

# Symulacja rzutu ukośnego z oporami powietrza

Paweł Rzońca

29.05.2015

## Obsługa

Przesyłam plik z kodem symulacji w C++ zarówno źródłowy jak i skompilowany, makefile którym go kompilowałem oraz skrypt w pythonie wykonujący symulację. Symulację uruchamiamy przez *pythonstart.py*. Dane do symulacji zmieniamy bezpośrednio w skrypcie *start.py*. Skrypt rysuje animowany wykres toru rzutu.

## Wzory

Wartość siły oporu powietrza liczyłem ze wzoru

$$|\vec{D}| = cS \frac{\rho |\vec{v}|^2}{2} \quad (1)$$

gdzie  $c$  to współczynnik oporu powietrza zależny od kształtu ciała,  $S$  to powierzchnia rzutu ciała na płaszczyznę prostopadłą do wektora prędkości ciała względem płynu,  $\rho$  to gęstość płynu, a  $\vec{v}$  to prędkość ciała względem płynu. A zwrot ustawiałem przeciwnie do aktualnej prędkości.

W modelu użyłem następującego wzoru na obliczanie kolejnych prędkości  $v = v(t)$

$$\vec{v}(t + dt) = \vec{v}(t) + m \cdot dt \cdot (\vec{F}_g + \vec{D}) \quad (2)$$

gdzie  $m$  to masa ciała,  $dt$  to krok czasowy,  $\vec{F}_g$  to siła grawitacji, a  $\vec{D}$  to opór powietrza. A ostateczne położenie z definicji prędkości.