

Ast1100 Oblig 1

Thomas Haaland

1 Problem 7.2

Skal lande en sonde, Beagle2, på Mars. Skal beregne veien ned til overflaten.

Det virker to krefter på sonden. Gravitasjon $\vec{F}_G = G \frac{m_m m_r}{|\vec{r}|^2} \vec{r}$ og friksjon $\vec{f} = -k\vec{v}$. G er newtons gravitasjons konstant, m_m er massen til mars, m_r massen til Beagle2, \vec{r} er posisjonsvektoren fra det ene objektet til det andre, spesielt $\vec{r} = \vec{r}_r - \vec{r}_m$ der \vec{r}_m er posisjonsvektoren til mars og \vec{r}_r posisjonsvektoren til Beagle2, $r = |\vec{r}|$, k er friksjonskoeffisienten og $\vec{v} = \vec{v}_m - \vec{v}_r$ der \vec{v}_m er hastigheten til mars og \vec{v}_r er hastighetsvektoren til Beagle2.

Begge krefter virker på begge legemer fra det andre legemet, slik at summen av alle krefter er null og alle krefter på mars er lik alle krefter på Beagle2: $\Sigma \vec{F}_m = -\Sigma \vec{F}_r$, der \vec{F}_m er krefter på mars og \vec{F}_r er krefter på Beagle2. Har her brukt kraft og motkraft, eller Newtons tredje lov. Står igjen med $\Sigma \vec{F}_m = -\vec{F}_G - \vec{f}$ og $\Sigma \vec{F}_r = \vec{F}_G + \vec{f}$.

Skal løse bevegelsen til Mars og Beagle2. Bruker Newtons andre lov $\vec{F} = m\vec{a}$ og at $\frac{d^2 \vec{x}}{dt^2} = \vec{a}$. Må dermed løse

$$\int_a^b \frac{d^2 \vec{x}}{dt^2} dt = \left[\frac{d\vec{x}}{dt} \right]_a^b$$

$$\int_a^b \frac{d\vec{x}}{dt} dt = [\vec{x}]_a^b$$

Denne likningen kan vi løse generelt numerisk ved Euler-Cromers

$$\begin{aligned} a(t) &= \frac{F(t)}{m} \\ v(t+dt) &= v(t) + a(t)dt \\ x(t+dt) &= x(t) + v(t+dt)dt \end{aligned}$$

og gjør dette for x og y komponentene til vektorfunksjonene $\Sigma \vec{F}_m = m\vec{a}$ og $\Sigma \vec{F}_r = m\vec{a}$. dt er tidsforskjellen mellom hver iterasjon. Dette kan enkelt skrives inn i et program ved en for- eller while- løkke:

```
for i in [0:n]
  a(i) = F(i)/m
  v(i+1) = v(i) + a(i)dt
  x(i+1) = x(i) + v(i+1)dt
end
```

I koden setter jeg først opp relevante verdier, som initialbetingelser og masse til de forskjellige legemene. I "Calculation Loop Stuff" er generelle fysiske konstanter og tall knytta til selve integrasjonsløkka. I "Mars" er verdier knytta spesielt til mars og tilsvarende "Lander" knytta til Beagle2.

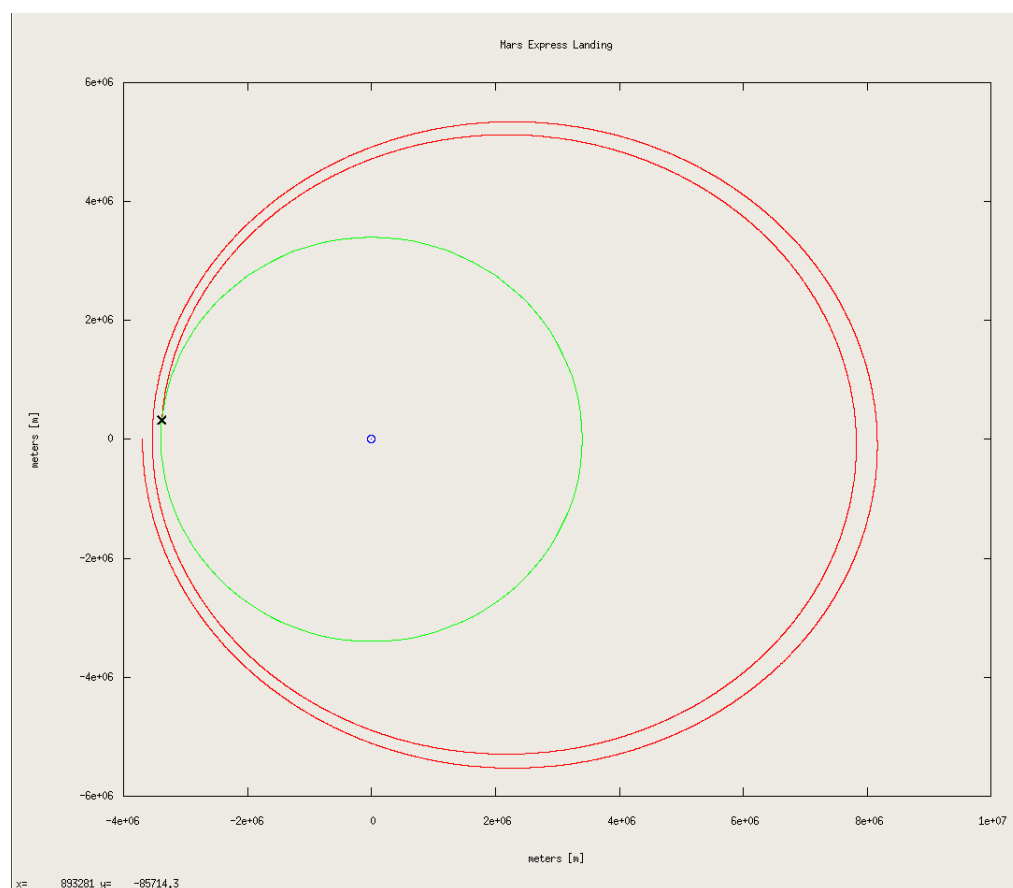
"Forces" er en seksjon der kreftene beskrevet over er definert som funksjoner. "F" gir kraft som peker fra r_r til r_m som skrevet i programmet. "f" gir hastighet

som peker motsatt av hastigheten til v_r relativt til v_m som beskrevet i koden.

“Integration Loop” er en definert funksjon som går fra $i = 0$ til avstanden mellom r_r og r_m er mindre eller lik mars sin radius. I denne loopen gjennomgås Euler-Cromer for mars lagt til lister for akselerasjon, hastighet og posisjon, og deretter det samme for Beagle2.

Deretter kommer en seksjon der listene blir reformatert på en slik måte at det blir enkelt å plotte dem, for så å bli plotta.

2 Problem 7.3



Ser på plottet. Nord-sør akse går langs y-aksen. Ser at Beagle2 lander litt nord for ekvator.