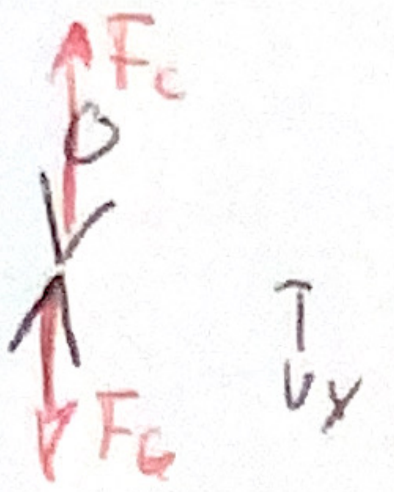
6. Aufgabe – Runge Kutta Fallschirmspringer



$$m\ddot{x} = m \cdot g - \underbrace{c_w}_{\text{Abh. von } x} \frac{\rho}{2} \underbrace{c(t)^2}_{\dot{x}} \cdot A$$

$$m\ddot{x} = F_G - F_c$$

$$\ddot{x} = g - c_w(x) \cdot \dot{x}^2 \cdot \underbrace{\frac{\rho}{2} \cdot A \cdot \frac{1}{m}}_{\substack{\text{konstant laut Aufgabenstellung} \\ = \varphi}}$$

Anfangsbedingungen

$\ddot{x}(t) = 0$

$\dot{x}(t) = 0$ Zeitschritt

$x(t) = 5.000\,m$

$\dot{x} = y$

$\ddot{x} = \dot{y}$

$\Delta t \to$ Parameter, der gewählt wird

↳ Einsetzen ergibt

$$\dot{y} = g - c_w(x) \cdot y^2 \cdot \varphi \quad (1)$$
$$\dot{x} = y \quad (2)$$

(1), (2): Gleichungssystem für Runge Kutta

ZS 1: Arrays X, Y, T (zur Implementierung)

→ Prinzipiell überflüssig, da nur ΔT benötigt

① $k1y = g - c_w(x[i-1]) \cdot (y[i-1])^2 \cdot \varphi$

$k1x = y[i-1]$

② $k2y = g - c_w(x[i-1] + \frac{\Delta t}{2} k1x) \cdot (y[i-1] + \frac{\Delta t}{2} \cdot k1y)^2 \cdot \varphi$

$k2x = y[i-1] + \frac{\Delta t}{2} \cdot k1y$

③ $k3y = g - c_w(x[i-1] + \frac{\Delta t}{2} k2x) \cdot (y[i-1] + \frac{\Delta t}{2} k2y)^2 \cdot \varphi$

$k3x = y[i-1] + \frac{\Delta t}{2} k2y$

④ $k4y = g - c_w(x[i-1] + \frac{\Delta t}{2} k3x) \cdot (y[i-1] + \frac{\Delta t}{2} k3y)^2 \cdot \varphi$

$k4x = y[i-1] + \Delta t \cdot k3y$

$$ky = \frac{k1y + 2k2y + 2k3y + k4y}{6}$$

$$kx = \frac{k1x + 2k2x + 2k3x + k4x}{6}$$

→ ~~next y~~ = y[

$y[i] = y[i-1] + ky$ ← Geschwindigkeit nimmt ab (bzw. wird negativ, da er fällt)

↳ sollte eig. anfangs das Vorzeichen umdrehen

$x[i] = x[i-1] + kx$

$$c_w(x) \begin{cases} 0.2 & \text{für } x > 2.000\,m \\ 5.0 & \text{für } x \leq 2.000\,m \end{cases}$$