

Prosjekt

KANDIDATNUMMER

May 4, 2018

Oppgave 1

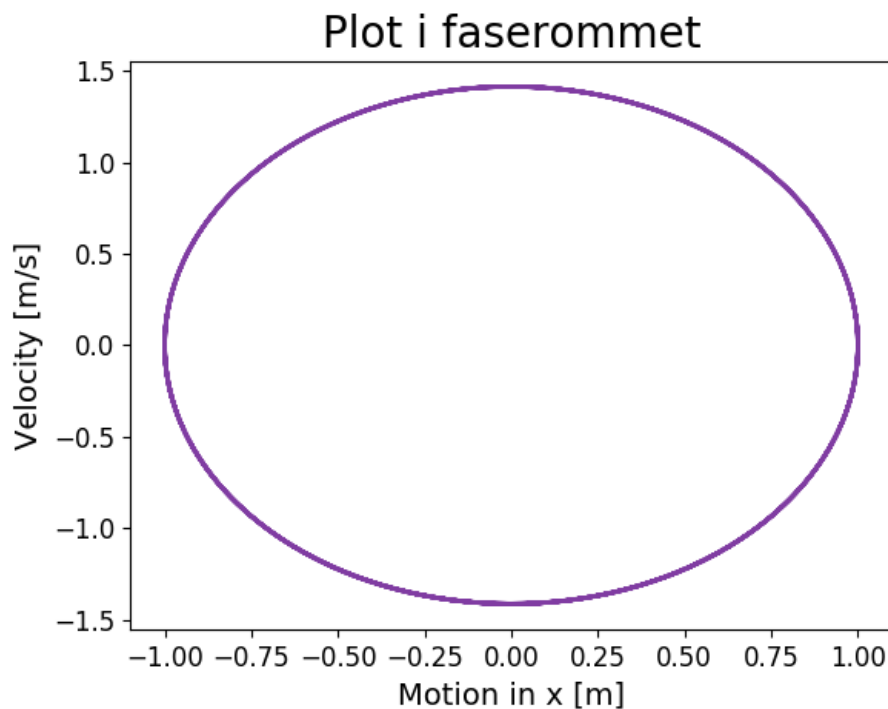
[ta med faseroms plott.]

Kan man bruke forskjellige initialbetingelser for å generere en bane som ikke er eliptisk, bruk totalenergien for å begrunne.

Hvorfor står banen i faserommet vinkelrett på x og y aksen?

Beverger plotet seg med eller mot klokka? Plott litt mindre enn en runde og se. Kan den gå motsatt retning?

Se plot for plot, kode for kode.



Energien for en fjerpendel

Totalenergien viser et eller annet, FINN UT AV HVA TOTALENERGIEN ER. Siden det ikke er noen form for friksjon så vil energien bare veksle mellom potensiell og kinetisk. + mer forklaring

Systemet i faserommet beveger seg med klokka. Det går ikke an å bruke en kombinasjon av initialverdier til å få den til å gå motsatt retning, fordi det avhenger av hvordan vi har satt positiv retning. SIKKERT IKKE HELT RIKTIG ELLER KOMPLETT, SÅ DISKUTER LITT OG SKRIV BEDRE

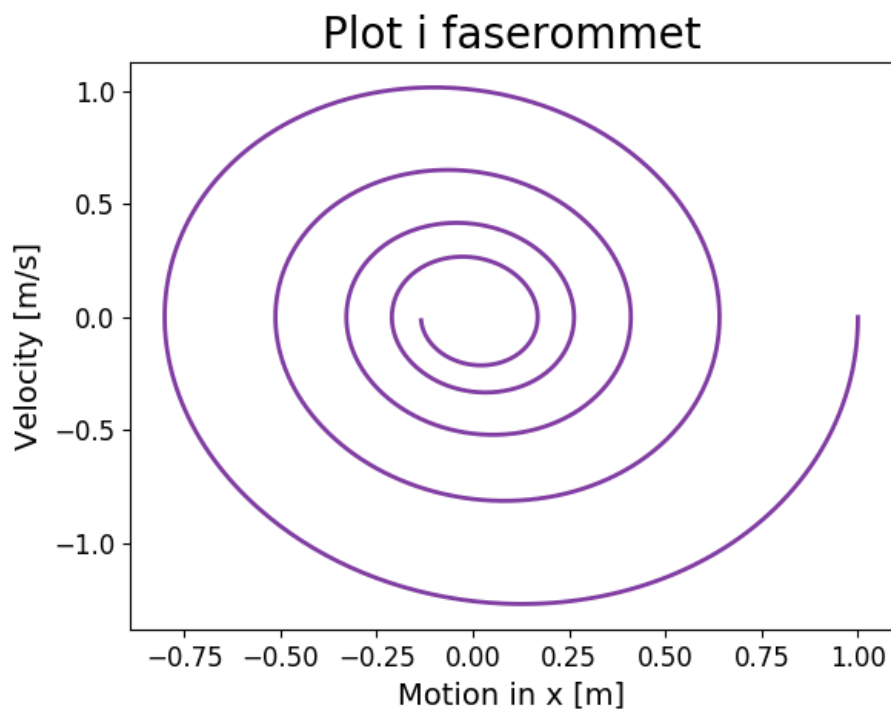
Oppgave 2

Diskuter banen i faserommet.

Står banen fortsatt loddrett på begge aksene. Nei, men står den vinkelrett, det kan du finne ut av.

Hva er en attraktor?

En attraktor er et set med numeriske verdier som et dynamisk system har en tendens til å utvikle seg mot for et bredt utvalg av initialbetingelser. En attraktor kan være et punkt(1 dim), et set med punkter(Jeg syntes 1 dim også), en kurve(2 dim), og flere ting innenfor matematikk. Punktet $x = 0m$ og $\dot{x} = 0m/s$ er en attraktor av dimensjon 1, fordi det er et singulært punkt. Kurven i oppgave 1 er også en attraktor i følge definisjonen tror jeg, siden systemet alltid havner i den kurven uansett initialbetingelser. På den andre siden så kan det argumenteres for at det ikke er en attraktor fordi systemet faktisk ikke kan gjøre noe annet, og dermed ikke kan ha en tendens til å ende langs kurven. Altså siden den ikke begynner utenfor kurven og så går inn og blir der så er det ikke en attraktor. FINN UT AV DET.

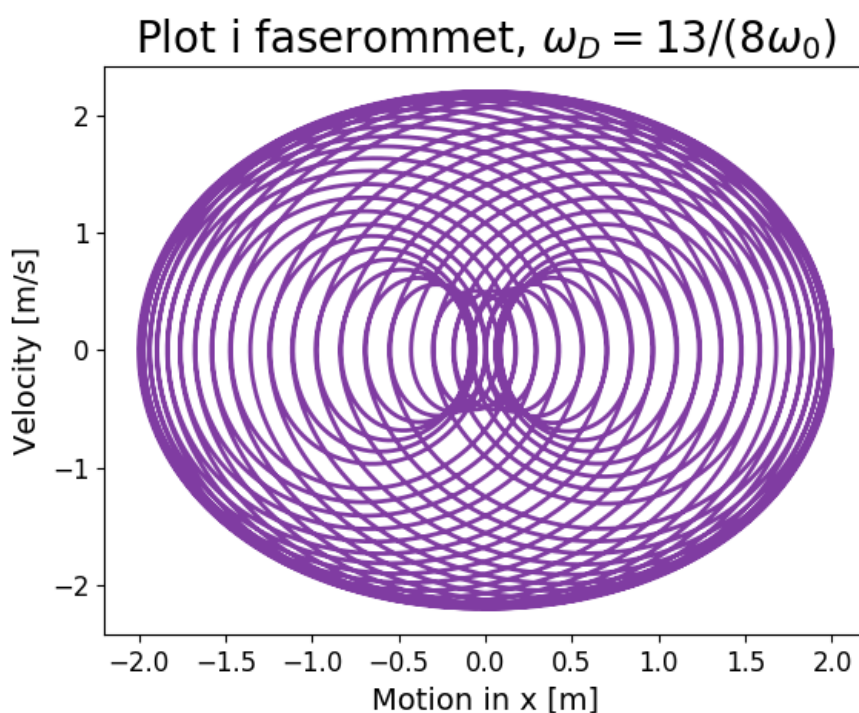


Oppgave 3

Løs difflikningen analytisk, det betyr en del equations.
Hvordan kan vi tolke en slik løsning?

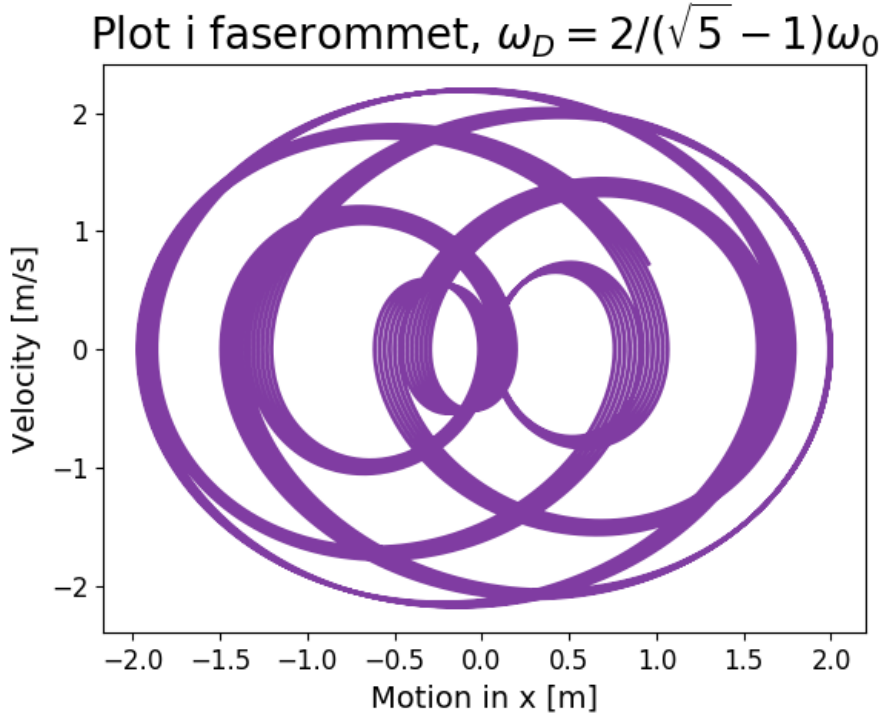
Oppgave 4

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nulla sed massa urna. Fusce placerat, nulla id aliquam varius, nulla risus commodo metus, in fringilla velit massa eu odio. Aliquam vitae eros at orci volutpat pulvinar eu a sapien. Proin ullamcorper tincidunt orci vel vehicula. Vestibulum venenatis eget magna at pharetra. Aenean ut rutrum urna. Aliquam venenatis leo viverra, fermentum massa vel, maximus lectus. Pellentesque pulvinar sodales massa non venenatis. Praesent lobortis consequat erat ut semper. Nulla tincidunt ac enim sed imperdiet. Nulla maximus dui eget eros laoreet, vitae eleifend magna vulputate. Sed ut molestie neque. Sed sagittis sagittis metus. Fusce placerat enim ut augue ornare mattis. mer ting



ting Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nulla sed massa urna. Fusce placerat, nulla id aliquam varius, nulla risus commodo metus, in fringilla velit massa eu odio. Aliquam vitae eros at orci volutpat pulvinar eu a sapien. Proin ullamcorper tincidunt orci vel vehicula. Vestibulum venenatis eget magna at pharetra. Aenean ut rutrum urna. Aliquam venenatis leo viverra, fermentum massa vel, maximus lectus. Pellentesque pulvinar sodales massa non venenatis. Praesent lobortis

consequat erat ut semper. Nulla tincidunt ac enim sed imperdiet. Nulla maximus dui eget eros laoreet, vitae eleifend magna vulputate. Sed ut molestie neque. Sed sagittis sagittis metus. Fusce placerat enim ut augue ornare mattis.

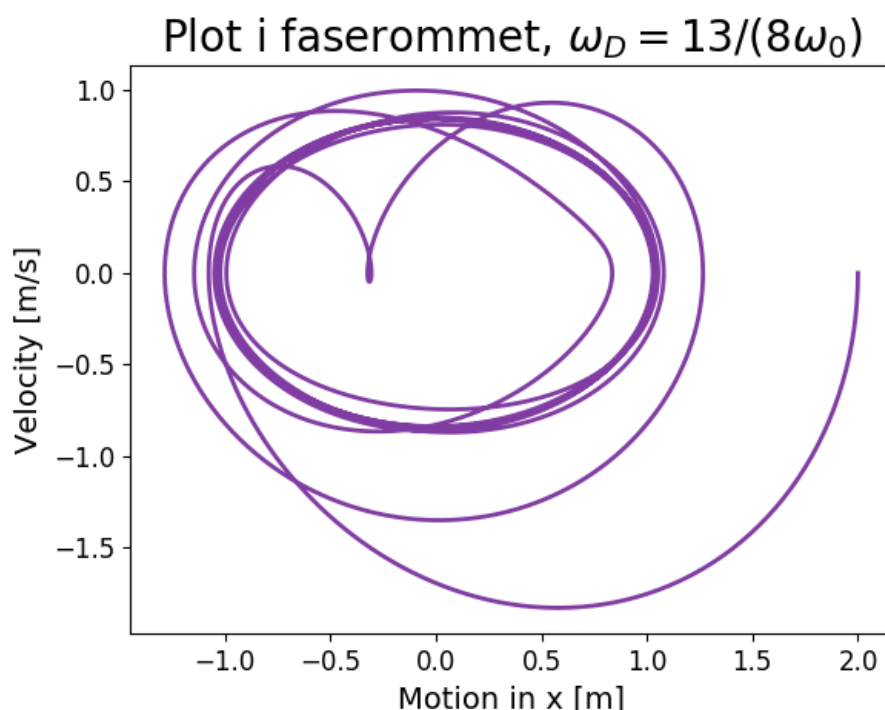


Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nulla sed massa urna. Fusce placerat, nulla id aliquam varius, nulla risus commodo metus, in fringilla velit massa eu odio. Aliquam vitae eros at orci volutpat pulvinar eu a sapien. Proin ullamcorper tincidunt orci vel vehicula. Vestibulum venenatis eget magna at pharetra. Aenean ut rutrum urna. Aliquam venenatis leo viverra, fermentum massa vel, maximus lectus. Pellentesque pulvinar sodales massa non venenatis. Praesent lobortis consequat erat ut semper. Nulla tincidunt ac enim sed imperdiet. Nulla maximus dui eget eros laoreet, vitae eleifend magna vulputate. Sed ut molestie neque. Sed sagittis sagittis metus. Fusce placerat enim ut augue ornare mattis.

Oppgave 5

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nulla sed massa urna. Fusce placerat, nulla id aliquam varius, nulla risus commodo metus, in fringilla velit massa eu odio. Aliquam vitae eros at orci volutpat pulvinar eu a sapien. Proin ullamcorper tincidunt orci vel vehicula. Vestibulum venenatis eget magna at pharetra. Aenean ut rutrum urna. Aliquam venenatis leo viverra, fermentum massa vel, maximus lectus. Pellentesque pulvinar sodales massa non venenatis. Praesent lobortis consequat erat ut semper. Nulla tincidunt ac enim sed imperdiet. Nulla maximus dui eget eros laoreet, vitae eleifend magna vulputate. Sed ut molestie neque. Sed sagittis sagittis metus. Fusce placerat enim ut augue ornare mattis.

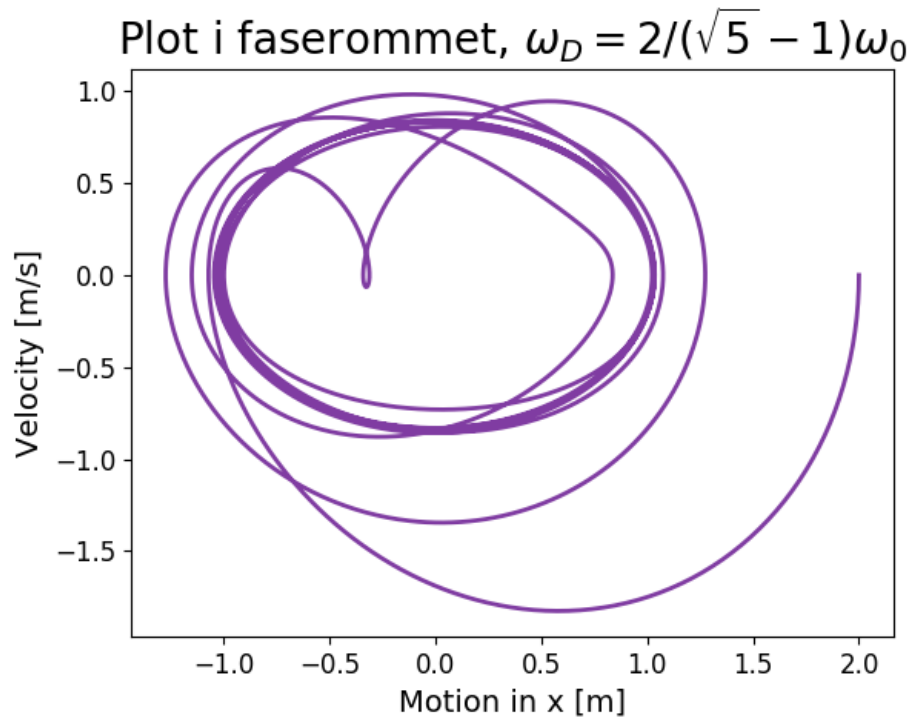
mer ting



Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nulla sed massa urna. Fusce placerat, nulla id aliquam varius, nulla risus commodo metus, in fringilla velit massa eu odio. Aliquam vitae eros at orci volutpat pulvinar eu a sapien. Proin ullamcorper tincidunt orci vel vehicula. Vestibulum venenatis eget magna at pharetra. Aenean ut rutrum

urna. Aliquam venenatis leo viverra, fermentum massa vel, maximus lectus. Pellentesque pulvinar sodales massa non venenatis. Praesent lobortis consequat erat ut semper. Nulla tincidunt ac enim sed imperdiet. Nulla maximus dui eget eros laoreet, vitae eleifend magna vulputate. Sed ut molestie neque. Sed sagittis sagittis metus. Fusce placerat enim ut augue ornare mattis.

ting



Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nulla sed massa urna. Fusce placerat, nulla id aliquam varius, nulla risus commodo metus, in fringilla velit massa eu odio. Aliquam vitae eros at orci volutpat pulvinar eu a sapien. Proin ullamcorper tincidunt orci vel vehicula. Vestibulum venenatis eget magna at pharetra. Aenean ut rutrum urna. Aliquam venenatis leo viverra, fermentum massa vel, maximus lectus. Pellentesque pulvinar sodales massa non venenatis. Praesent lobortis consequat erat ut semper. Nulla tincidunt ac enim sed imperdiet. Nulla maximus dui eget eros laoreet, vitae eleifend magna vulputate. Sed ut molestie neque. Sed sagittis sagittis metus. Fusce placerat enim ut augue ornare mattis.

Oppgave 6

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nulla sed massa urna. Fusce placerat, nulla id aliquam varius, nulla risus commodo metus, in fringilla velit massa eu odio. Aliquam vitae eros at orci volutpat pulvinar eu a sapien. Proin ullamcorper tincidunt orci vel vehicula. Vestibulum venenatis eget magna at pharetra. Aenean ut rutrum urna. Aliquam venenatis leo viverra, fermentum massa vel, maximus lectus. Pellentesque pulvinar sodales massa non venenatis. Praesent lobortis consequat erat ut semper. Nulla tincidunt ac enim sed imperdiet. Nulla maximus dui eget eros laoreet, vitae eleifend magna vulputate. Sed ut molestie neque. Sed sagittis sagittis metus. Fusce placerat enim ut augue ornare mattis.

Oppgave 7

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nulla sed massa urna. Fusce placerat, nulla id aliquam varius, nulla risus commodo metus, in fringilla velit massa eu odio. Aliquam vitae eros at orci volutpat pulvinar eu a sapien. Proin ullamcorper tincidunt orci vel vehicula. Vestibulum venenatis eget magna at pharetra. Aenean ut rutrum urna. Aliquam venenatis leo viverra, fermentum massa vel, maximus lectus. Pellentesque pulvinar sodales massa non venenatis. Praesent lobortis consequat erat ut semper. Nulla tincidunt ac enim sed imperdiet. Nulla maximus dui eget eros laoreet, vitae eleifend magna vulputate. Sed ut molestie neque. Sed sagittis sagittis metus. Fusce placerat enim ut augue ornare mattis.

Oppgave 8

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nulla sed massa urna. Fusce placerat, nulla id aliquam varius, nulla risus commodo metus, in fringilla velit massa eu odio. Aliquam vitae eros at orci volutpat pulvinar eu a sapien. Proin ullamcorper tincidunt orci vel vehicula. Vestibulum venenatis eget magna at pharetra. Aenean ut rutrum urna. Aliquam venenatis leo viverra, fermentum massa vel, maximus lectus. Pellentesque pulvinar sodales massa non venenatis. Praesent lobortis consequat erat ut

semper. Nulla tincidunt ac enim sed imperdiet. Nulla maximus dui eget eros laoreet, vitae eleifend magna vulputate. Sed ut molestie neque. Sed sagittis sagittis metus. Fusce placerat enim ut augue ornare mattis.

Oppgave 9

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nulla sed massa urna. Fusce placerat, nulla id aliquam varius, nulla risus commodo metus, in fringilla velit massa eu odio. Aliquam vitae eros at orci volutpat pulvinar eu a sapien. Proin ullamcorper tincidunt orci vel vehicula. Vestibulum venenatis eget magna at pharetra. Aenean ut rutrum urna. Aliquam venenatis leo viverra, fermentum massa vel, maximus lectus. Pellentesque pulvinar sodales massa non venenatis. Praesent lobortis consequat erat ut semper. Nulla tincidunt ac enim sed imperdiet. Nulla maximus dui eget eros laoreet, vitae eleifend magna vulputate. Sed ut molestie neque. Sed sagittis sagittis metus. Fusce placerat enim ut augue ornare mattis.

Appendix

RK4.py

```
1  """
2  The function for the Runge Kutta method
3
4  """
5
6  # The Runge Kutta method
7  def RK4(diffEQ, xStart, vStart, tStart, dt):
8      a1 = diffEQ(xStart, vStart, tStart)
9      v1 = vStart
10
11     xHalf1 = xStart + v1 * dt/2.0
12     vHalf1 = vStart + a1 * dt/2.0
13
14     a2 = diffEQ(xHalf1, vHalf1, tStart+dt/2.0)
15     v2 = vHalf1
16
17     xHalf2 = xStart + v2 * dt/2.0
```

```

18     vHalf2 = vStart + a2 * dt/2.0
19
20     a3 = diffEQ(xHalf2,vHalf2,tStart+dt)
21     v3 = vHalf2
22
23     xEnd = xStart + v3 * dt
24     vEnd = vStart + a3 * dt
25
26     a4 = diffEQ(xEnd,vEnd,tStart+dt)
27     v4 = vEnd
28
29     aMiddle = 1.0/6.0 * (a1+2*a2+2*a3+a4)
30     vMiddle = 1.0/6.0 * (v1+2*v2+2*v3+v4)
31
32     xEnd = xStart + vMiddle*dt
33     vEnd = vStart + aMiddle*dt
34
35     return xEnd, vEnd

```

oppgavel.py

```

1  #imports
2  import numpy as np
3  import matplotlib.pyplot as plt
4  from RK4 import RK4
5  import seaborn
6
7
8  #declare constants
9  dt = 10.**-2          #some timestep [s]
10 m = 0.500             #mass of 500 g [kg]
11 k = 1.                #stiffness constant [N/m]
12 x0 = 1.               #start position [m]
13 v0 = 0.               #start velocity [m/s]
14 T = 20.               #total time [s]
15 N = int(T/dt)
16
17 #setting initialconditions
18 x = np.zeros(N); v = np.zeros(N); t = np.zeros(N)
19 x[0] = x0; v[0] = v0
20
21 """
22 the function we have is
23  $m x''(t) + k x(t) = 0$ 
24  $x'(t) = k x(t)/m$ 
25 """
26 #making functions
27
28 def diffEQ(xNow,vNow,tNow):

```

```

29     aNow = -k*xNow/m
30     return aNow
31
32 #running the loop
33 for i in range(N-1):
34     x1 = x[i]; v1 =v[i]
35     x[i+1],v[i+1] = RK4(diffEQ,x1,v1,t,dt)
36     t[i+1] = t[i] + dt
37
38
39
40 #plotting
41
42 """
43 #plotting the motion in x against time
44 plt.plot(t,x)
45 plt.xlabel("time")
46 plt.ylabel("motion")
47 plt.show()
48 """
49
50 #plotting the phaseplot
51 plt.plot(x,v, '#803CA2', linewidth=2.0)
52 plt.title('Plot i faserommet', fontsize=20)
53 plt.xlabel("Motion in x [m]", fontsize=14)
54 plt.ylabel("Velocity [m/s]", fontsize=14)
55 plt.tick_params(axis = 'both', which = 'major', labelsize =
    12)
56 #plt.savefig('Oppgave1.png')
57 plt.show()

```

oppgave2.py

```

1 #imports
2 import numpy as np
3 import matplotlib.pyplot as plt
4 from RK4 import RK4
5 import seaborn
6
7
8
9 #declare constants
10 dt = 10.**-2           #some timestep [s]
11 m = 0.500             #mass of 500 g [kg]
12 k = 1.                #stiffness constant [N/m]
13 x0 = 1.               #start position [m]
14 v0 = 0.               #start velocity [m/s]
15 T = 20.               #total time [s]
16 N = int(T/dt)         #number of things

```

```

17 b = 0.1                #dampening constant[kg/s]
18
19
20 #setting initialconditions
21 x = np.zeros(N); v = np.zeros(N); t = np.zeros(N)
22 x[0] = x0; v[0] = v0
23
24 """
25 the function we have is
26  $m x''(t) + b x'(t) + k x(t) = 0$ 
27  $x''(t) = -b x'(t)/m - k x(t)/m$ 
28 """
29 #making functions
30
31 def diffEQ(xNow,vNow,tNow):
32     aNow = -b*vNow/m-k*xNow/m
33     return aNow
34
35 #running the loop
36 for i in range(N-1):
37     x1 = x[i]; v1 =v[i]
38     x[i+1],v[i+1] = RK4(diffEQ,x1,v1,t,dt)
39     t[i+1] = t[i] + dt
40
41
42
43 #plotting
44
45 #plotting the motion in x against time
46 plt.plot(t,x, '#803CA2', linewidth=2.0)
47 plt.title('Plot av utsлаг', fontsize=20)
48 plt.xlabel("Time [s]", fontsize=14)
49 plt.ylabel("Motion in x [m]", fontsize=14)
50 plt.tick_params(axis = 'both', which = 'major', labelsize =
    12)
51 plt.show()
52
53 #plotting the phaseplot
54 plt.plot(x,v, '#803CA2', linewidth=2.0)
55 plt.title('Plot i faserommet', fontsize=20)
56 plt.xlabel("Motion in x [m]", fontsize=14)
57 plt.ylabel("Velocity [m/s]", fontsize=14)
58 plt.tick_params(axis = 'both', which = 'major', labelsize =
    12)
59 #plt.savefig('Oppgave2.png')
60 plt.show()

```

oppgave4.py

```

1 #imports
2 import numpy as np
3 import matplotlib.pyplot as plt
4 from RK4 import RK4
5 import seaborn
6
7
8
9 #declare constants
10 dt = 10.**-2          #some timestep [s]
11 m = 0.500             #mass of 500 g [kg]
12 k = 1.                #stiffness constant [N/m]
13 x0 = 2.               #start position [m]
14 v0 = 0.               #start velocity [m/s]
15 T = 200.              #total time [s]
16 N = int(T/dt)          #number of things
17 omega0 = k/m           #Svingefrekvens for H0
18 F_D = 0.7             #[N]
19 omega_D = 13./(8*omega0)
20 #omega_D = 2./((np.sqrt(5)-1)*omega0)
21
22
23 #setting initialconditions
24 x = np.zeros(N); v = np.zeros(N); t = np.zeros(N)
25 x[0] = x0; v[0] = v0
26 F = np.zeros(N)
27 F[0] = F_D
28
29
30
31 """
32 the function we have is
33  $m\ddot{x}(t) + kx(t) = F(t)$ 
34  $\ddot{x}(t) = F(t)/m - kx(t)/m$ 
35 """
36 #making functions
37
38 def diffEQ(xNow,vNow,tNow):
39     aNow = (F[i]-k*xNow)/m
40     return aNow
41
42 #running the loop
43 for i in range(N-1):
44     x1 = x[i]; v1 =v[i]
45     F[i] = F_D *np.cos(omega_D*t[i])
46     x[i+1],v[i+1] = RK4(diffEQ,x1,v1,t,dt)
47     t[i+1] = t[i] + dt
48
49

```

```

50 #plotting
51
52 #plotting the motion in x against time
53 plt.plot(t,x, '#803CA2', linewidth=2.0)
54 plt.title('Plot av utslag', fontsize=20)
55 plt.xlabel("Time [s]", fontsize=14)
56 plt.ylabel("Motion in x [m]", fontsize=14)
57 plt.tick_params(axis = 'both', which = 'major', labelsize =
    12)
58 plt.show()
59
60 #plotting the phaseplot
61 plt.plot(x,v, '#803CA2', linewidth=2.0)
62 plt.title('Plot i faserommet,  $\omega_D = 13/(8\omega_0)$ ',
    fontsize=20)
63 plt.xlabel("Motion in x [m]", fontsize=14)
64 plt.ylabel("Velocity [m/s]", fontsize=14)
65 plt.tick_params(axis = 'both', which = 'major', labelsize =
    12)
66 plt.savefig('Oppgave4del1.png')
67 plt.show()

```

oppgave5.py

```

1 #imports
2 import numpy as np
3 import matplotlib.pyplot as plt
4 from RK4 import RK4
5 import seaborn
6
7
8 #declare constants
9 dt = 10.**-2          #some timestep [s]
10 m = 0.500            #mass of 500 g [kg]
11 k = 1.               #stiffness constant [N/m]
12 x0 = 2.              #start position [m]
13 v0 = 0.              #start velocity [m/s]
14 T = 100.             #total time [s]
15 N = int(T/dt)        #number of things
16 b = 0.1              #[kg/s]
17 omega0 = k/m         #Svingefrekvens for H0
18 F_D = 0.7            #[N]
19 omega_D = 13./(8*omega0)
20 #omega_D = 2./((np.sqrt(5)-1)*omega0)
21
22
23 #setting initialconditions
24 x = np.zeros(N); v = np.zeros(N); t = np.zeros(N)
25 x[0] = x0; v[0] = v0

```

```

26 F = np.zeros(N)
27 F[0] = F_D
28
29
30
31 """
32 the function we have is
33  $m\ddot{x}(t) + b\dot{x}(t) + kx(t) = F(t)$ 
34  $\ddot{x}(t) = (F(t) - b\dot{x}(t) - kx(t))/m$ 
35 """
36 #making functions
37
38 def diffEQ(xNow, vNow, tNow):
39     aNow = (F[i] - b*vNow - k*xNow)/m
40     return aNow
41
42 #running the loop
43 for i in range(N-1):
44     x1 = x[i]; v1 = v[i]
45     F[i] = F_D * np.cos(omega_D*t[i])
46     x[i+1], v[i+1] = RK4(diffEQ, x1, v1, t, dt)
47     t[i+1] = t[i] + dt
48
49
50 #plotting
51
52 #plotting the motion in x against time
53 plt.plot(t, x, '#803CA2', linewidth=2.0)
54 plt.title('Plot av utslag', fontsize=20)
55 plt.xlabel("Time [s]", fontsize=14)
56 plt.ylabel("Motion in x [m]", fontsize=14)
57 plt.tick_params(axis = 'both', which = 'major', labelsize =
    12)
58 plt.show()
59
60 #plotting the phaseplot
61 plt.plot(x, v, '#803CA2', linewidth=2.0)
62 plt.title('Plot i faserommet,  $\omega_D = 13/(8\omega_0)$ ',
    fontsize=20)
63 plt.xlabel("Motion in x [m]", fontsize=14)
64 plt.ylabel("Velocity [m/s]", fontsize=14)
65 plt.tick_params(axis = 'both', which = 'major', labelsize =
    12)
66 #plt.savefig('Oppgave5del1.png')
67 plt.show()

```

oppgave6.py

```

1 #imports

```

```

2 import numpy as np
3 import matplotlib.pyplot as plt
4 from RK4 import RK4
5 import seaborn
6
7
8 #declare constants
9 dt = 10.**-4          #some timestep [s]
10 m0 = 0.00001          #mass of waterdrop [kg]
11 k = 0.475             #stiffness constant [N/m]
12 x0 = 0.001            #start position [m]
13 v0 = 0.001            #start velocity [m/s]
14 T = 3.                #total time [s]
15 N = int(T/dt)          #number of things
16 b = 0.001             #[kg/s]
17 #omega0 = k/m          #Svingefrekvens for H0
18 #F_D = 0.7             #[N]
19 #omega_D = 13./(8*omega0)
20 #omega_D = 2./((np.sqrt(5)-1)*omega0)
21 g = 9.81              #gravitational acceleration [m/s^2]
22 psi = 0.00055          #m'(t) [kg/s]
23 dpsi = 3*psi/N
24
25 #setting initialconditions
26 x = np.zeros(N); v = np.zeros(N); t = np.zeros(N)
27 x[0] = x0; v[0] = v0
28 m = np.zeros(N)
29 m[0] = m0
30
31 #F = np.zeros(N)
32 #F[0] = F_D
33
34
35
36 """
37 the functions we have are
38  $m(t)x''(t) + (b+psi)x'(t) + kx(t) = m(t)g$ 
39  $x''(t) = (m(t)g - (b+psi)x'(t) - kx(t))/m(t)$ 
40 """
41 #making functions
42
43 def diffEQ(xNow,vNow,tNow):
44     aNow = (m[i]*g-(b+psi)*vNow-k*xNow)/m[i]
45     return aNow
46
47 #running the loop
48 for i in range(N-1):
49     x1 = x[i]; v1 = v[i]
50     x[i+1],v[i+1] = RK4(diffEQ,x1,v1,t,dt)

```



```

51     t[i+1] = t[i] + dt
52     m[i+1] = m[i] + dpsi
53
54
55 #plotting
56
57 #plotting the motion in x against time
58 plt.plot(t,x, '#803CA2', linewidth=2.0)
59 plt.title('Plot av utslag', fontsize=20)
60 plt.xlabel("Time [s]", fontsize=14)
61 plt.ylabel("Motion in x [m]", fontsize=14)
62 plt.tick_params(axis = 'both', which = 'major', labelsize =
    12)
63 plt.show()
64
65 #plotting the phaseplot
66 plt.plot(x,v, '#803CA2', linewidth=2.0)
67 plt.title('Plot i faserommet', fontsize=20)
68 plt.xlabel("Motion in x [m]", fontsize=14)
69 plt.ylabel("Velocity [m/s]", fontsize=14)
70 plt.tick_params(axis = 'both', which = 'major', labelsize =
    12)
71 plt.savefig('Oppgave5del1.png')
72 plt.show()

```