{\pi}{4} \cdot d_k^2$$

$$C_w := 0.45 \quad t_e := 4 \text{ s}$$

$$k := \frac{1}{2} \cdot \delta_l \cdot C_w \cdot A_k \quad \varphi_0 := 45^\circ \quad v_0 := 100 \frac{\text{km}}{\text{hr}} \quad v_{x0} := v_0 \cdot \cos(\varphi_0) \quad v_{y0} := v_0 \cdot \sin(\varphi_0) \quad t := 0 \text{ s}, 0.01 \text{ s} \dots t_e$$



Nebenbedingungswerte

$$x'(0 \text{ s}) = v_{x0} \quad x(0 \text{ s}) = 0 \text{ m} \quad y'(0 \text{ s}) = v_{y0} \quad y(0 \text{ s}) = 0 \text{ m}$$

$$m_k \cdot x''(t) + k \cdot x'(t)^2 = 0$$

$$m_k \cdot y''(t) + m_k \cdot g + k \cdot y'(t)^2 = 0$$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} := \text{odesolve} \left(\begin{bmatrix} x(t) \\ y(t) \end{bmatrix}, t_e \right)$$

Gleichungslöser

Steigzeit: Erreichen der maximalen Höhe

Gesamtzeit: Auftreffen am Boden (h=0)

Gleichungslöser

$$t := 2 \text{ s}$$

$$y'(t) = 0$$

$$t_0 := \text{find}(t) = 1.68 \text{ s}$$

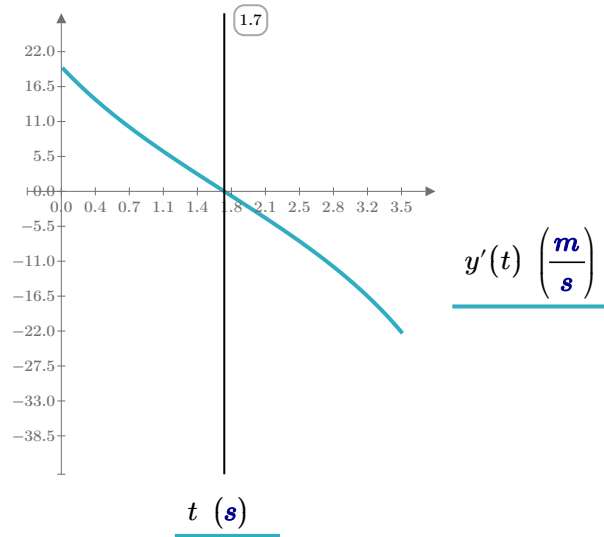
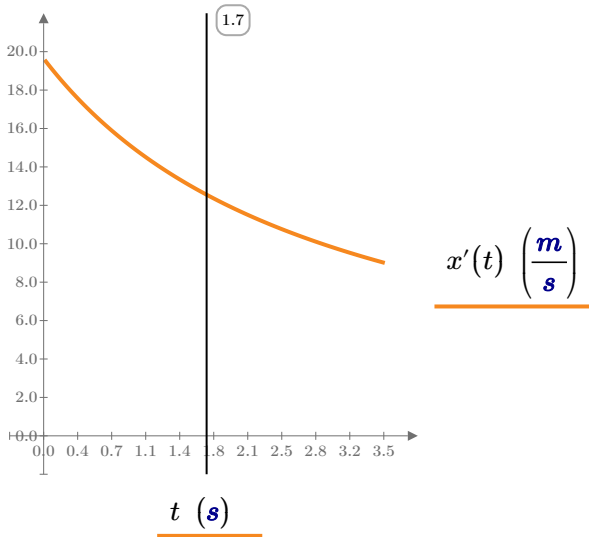
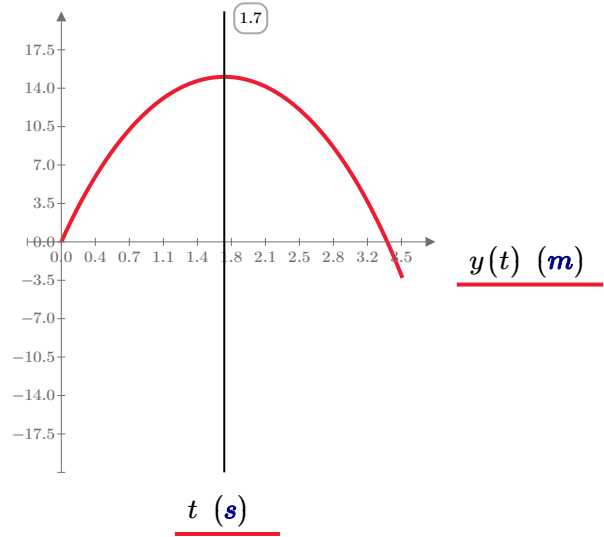
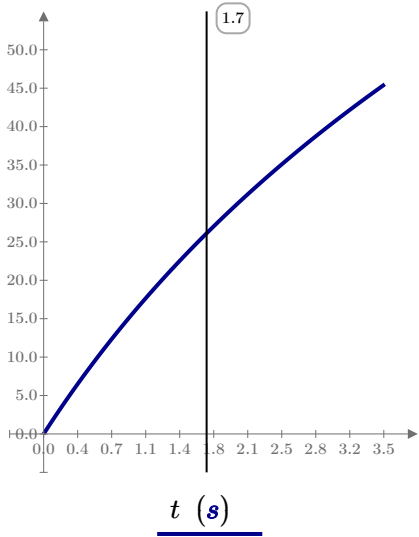
Gleichungslöser

$$t := 2 \text{ s}$$

$$y(t) = 0$$

$$t_{ges} := \text{find}(t) = 3.35 \text{ s}$$

Diagramme:



$$\varphi(t) := \text{atan} \left(\frac{y'(t)}{x'(t)} \right)$$

