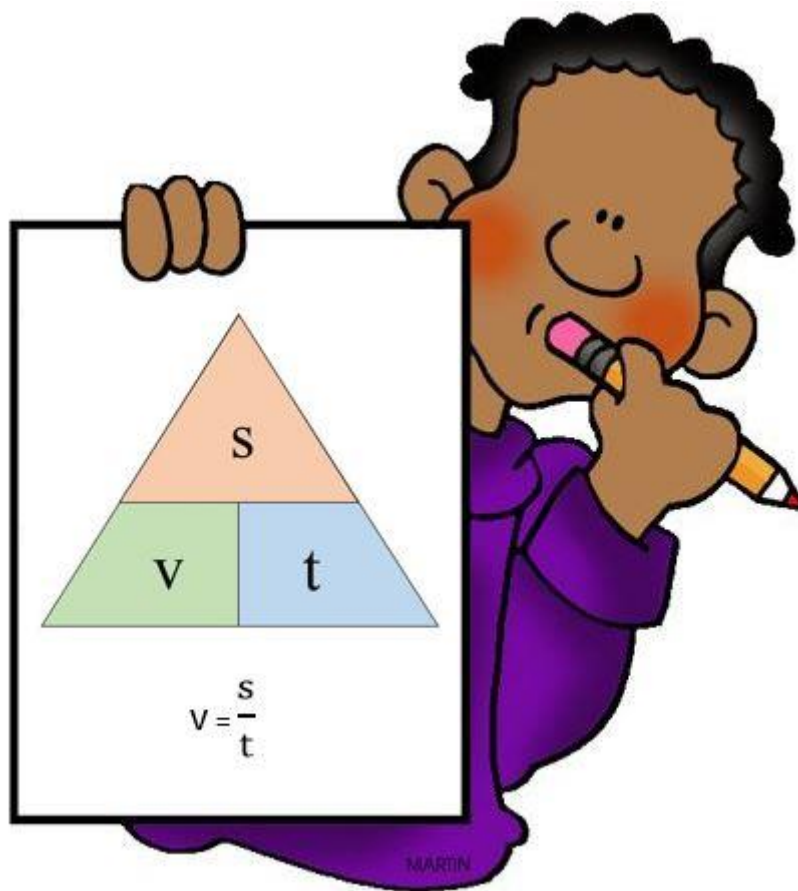


Første innlevering

I

FYS-MEK1110

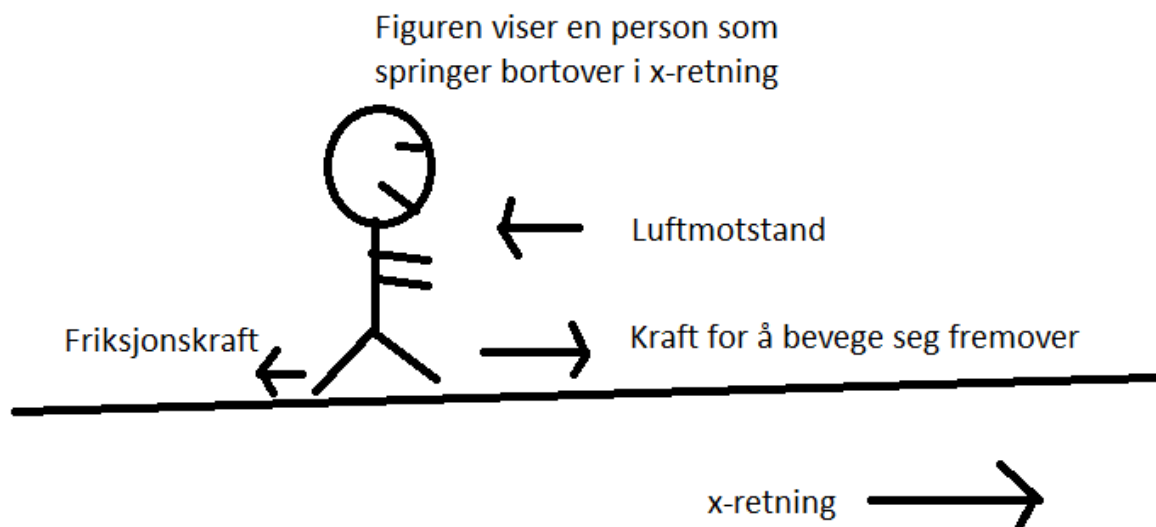
Av Furkan Kaya



Figur 1: viser de viktige vei, fart og tid forhold i form av trekant

a)

I denne første oppgaven skal vi lage et såkalt free-body diagram av bevegelsen til en sprinter, men da hensyn til kun de horisontale krefter. Dette har jeg forsøkt å få frem i figur 2 nedenfor. Figuren er tegnet i Paint og derav litt spartansk grunnet manglende ferdigheter med det programmet.



Figur 2: er en tegning som viser et free-body diagram av en sprinter som springer. Kun de horisontale kreftene er tatt med slikt oppgaven forutsetter

Vil legge til at luftmotstanden kanskje er litt høy i figur 2 sammenlignet med kraften for å bevege seg fremover, men mener da at det viktigste er at man ser at kraften for å bevege seg fremover er større enn luftmotstanden (som selvsagt er varierende).

b)

I denne oppgaven skal vi finne posisjonen x som funksjon av tiden t . Her benytter jeg meg av ligningen for Newtons andre lov først:

$$F = ma$$

Det gir oss da:

$$400 \text{ N} = 80 \text{ kg} * a$$

$$a = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

For å komme frem til posisjonen x som funksjon av tiden t , så må vi integrere dette. Da får vi da:

$$x(t) = x_0 + v_0 * t + \frac{5}{2} * t^2$$

c)

Så skal vi finne ut hvor lang tid det tar for sprinteren å nå 100 m. Setter 100 i ligningen vi fant for $x(t)$ ovenfor og regner med $x_0 = 0$. Som da gir oss følgende:

$$100 = 0 + 0 * t + \frac{5}{2} * t^2$$

Dette gir oss da bare en andregradsligning med følgende svar: 6,3 sekunder avrundet.

d)

Vi skal i denne oppgaven finne et uttrykk for akselerasjonen til sprinteren. Her har vi da blitt oppgitt et uttrykk for luftmotstanden og vi får oppgitt at sprinteren bare er påvirket av F og D . F har vi allerede sett på i tidligere oppgaver, mens D er gitt nedenfor:

$$D = \frac{1}{2} \rho C_D A (v - w)^2$$

Hvor da ρ = lufttetthet, A = kryss-seksjonalt område til sprinter, C_D = drag koeffisient, v = sprinter velositet, w = luftvelositet.

Ettersom sprinteren bare er påvirket av F og D , så har vi $F - D$ (referer her til figur 2). Da har vi:

$$F - D \Rightarrow ma - \frac{1}{2} \rho C_D A (v - w)^2 \Rightarrow a = \frac{\frac{1}{2} \rho C_D A (v - w)^2}{m}$$

Som er et uttrykk for akselerasjonen a .

e)

I oppgave d) finner vi et uttrykk for akselerasjonen til løperen. Grunnet at jeg ikke helt fikk til kodingen i Python, så gjør jeg dette i MATLAB i denne reviderte utgaven. Selve oppgaven tilsier at vi skal bruke Euler's ligning til å finne velositet, $v(t)$, og posisjonen, $x(t)$, som funksjon av tid for løperen. Vi skal da plotte posisjon, velositet og akselerasjon som funksjon av tid.

Koden brukt er:

```
p = 1.293; %lufttetthet
C = 1.2; %Drag koeffisient
A = 0.45; %Kryss-seksjonalt område til sprinter
w = 0; %luftvelositet
m = 80; %massen til sprinter i kg

t = linspace(0,10);
N = 1.8;
dt = (t(2) - t(1))./N;
%dt = t./N;

x = zeros(length(t));
v = zeros(length(t));
a = zeros(length(t));

x(1) = 0;
v(1) = 0;
a(1) = 0;

for i = 1:(length(t)-1)
    a(i+1) = ((0.5*p*C*A)*((v(i)-w).^2))./m;
    v(i+1) = v(i) + dt*(a(i+1));
    x(i+1) = x(i) + dt*(v(i+1));
end

subplot(3,1,1);
plot(t,x);
xlabel('x');
ylabel('y');
title('x vs t');

subplot(3,1,2);
plot(t,v);
xlabel('x');
ylabel('v');
title('v vs t');

subplot(3,1,3);
plot(t,a);
xlabel('t');
ylabel('a');
title('a vs t');
```

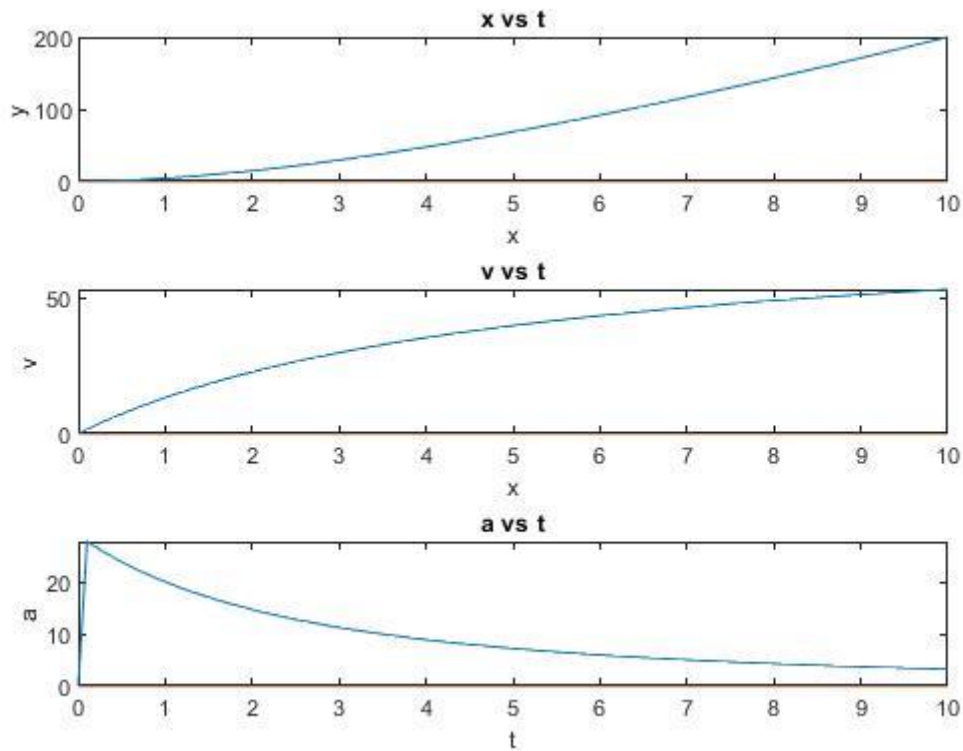


Figure 1: shows the x vs t , v vs t and a vs t plots done in MATLAB

f)

Her lager jeg en linje på $x = 100$ som foretar en intersection med linjen til $x(t)$. Så bruker jeg bare det grafiske verktøyet til å finne en tid angitt som 6.634 sekunder. Plottet følger nedenfor for sikkerhets skyld.

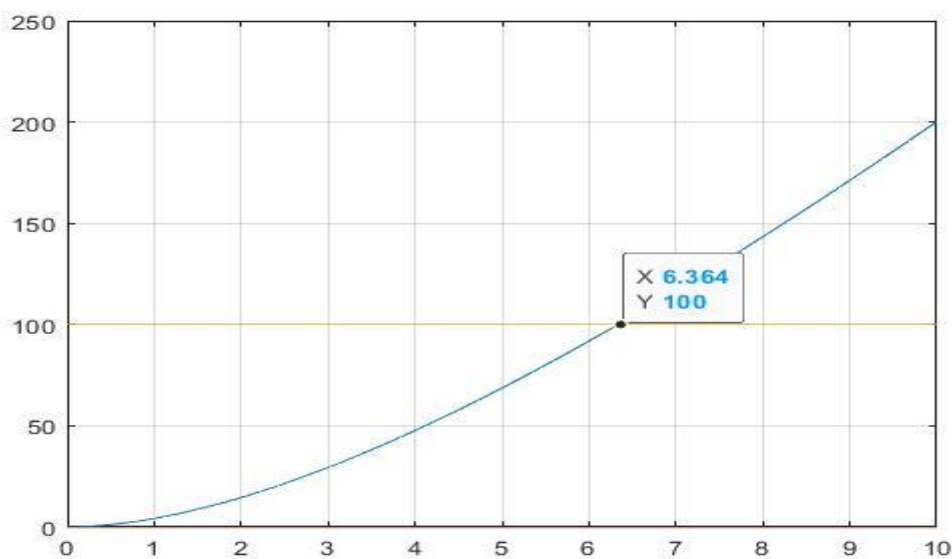


Figure 2: viser kryssningspunktet mellom $x(t)$ og $x = 100$ m.

g)

Da har vi at akselerasjonen er null. Og det gir oss:

$$F = 0.5 * \rho * C_D * A * v^2$$

Som igjen blir til:

$$v = \left(\sqrt{\frac{2F}{\rho * C_D * A}} \right)$$

Og den numeriske verdien av dette blir da 33.84 m/s.

h)

Jeg antar da at man bare tar hensyn til to drivkrefter oppgitt i oppgaveteksten, nemlig F og F_v som da blir:

$$F_D = F - f_v v \Rightarrow 400 - 25,8 * v = 0$$

$$v \approx 15,5 \frac{m}{s}$$

i)

Så skal vi modifisere den numeriske metoden ovenfor til å inkludere disse nye krefter fra oppgaven ovenfor. Når det er gjort, skal vi finne og plote $x(t)$, $v(t)$ og $a(t)$ for bevegelsen tilsier oppgaveteksten. Koden følger nedenfor og plottene enda lenger ned.

```
clc

p = 1.293; %lufttetthet
C = 1.2; %Drag koeffisient
A = 0.45; %Kryss-seksjonalt område til sprinter
w = 0; %luftvelositet
m = 80; %massen til sprinter i kg
F = 400;
fc = 488;
fv = 25.8;
tc = 0.67;

t = linspace(0,10);
N = 1.8;
dt = (t(2) - t(1))./N;
```

```

x = zeros(length(t));
v = zeros(length(t));
a = zeros(length(t));

x(1) = 0;
v(1) = 0;
a(1) = 0;

for i = 1:(length(t)-1)
    D = 0.5*A*(1-0.25*exp((-dt./tc).^2)*p*C*((v(i)-w).^2));
    a(i+1) = (F + fc*exp((-dt./tc).^2)-fv*v(i)-D)./m;
    v(i+1) = v(i) + dt*(a(i+1));
    x(i+1) = x(i) + dt*(v(i+1));
end

subplot(3,1,1);
plot(t,x);
xlabel('x');
ylabel('y');
title('x vs t');

subplot(3,1,2);
plot(t,v);
xlabel('x');
ylabel('v');
title('v vs t');

subplot(3,1,3);
plot(t,a);
xlabel('t');
ylabel('a');
title('a vs t');

```

Etter koden følger altså plottene.

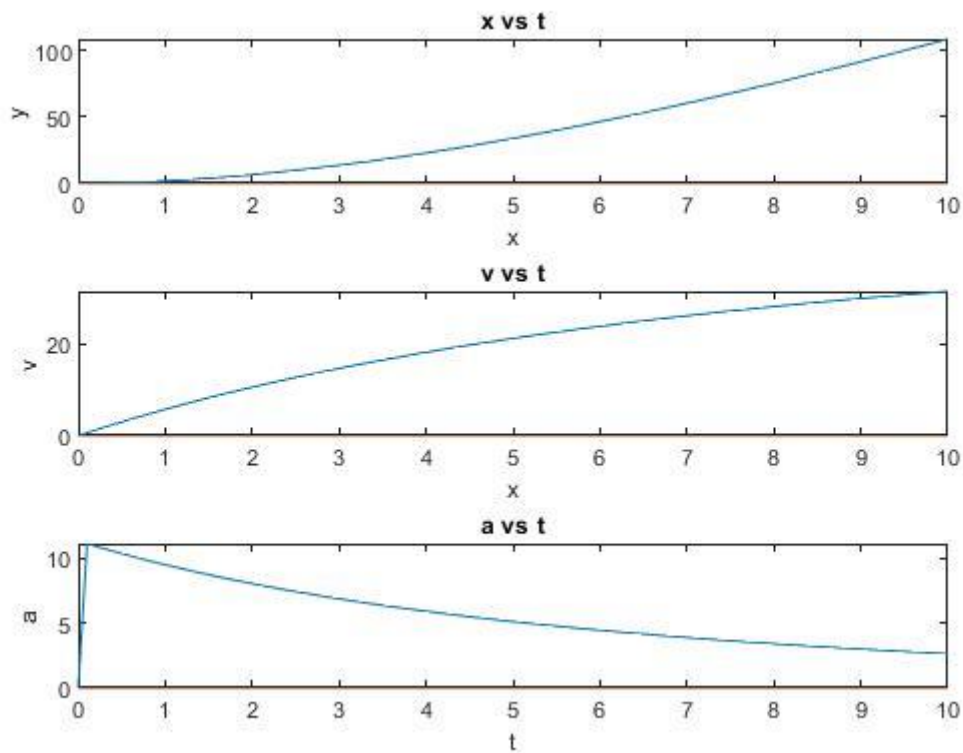


Figure 3: viser plottene for $x(t)$, $v(t)$ og $a(t)$ med de nye parametere implementert

j)

Spørsmålet er hvor fort sprinteren løper 100 meter. Jeg følger da samme prosedyre som i den tidligere tilsvarende oppgaven.

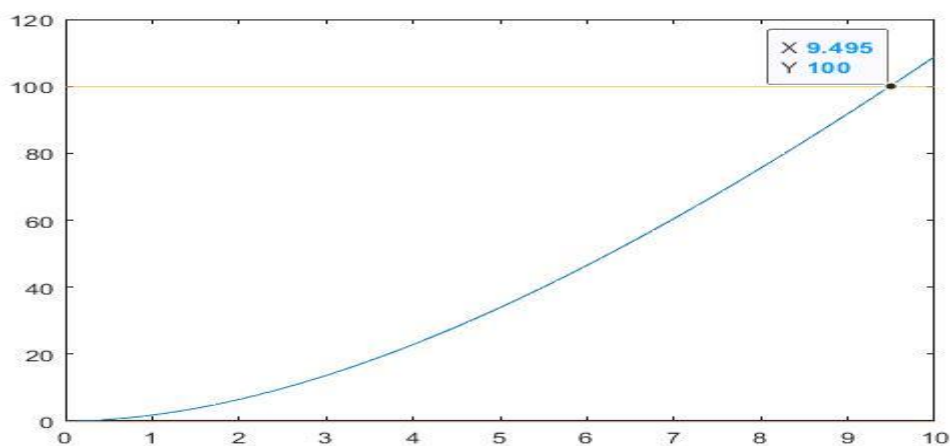


Figure 4: viser hva svaret på oppgave j) er

Verdien vi får er sprinteren løper 100 meter på 9.495 sekunder. Usain Bolt har som kjent verdensrekorden på 9.58 sekunder. Dette gjør at det er ganske realistisk det vi får til følger jeg.

k)

Her skal vi sammenligne F , F_c , F_v og D . Plottet følger nedenfor, men jeg er litt usikker på kvaliteten på det.

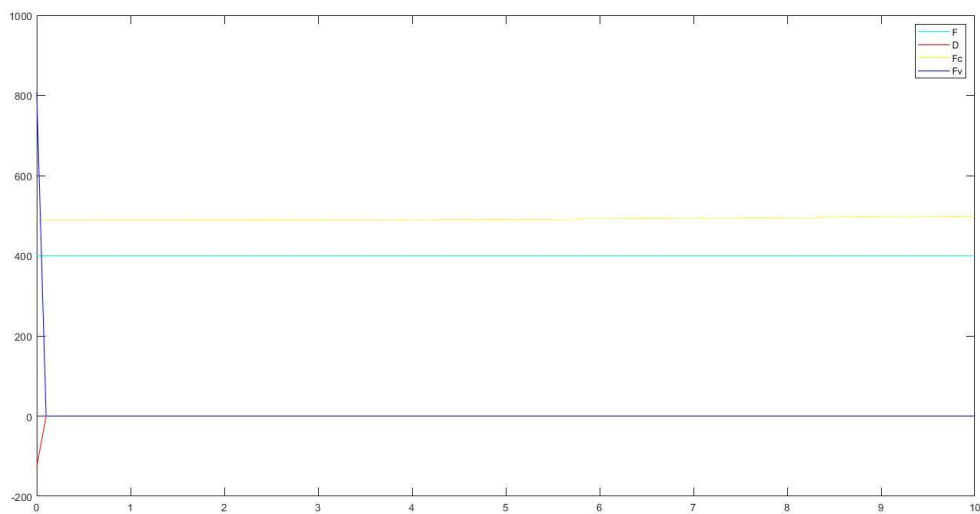


Figure 5: viser plott over F (lyseblå), D (rød), F_c (gult) og F_v (blått)

i)

Vi skal her sette en luftvelocitet som da er luftmotstand kjent fra løperverdenen. Jeg må innrømme at jeg ikke fikk noen effekt ved å sette $w = \pm 1$, så jeg satte heller denne grensen

til 3. Håper det er i orden. Resultatene kommer da nedenfor i form av plotts.

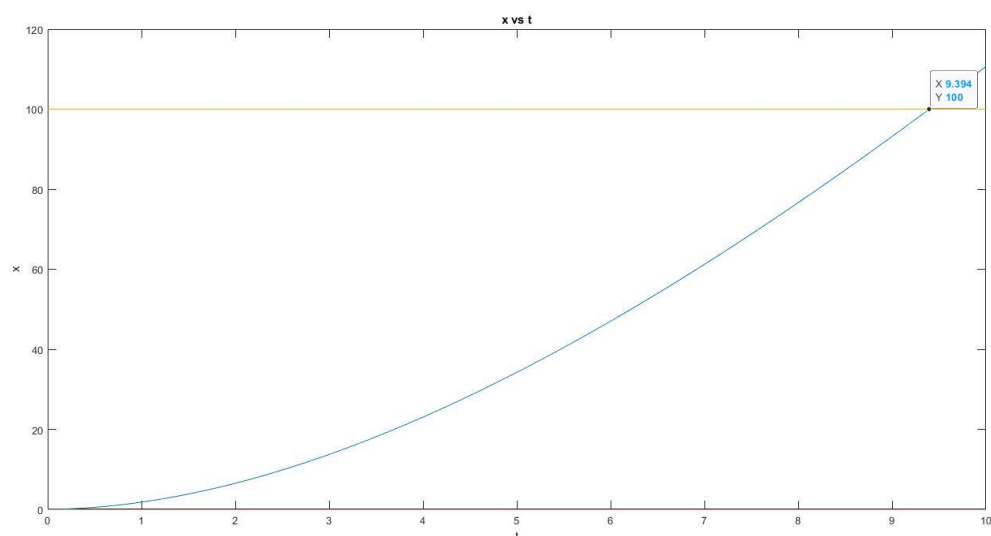


Figure 6: viser tiden det tok å løpe 100 meter ved $w = -3$ m/s.

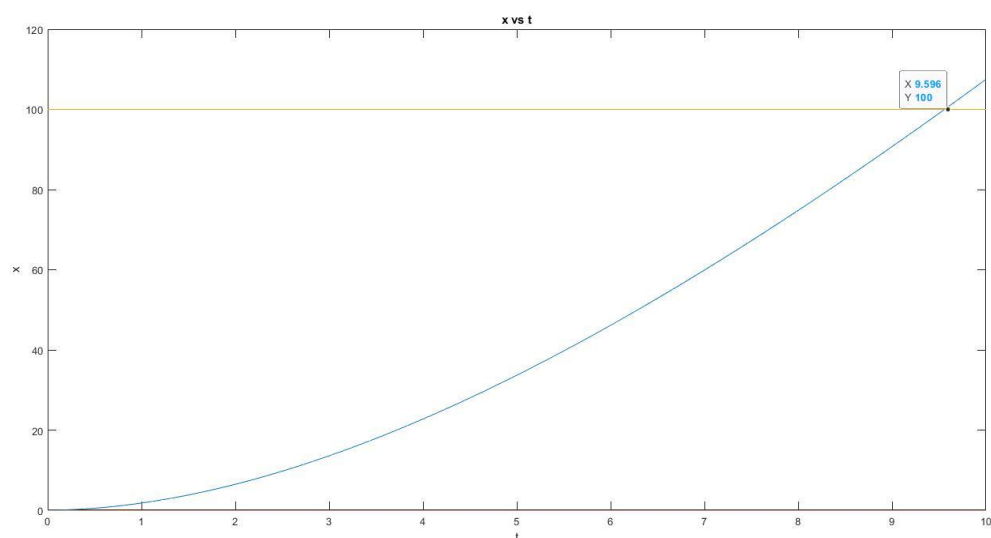


Figure 7: viser tiden det tok å løpe 100 meter ved $w = 3$ m/s.

Vi ser da at ved $w = -3$ m/s (altså medvind) så tok det 9,394 sekunder å løpe 100 meter. Ved $w = +3$ m/s tok det 9,596 sekunder å løpe 100 meter. Dette stemmer da overens med det vi forventer, at det tar lenger tid med kraftig luftmotstand. Her bør det også sies at $w = 1$ ga ingen forskjell av en eller annen grunn.