



## Mechatronische Netzwerke

### Mechanik - Translation

#### Aufgabe 2.2 freier Fall im Schwerfeld

#### Annahmen

Bei der Berechnung des freien Falls gelten die folgenden Voraussetzungen:

- konstante Erdbeschleunigung
- konstante Dichte der Luft
- NEWTON'sche Reibung

#### Analyse

Kugeldurchmesser	$d_K := 10 \text{ mm}$
dynamische Viskosität Luft	$\eta_L := 17.1 \cdot 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
Dichte der Kugel	$\rho_K := 7810 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
Dichte der Luft	$\rho_L := 1 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
Widerstandsbeiwert Kugel	$c_W := 0.45$
Anfangsgeschwindigkeit	$v_0 := 0 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Schattenfläche Kugel	$A_S := \frac{\pi}{4} \cdot d_K^2$
Masse Kugel	$m_K := \frac{1}{6} \cdot \pi \cdot d_K^3 \cdot \rho_K = 4.089 \text{ gm}$
Reibfaktor	$k_{St} := \frac{1}{2} \cdot c_W \cdot A_S \cdot \rho_L = (1.767 \cdot 10^{-5}) \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Schwerkraft	$F_G := m_K \cdot g = (40.102 \cdot 10^{-3}) \text{ N}$
linearer Anteil des Widerstandes	$R := \frac{1}{k_{St}} = (56.588 \cdot 10^3) \frac{\text{m}}{\text{kg}}$
Koeffizienten zur Lösung der Dgl.	$b := \sqrt{\frac{k_{St}}{F_G}} = 0.021 \frac{\text{s}}{\text{m}}$
	$a := \frac{F_G}{m_K} = 9.807 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
Integrationskonstante	$C := \frac{1}{b} \cdot a \tanh(v_0 \cdot b) = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$



Lösung der Dgl.

$$v(t) := \frac{1}{b} \cdot \tanh(b \cdot (a \cdot t + C))$$

Geschwindigkeit nach 5 Sekunden  
Fallzeit

$$v(5 \cdot s) = 36.854 \frac{m}{s}$$

Grenzwert bei t unendlich

$$v_u := \sqrt{\frac{m_K \cdot g}{k_{St}}} = 47.638 \frac{m}{s}$$

$$v_u = 171.495 \text{ kph}$$