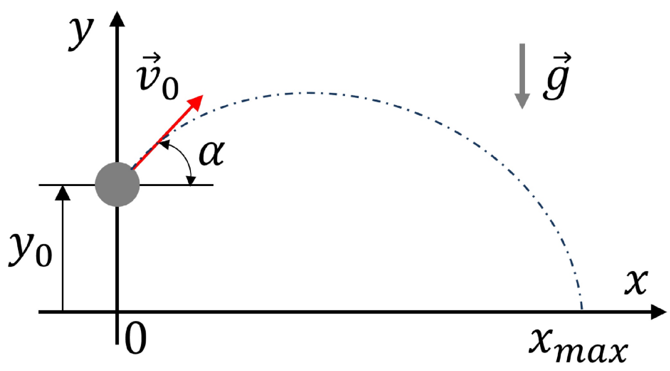
Modellbildung mechatronischer Systeme (MMS)

Mechanik - Translation

(Wurfparabel)

Skizze



Systemparameter

Ballmasse	$m_B := 0.057\ kg$
Balldurchmesser	$d_B := 67\ mm$
Dichte Luft	$\rho_L := 1.225\ \frac{kg}{m^3}$
c-Wert Kugel	$c_w := 0.45$
Starthöhe	$y_0 := 1\ m$
Startweg	$x_0 := 0\ m$
Startwinkel	$\alpha := 30\ deg$
Startgeschwindigkeit	$v_0 := 65 \cdot \frac{m}{s}$

1. Dgl.-System

Newton'sche Reibkraft $F_R \cdot e_v = -k_N \cdot v^2 \cdot e_v = -k_N \cdot v^2 \cdot \frac{v}{|v|}$

$v = \sqrt{{v_x}^2 + {v_y}^2}$

Komponente in x $F_{Rx} = -k_N \cdot v \cdot v_x$

Komponente in y $F_{Ry} = -k_N \cdot v \cdot v_y$

x-Koordinate $m \cdot x'' + k_N \cdot x' \cdot \sqrt{x'^2 + y'^2} = 0$

y-Koordinate $m \cdot y'' + k_N \cdot y' \cdot \sqrt{x'^2 + y'^2} = -m \cdot g$

2. Beispielrechnung

Schattenfläche (Ball) $A_S := \frac{\pi}{4} \cdot {d_B}^2 = \left(3.526 \cdot 10^3\right) \, \boldsymbol{mm}^2$

Reibbeiwert $k_N := \frac{\rho_L}{2} \cdot A_S \cdot c_w = \left(971.758 \cdot 10^{-6}\right) \, \frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m}}$

Startgeschwindigkeiten $v_{0x} := v_0 \cdot \cos(\alpha)$ $v_{0y} := v_0 \cdot \sin(\alpha)$

Simulationszeit $t_S := 4.2 \, \boldsymbol{s}$

3. Lösung des nichtlinearen Dgl.-Systems

Gleichungslöser

Nebenbedingungen

Schätzwerte

$$x''(t) = -\frac{k_N}{m_B} \cdot x'(t) \cdot \sqrt{x'(t)^2 + y'(t)^2}$$

$$y''(t) = -\frac{k_N}{m_B} \cdot y'(t) \cdot \sqrt{x'(t)^2 + y'(t)^2} - g$$

$x(0) = x_0$ $x'(0) = v_{0x}$

$y(0) = y_0$ $y'(0) = v_{0y}$

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

4. grafische Darstellung der Wurfparabel

Berechnungsintervall $t := 0 \cdot s, 0.1 \cdot s .. t_S$