FYS1120 Oblig2

Krister Borge

10. november 2015

Oppgave 2

Oppgave 2: Partikkel i magnetisk felt

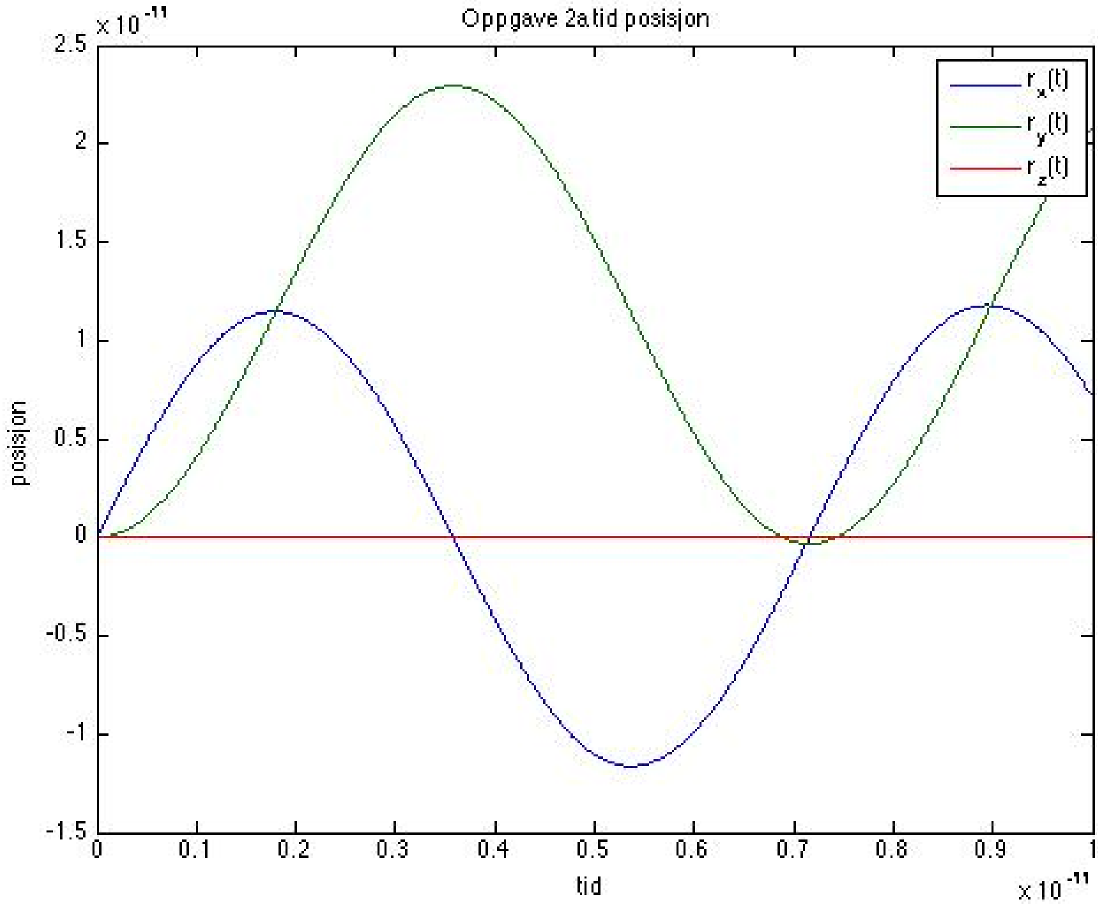
I denne oppgaven bruker jeg de den samme partikkelen som i oppgave 1. Euler-Cromers metode for å finne posisjon og fart. Vi bytter ut den det elektriske feltet med et magnetfelt **B**

$$\mathbf{F}_B = q(\mathbf{v} \times \mathbf{B}) \tag{1}$$

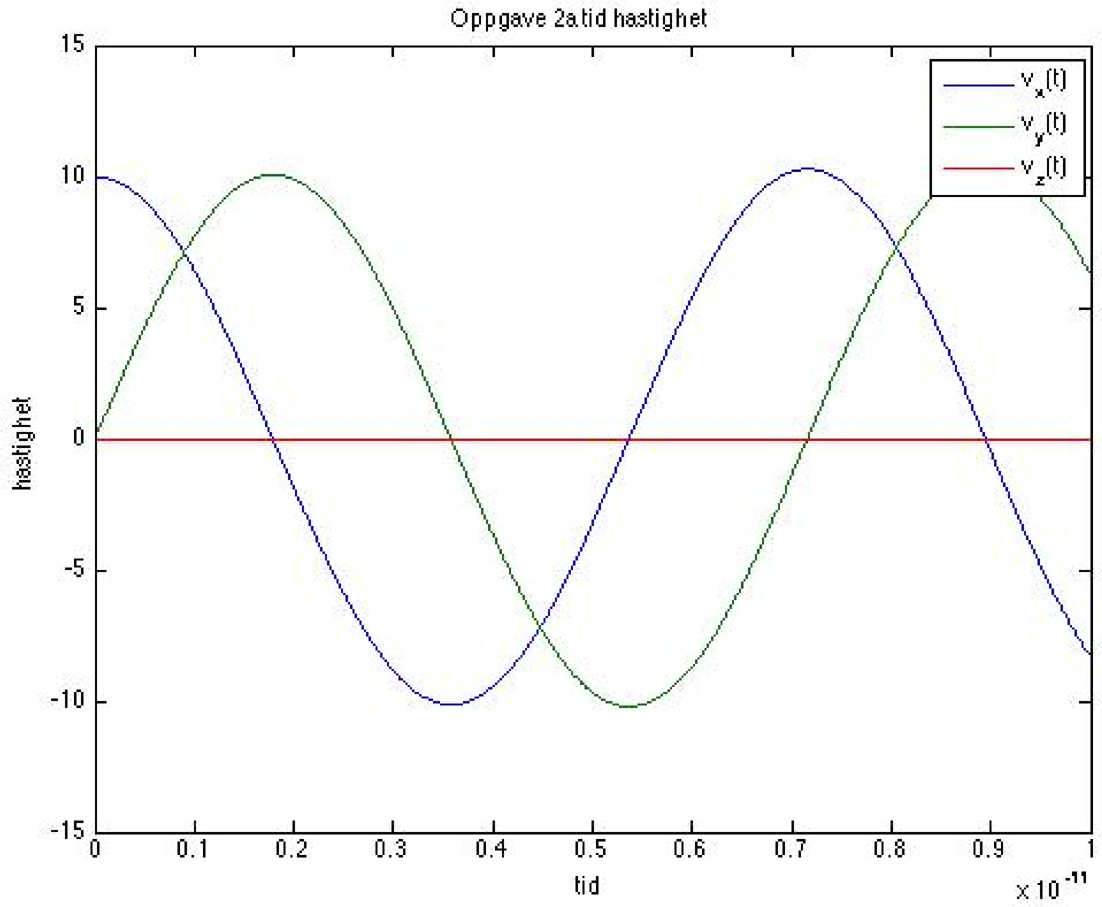
Oppgave 2 a)

Vi bruker samme partikkel. Vi setter $\mathbf{r}(t = 0) = (0, 0, 0)$ og $\mathbf{v}(t = 0) = (10kms^{-1}, 0, 0)$. $\mathbf{B} = (0, 0, 2T)$ Når vi ser på bevegelsen fra t=0 får jeg disse plottene:

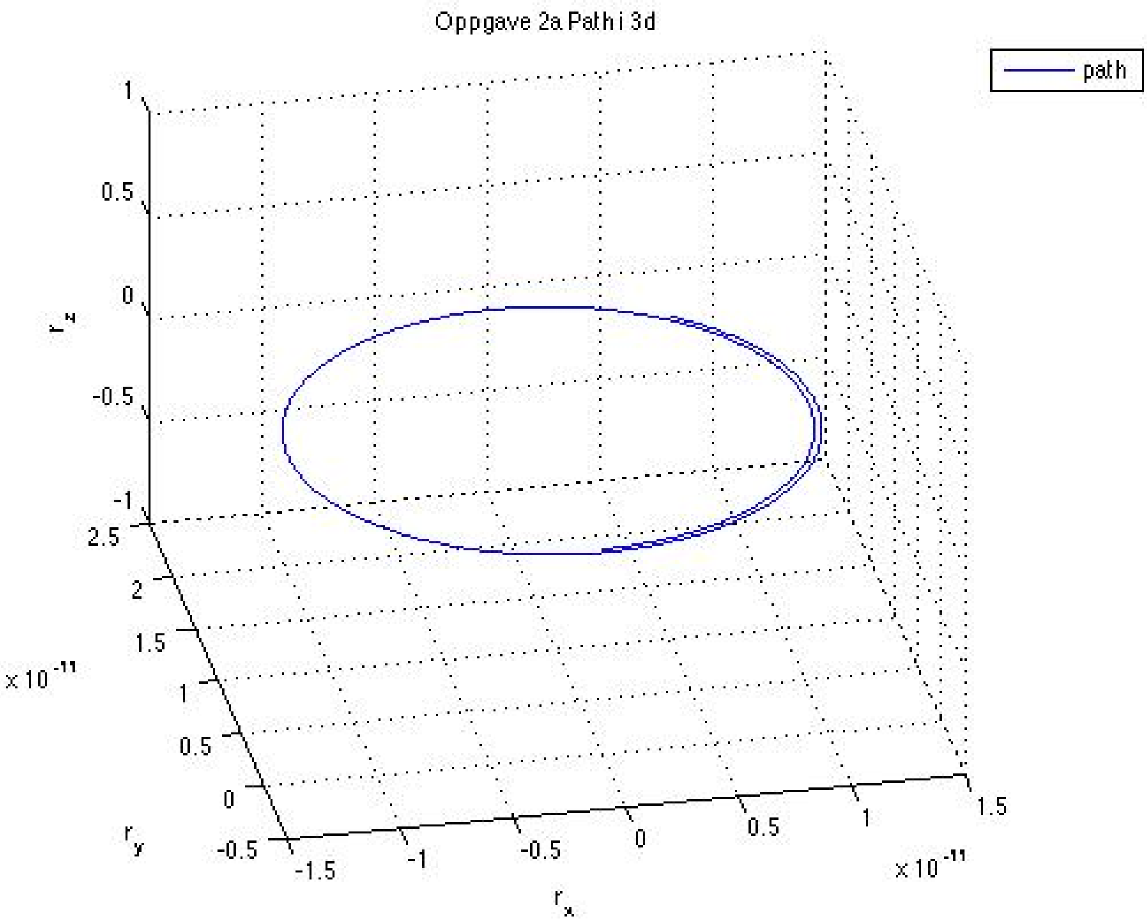
Figur 1: Posisjon



Figur 2: Fart


Oppgave 2a tid hastighet
hastighet
tid
x 10^-11
v_x(t)
v_y(t)
v_z(t)
15
10
5
0
-5
-10
-15
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1

Figur 3: 3d



Oppgave 2 b)

Måler omløpstiden T ved å bevege meg langs r. Da blir omløpstiden $1.79 \cdot 10^{-11}$

Oppgave 2 c)

Vis analytisk at syklotronfrekvensen til dette systemet er

$$\omega_c = \frac{q\mathsf{B}}{m}$$

der B=|**B**| bruker dette til å vise at

$$T = \frac{2\pi m}{q\mathsf{B}}$$

Jeg vet at F= ma og at v= $\frac{d}{t}$ Skriver F= $m\frac{v^2}{r}$ slik at $qvB = \frac{mv^2}{r}$ og løser for r.

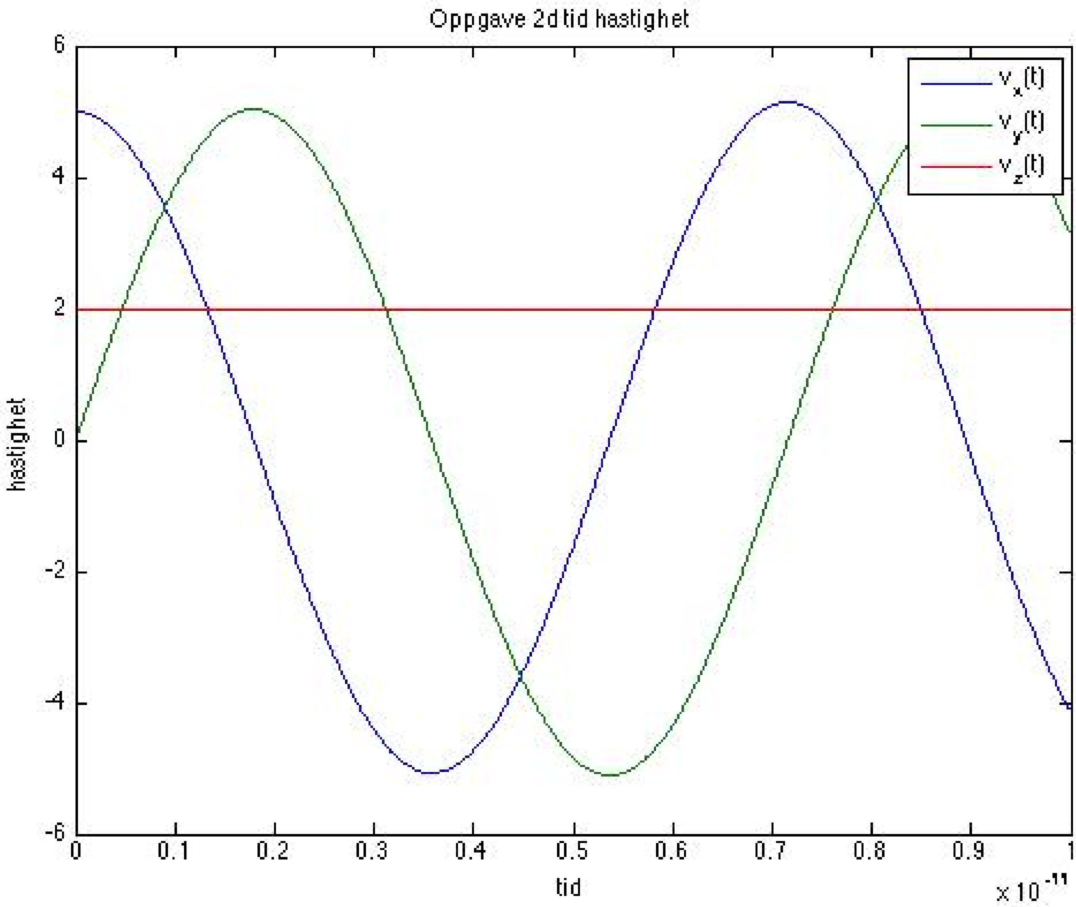
$$qB = \frac{mv}{r}r => \frac{mv}{qB}$$

Jeg ser videre på $v = \frac{d}{t} = \frac{2\pi r}{T}$ som gir $T = \frac{2\pi r}{v}$ Setter inn for $r = \frac{mv}{qB}$ og får:

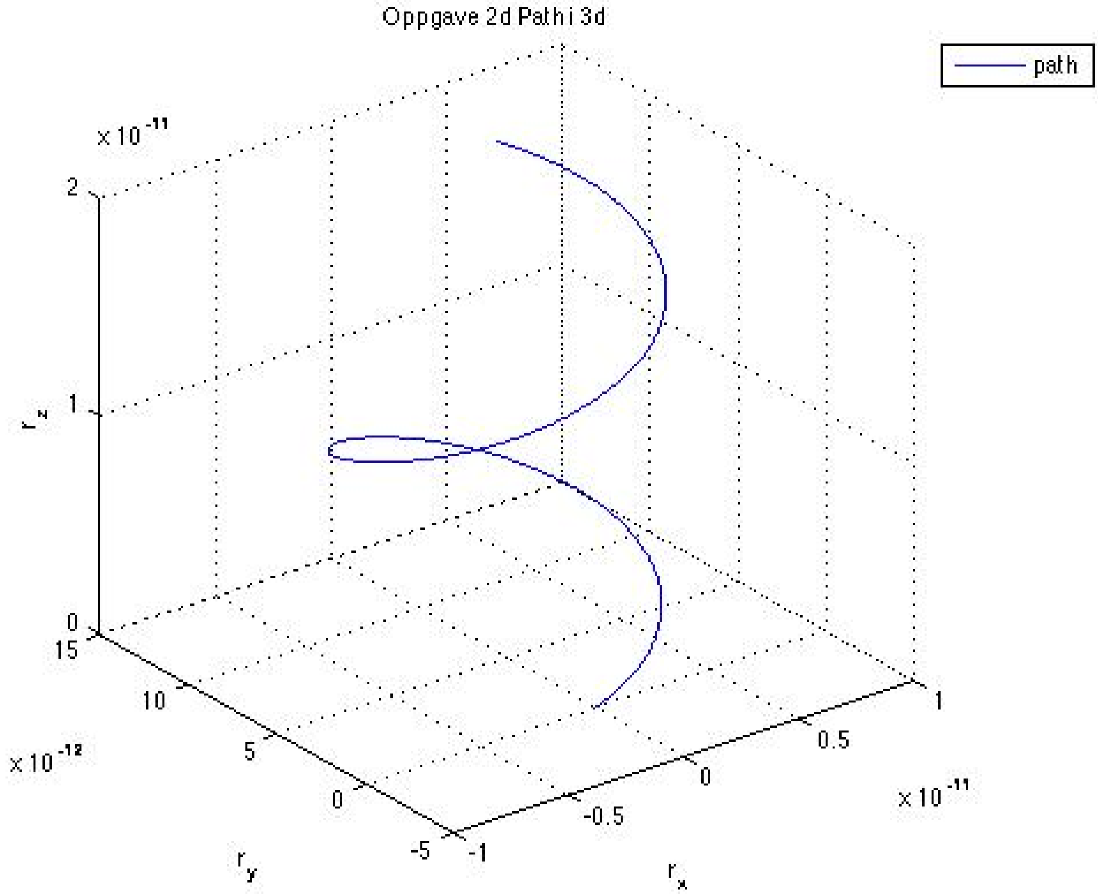
$$T = \frac{2\pi m}{qB}$$

Oppgave 2 d)

Figur 4: Oppgave 2d - Fart



Figur 5: Oppgave 2 d - 3d



Oppgave 3 - Partikkel i syklotron

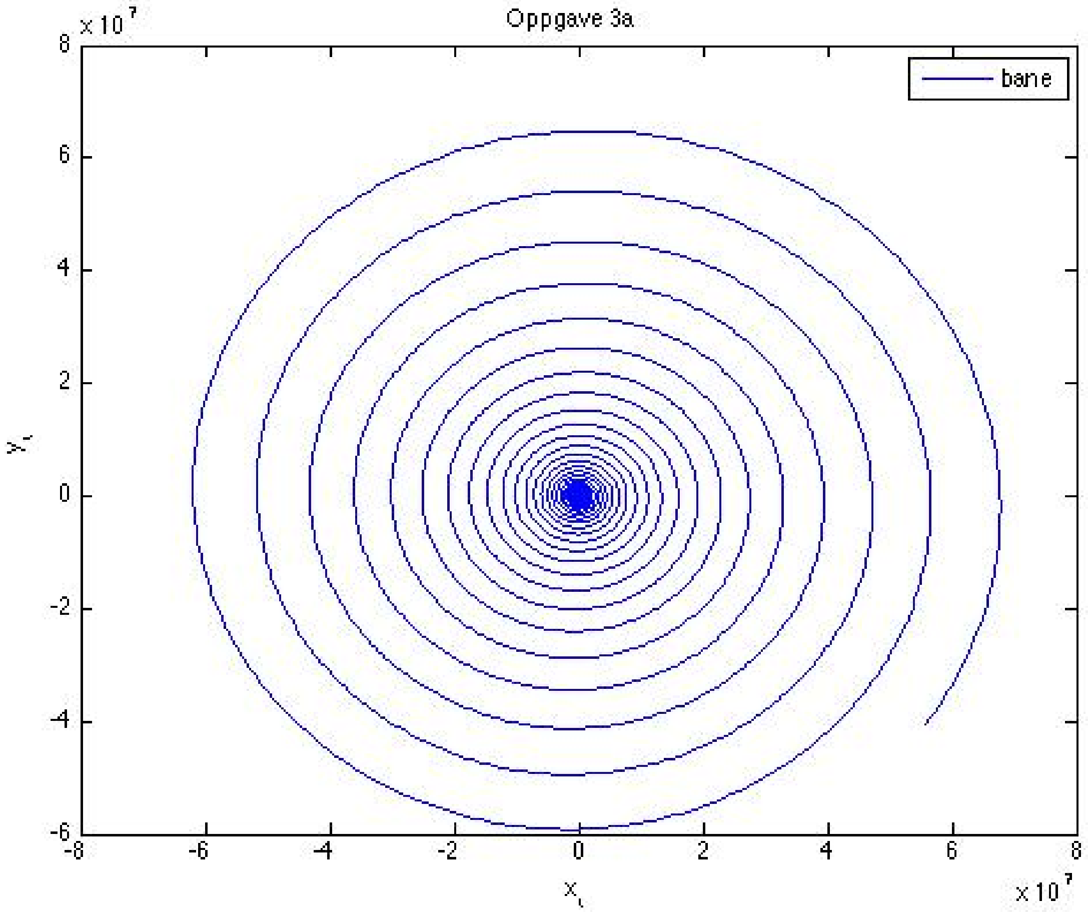
Oppgave 3 a

I denne oppgaven ser vi på en partikkels bane i magnetfelt og elektrisk felt.

$$E = \begin{cases} E_0 cos(\omega t)\hat{\mathbf{e}}_x, & \text{hvis } x \in (d/2, -d/2) \\ (0,0,0) & \text{ellers} \end{cases}$$

Systemet ser på banen partiklen i feltet. Jeg skal se på bevegelsen til et partikkel i en syklotron med parametere satt tilsvarende den i kjellern på fys.

Figur 6: Oppgave 3a -x_t mot y_t

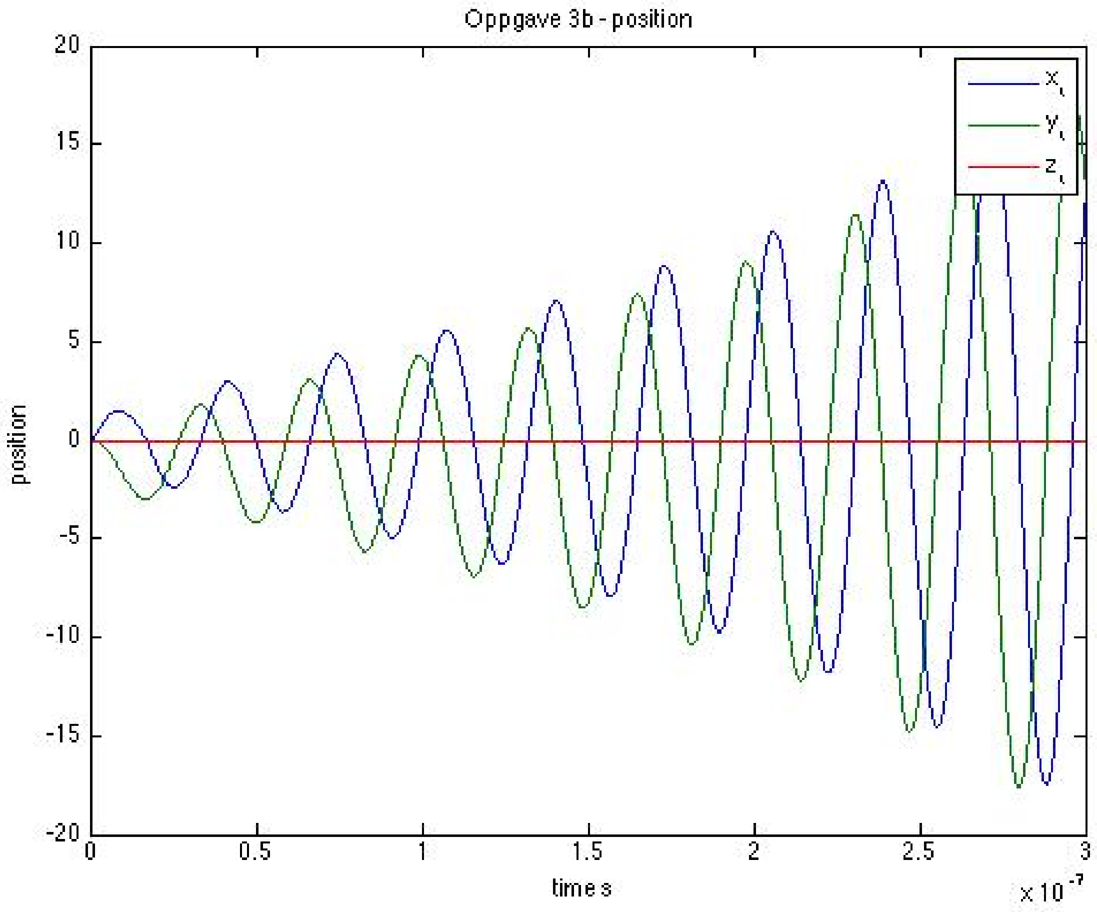


Grunnen til at avstanden øker hver runde er at for hver runde i syklotronen vil kraften fra magnetfeltet synke mens akselerasjonen øker. Dette sees tydeligere når man plotter hver x, y og z for seg.

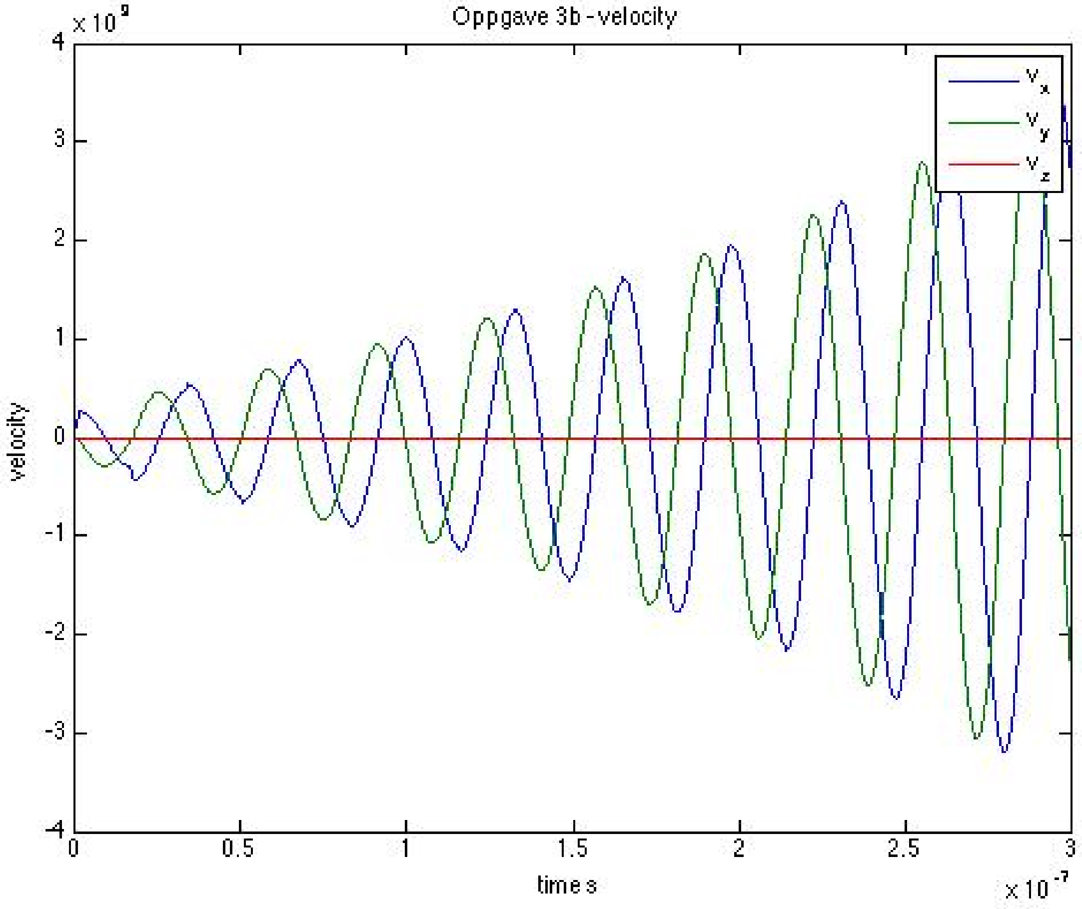
Oppgave 3 b

Jeg skal implementere at jeg slipper ut et proton ved r_d =50mm. Dette gjør jeg ved å sette grensene for når partiklen er i sirkulasjon i D'ene.

Figur 7: Posisjon



Figur 8: fart



Oppgave 3 c)

Farten er da: $3.5604 \cdot 10^9$

Oppgave 3 d)

Jeg kan vise at den kinetiske energigen er

$$E_k = \frac{1}{2}\frac{q^2B^2r^2}{m}$$

Jeg har at $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ jeg vet videre at $v = \frac{qBr}{m}$ og at $r = \frac{mv}{qB}$
Setter inn :

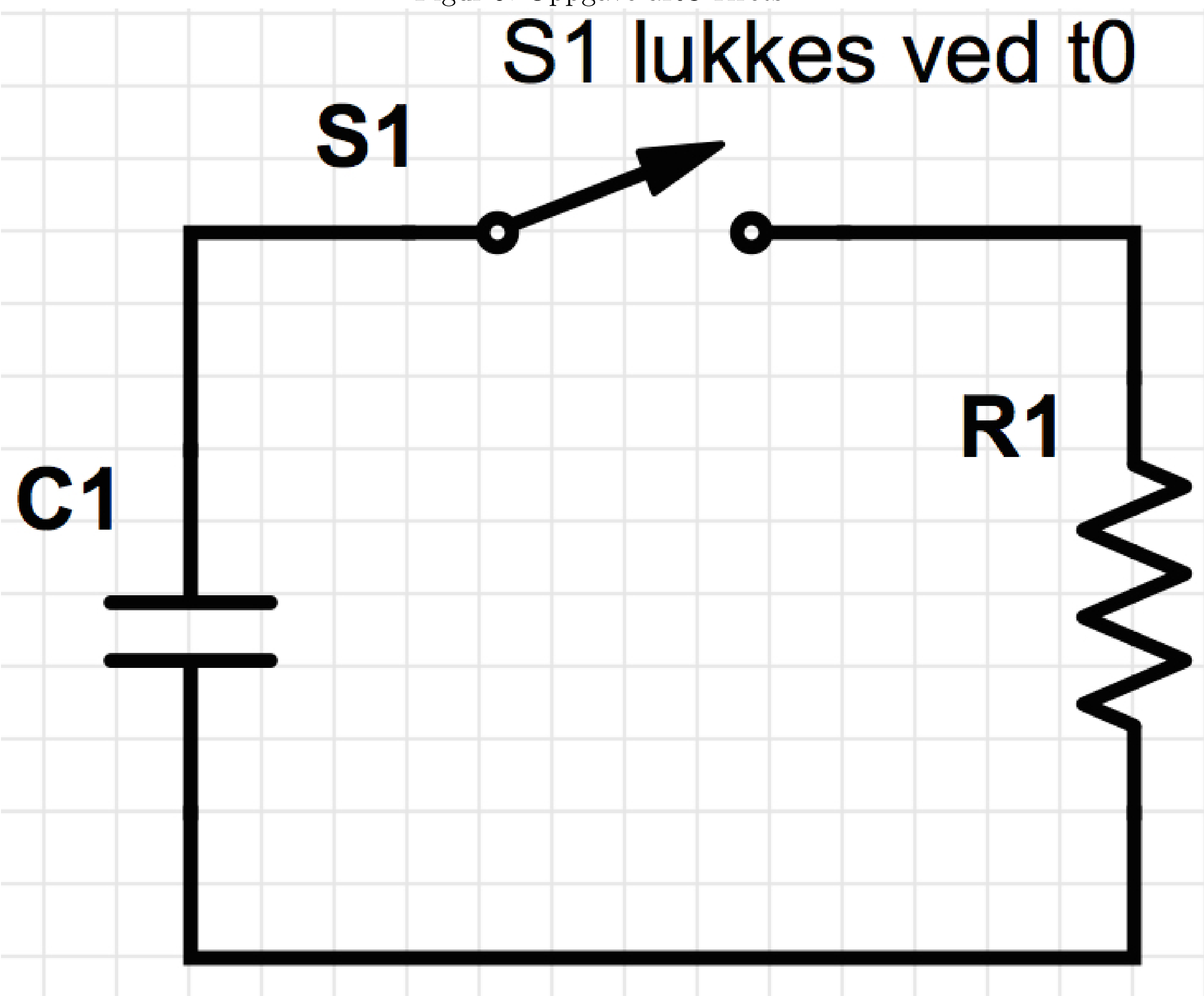
$$E_k = \frac{1}{2}m(\frac{qBr}{m})^2 = \frac{1}{2}\frac{q^2B^2r^2}{m}$$

Jeg regner ut den kinetiske energien i matlab, Den kinetiske energien er $E_k = 7.6647 \cdot 10^{-11}$ Joule som tilsvarer 478.3911 MeV.
Hvis jeg ser på massen til protonet (938.272046MeV/c^2) og regner ut hvileenergien $E = (938.272046 MeV/c^2) * c^2 = 938.272046 MeV$ Sammenlikner jeg hvileenergien til protonet og dens kinetiske energi har jeg at den E_k er 50% av hvileenergien til protonet.

Oppgave 4 - RC-krets

Oppgave 4a)

Figur 9: Oppgave aRC-Krets



Oppgave 4b)

Her er en krets med en bryter S1, en resistor R og en kondensator C. Ladningen på platene i C er $\pm Q$.
jeg kan finne strømmen i denne kretsen ved å bruke $C = \frac{Q}{V}$, Ohms lov $V = IR$ og definisjonen av strøm $I = \frac{dQ}{dt}$

$$0 = \frac{Q(t)}{C} + I(t)R$$

$$I(t)R = -\frac{Q(t)}{C}$$

Deler på R og får strømmen I

$$I(t) = \frac{Q(t)}{RC} = \frac{Q(t)}{\tau}$$

Definisjonen av strøm gir oss da:

$$I(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = \frac{Q(t)}{\tau}$$

Ladningen på C faller derfor eksponensielt med tiden:

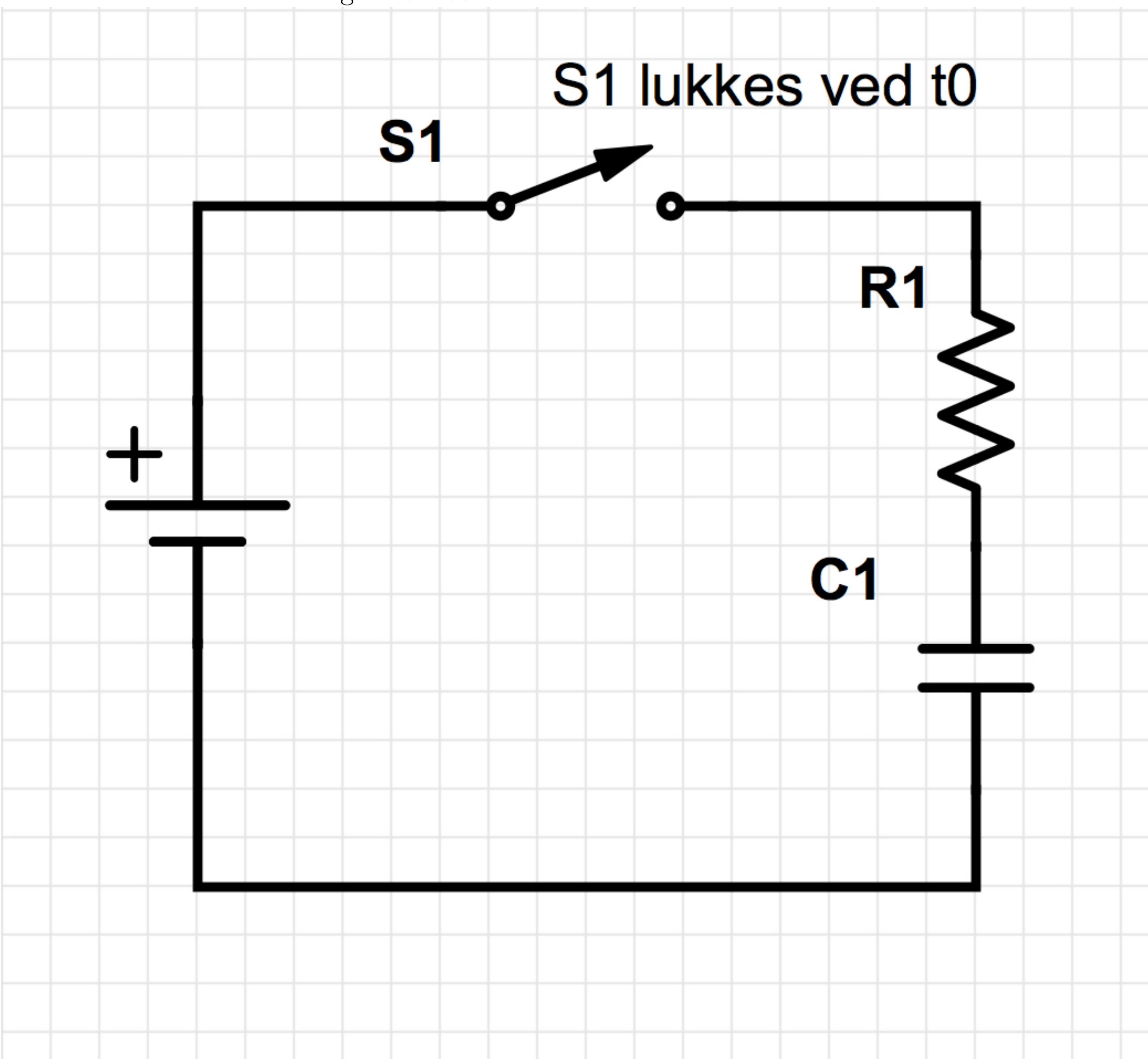
$$Q(t) = Q_{max}e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Oppgave 4c

Strømmen i kretsen er nådd halv parten av I_max ved 0.69τ siden $e^-0.69 \approx 0.5$

Oppgave 4d)

Figur 10: RC-Krets med batteri med emf ϵ



Nå vil Kirchoff ha noe å si:

$$\epsilon - V_C - V_R = 0$$

Skriver om

$$\epsilon - \frac{Q}{C} - Ri = 0$$

$$\epsilon - \frac{Q}{C} - R\frac{dq}{dt} = 0$$

$$\frac{dq}{dt} = \frac{1}{RC}(Q - C\epsilon)$$

$$\frac{dq}{Q - C\epsilon} = -\frac{dt}{RC}$$

Integrerer:

$$\int \frac{dq}{Q - C\epsilon} = -\frac{1}{RC}\int dt$$

Ladningen er gitt ved:

$$Q = C\epsilon(1 - e^{-t/\tau})$$

Strømmen blir da:

$$I = \frac{dQ}{dt} = \frac{\epsilon}{R}e^{-t/\tau} = I_0 e^{-t/\tau}$$

MatLab

0.1 oppgave 3

```
% variabler
m_p = 1.67*10e-27;
e = 1.6*10e-19;
v0 = [0,0,0];
r0 = [0,0,0];
B = [0,0,2]; %B=(0,0,2T)
dt = 1e-10;
t0 = 0;
t1 = 3e-6;
t=t0:dt:t1;
r = r0;
v = v0;
E0 = [90e3/25e-6 0 0 ];
E=E0;
Bs=sqrt(B(:,1)^2 + B(:,2)^2 +B(:,3)^2) ;
omega = (e*Bs)/m_p;
a=0;
for i=2:length(t)

    F_B = e.*(cross(v(i-1,:),B));
    F_E = E.*e;
    F = F_E+F_B;

    v(i,:) = v(i-1,:) + a.*dt;
    r(i,:) = r(i-1,:) + v(i-1,:).*dt;
    if (r(i-1,1) <= 0.1 && r(i-1,1) >= -0.1)
        E = E0.*cos(omega*t(i).*[1 0 0]);

    else
        E = [0,0,0];
    end
    a = F./m_p;

end

figure()
plot(r(:,1), r(:,2))
```

```
legend('bane'); title('Oppgave 3a')
xlabel('x_t'); ylabel('y_t')




m_p = 1.67*10e-27;
e = 1.6*10e-19;
v0 = [0,0,0];
r0 = [0,0,0];
B = [0,0,2]; %B=(0,0,2T)
dt = 100e-12;
t0 = 0;
t1 = 300e-9;
t=t0:dt:t1;
r = r0;
v = v0;
E0 = [90e3/25e-6 0 0 ];
E=E0;
Bs=sqrt(B(:,1)^2 + B(:,2)^2 +B(:,3)^2);
omega = (e*Bs)/m_p;
r_d = 5e-2;
a=0;
for i=2:length(t)

    F_B = e.*(cross(v(i-1,:),B));
    F_E = E.*e;
    F = F_E+F_B;

    v(i,:) = v(i-1,:) + a.*dt;
    r(i,:) = r(i-1,:) + v(i-1,:).*dt;
    if (r(i-1,1) <= r_d && r(i-1,1) >= -r_d)
        E = E0.*cos(omega*t(i).*[1 0 0]);
    else
        E = [0,0,0];
    end
    a = F./m_p;
end

figure()
plot(t,r(:,1), t,r(:,2), t, r(:, 3))
legend('x_t','y_t','z_t')
title('Oppgave 3b - position')
xlabel('time s'); ylabel('position')
figure()
plot(t,v(:,1), t,v(:,2), t, v(:, 3))
legend('v_x','v_y','v_z' )
title('Oppgave 3b - velocity')
xlabel('time s'); ylabel('velocity')

fart=sqrt(v(length(v)-1,1)^2+ v(length(v)-1,2)^2+v(length(v)-1,3)^2)
```