

Simuleringsövning Fysik 3

25 mars 2021

Elev: Björn Sundin

Handledare: Carlo Ruberto

1 Miljö och verktyg

Programmeringsspråket C++20 användes för samtliga simuleringar. Biblioteket “matplotlib” (de Freitas, 2021) användes för att producera graferna och “mp-units” (Pusz, 2021) användes för statistiskt typade fysikaliska enheter. Användandet av mp-units i projektet gjorde att alla felberäkningar med enheter fångades automatiskt av kompilatorn.

2 Simulering av pingisboll

Pingisbollens radie var $r = 2$ cm. Massan var $m = 2.7$ g. Luftmotståndskoefficienten antogs vara $C_D = 0.3$. Startfarten var $v_0 = 40$ m/s och startvinkeln var $\alpha = 35^\circ$. Värdet på luftdensiteten som användes var $\rho = 1.225$ kg/m³. Tiden som simulerades var 3 s.

Luftmotståndskraften beräknades genom $F_D = \frac{\pi}{2}r^2C_D\rho v^2$ eftersom bollen har tvärsnittsarean $A = \pi r^2$.

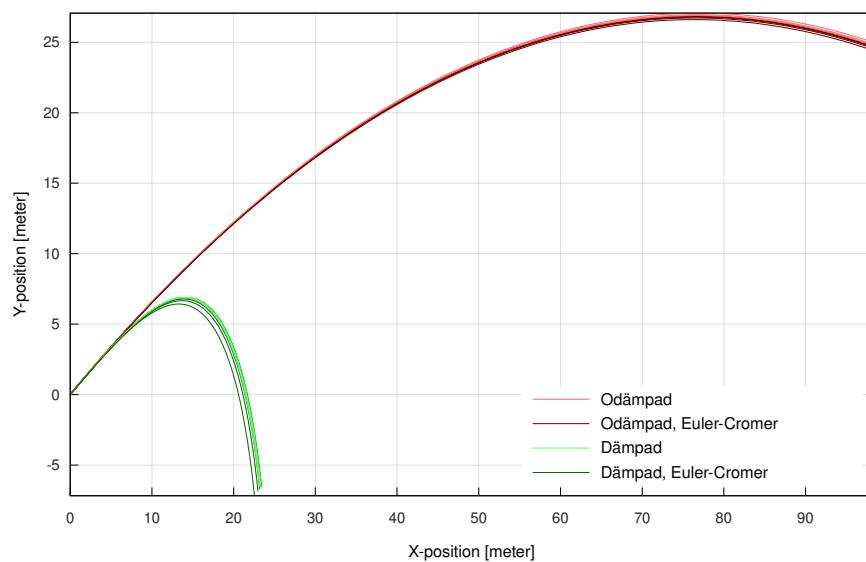
Flera simuleringar med olika tidssteg samt med Eulers och Euler-Cromers metod gjordes. Tidsstegen Δt som användes var 0.1 ms, 1 ms, 5 ms, 10 ms och 20 ms. Figur 1 visar graferna för alla simuleringarna. De mörkare banorna visar simuleringarna med Euler-Cromers metod och de ljusare banorna visar simuleringarna med Eulers metod.

Man kan se att Eulers metod ger ett mer exakt resultat för dämpad kaströrelse jämfört med Euler-Cromers metod. Euler-Cromers metod förstärker dämpningen och bollen tappar energi fortare. Man ser det eftersom banorna konvergerar mot samma exakta lösning med lägre värden på Δt , men simuleringarna med Euler-Cromers metod avviker mer än Eulers metod för de större värdena på Δt .

För fri kaströrelse avviker Eulers och Euler-Cromers metod lika mycket men åt olika håll.

3 Simulering av golfboll

Golfbollens radie var $r = 22$ mm. Massan var $m = 45$ g. Luftmotståndskoefficienten antogs vara 0.2, något mindre än för pingisbollen eftersom ytan är skrovligare. Startfarten var $v_0 = 40$ m/s och startvinkeln var $\alpha = 45^\circ$. Vinkelhastigheten för simuleringen med magnuseffekten var 3 varv/s motsols, alltså $\omega = 6\pi$ rad/s. Tiden som simulerades var 6 s.

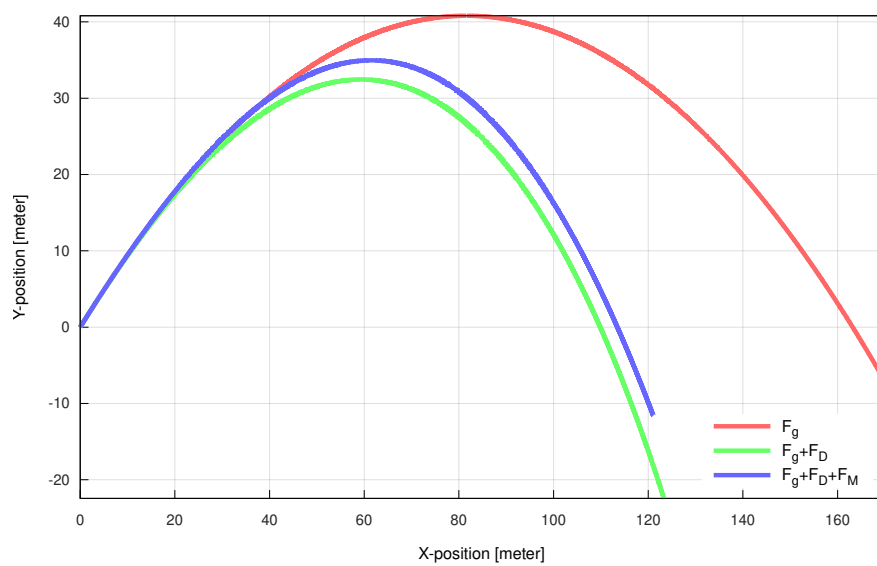


Figur 1: Simulering av pingisboll med och utan luftmotstånd samt med Eulers och Euler-Cromers metod.

Dämpning av vinkelhastigheten räknades inte med i simuleringen. Den är alltså konstant i simuleringen, men i verkligheten hade den saktat ner över tid på grund av luftmotståndet.

Referenser

- de Freitas, A. (2021). *matplotlibplusplus*. <https://github.com/alandefreitas/matplotlibplusplus>
- Pusz, M. (2021). *units*. <https://github.com/mpusz/units>



Figur 2: Simulering av fri golfboll, golfboll med luftmotstånd och roterande golfboll med luftmotstånd.