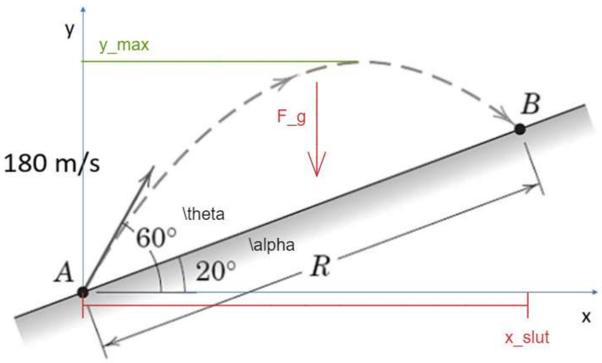
Eksamen F2022

Mathias Bruun Houmøller - 202006837

```
format shortG
u = symunit;
% separateUnits(x)
% unitConvert(expr,units)
% latex(expr)
```

Opgave 1

a)




```
clear

syms t
g = -9.81; % m/s^2
a_0 = g; % der omnavngives
v_0 = 180; % m/s

theta = 60; % grader
alpha = 20; % grader

disp("For y komposanten har vi strækningen for max højden")
```

```
For y komposanten har vi strækningen for max højden
```

```
disp("når hastigheden v er 0.")
```

```
når hastigheden v er 0.
```

```
disp("Vi finder tiden t til denne position")
```

```
Vi finder tiden t til denne position
```

```
v_y0 = sind(theta) * v_0 % y komposanten af hastigheden
```

```
v_y0 = 155.8846
```

```
v_y_eq = v_y0 + a_0 * t % hastighedsligningen opstilles
```

v_y_eq =

$$90\sqrt{3} - \frac{981\,t}{100}$$

```
t_cal = solve(0 == v_y_eq, t); %tiden findes.
t_ = vpa(t_cal, 4)
```

t_ = 15.89

```
disp("Vi indsætter nu tiden i sted funktionen")
```

```
Vi indsætter nu tiden i sted funktionen
```

```
disp("ved at integrere hastighedsfunktionen")
```

```
ved at integrere hastighedsfunktionen
```

```
y(t) = int(v_y_eq, t) % integrere hastihedsfunktione
```

y(t) =

$$-\frac{9\,t\,\left(109\,t-2000\,\sqrt{3}\right)}{200}$$

```
fprintf("Max højden vi når er %f m", vpa(y(t_cal),4))
```

```
Max højden vi når er 1238.532110 m
```

1,24 km er således den maximale højde vi kommer op på.

b)

```
syms x

v_x0 = cosd(theta) * v_0 % y komposanten af hastigheden
```

```
v_x0 = 90
```

```
disp("Sted funktionen i x-retningen afhænger her kun af start hastigheden")
```

```
Sted funktionen i x-retningen afhænger her kun af start hastigheden
```

```
displayFormula("x = v_x0 * t")
```

$$x = 90\,t$$

```
disp("Her kan t isolere og erstatte det i y-funktionen med x/v_x0")
```

```
Her kan t isolere og erstatte det i y-funktionen med x/v_x0
```

```
disp("Vi får ligningen")
```

```
Vi får ligningen
```

```
y(x) = v_y0 * x/v_x0 + a_0 * (x/v_x0)^2 / 2
```

y(x) =

$$\sqrt{3}\,x-\frac{109\,x^2}{180000}$$

```
vpa(y(x),4)
```

ans = $1.732\,x-0.0006056\,x^2$

Vi har nu forskriften y(x) for projektilets banekurve som

$$y(x)=\frac{v_{y0}\,x}{v_{x0}}+\frac{a_0\,x^2}{2\,{v_{x0}}^2}$$

Vi plotter nu rampen sammen med bane kurven

```
y_rampe(x) = tand(alpha) * x; % ligning for rampen
% (fordi vi har forholdet y/x = sin(x)* R/cos(x) * R = tan(x) = hældningen)
X_lin = linspace(0,2870,100); %linspace til plot

% plot af bane kurven
plot(X_lin, y(X_lin), "displayName", "Bane kurve")
hold on

% plot af rampe
plot(X_lin, y_rampe(X_lin), "displayName", "Rampe")

%formalia
% yline(double(y(t_cal)), 'g--', "displayName", "y-max")
yline(0, '--', "displayName", "0-linje")
grid()
legend('Location','NorthOutside')
ylabel('y-position(m)'), xlabel('x-position(m)')
hold off
```

c)

```
disp("afstanden R findes nu i skæringspunktet imellem rampen og banekurven")
```

afstanden R findes nu i skæringspunktet imellem rampen og banekurven

```
disp("Først findes x-afstanden")
```

Først findes x-afstanden

```
x_slut_eq = y(x) - y_rampe(x) %skæringpunktet for de to linjer
```

x_slut_eq =

$$\sqrt{3}\,x - \frac{1639176211415221\,x}{4503599627370496} - \frac{109\,x^2}{180000}$$

```
x_slut_eq_ = vpa(x_slut_eq, 4)
```

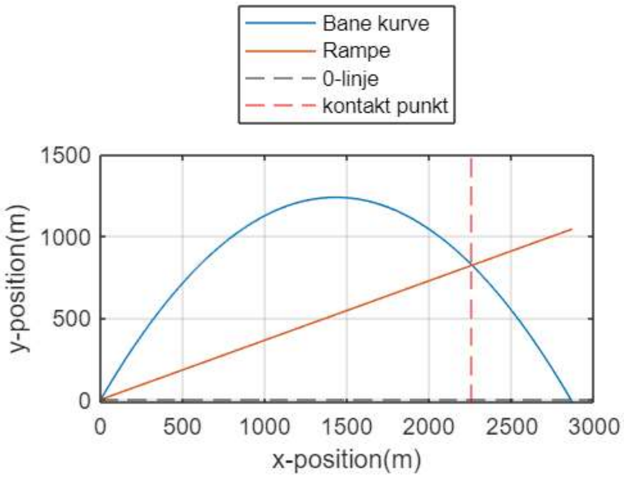
x_slut_eq_ = $1.368\,x - 0.0006056\,x^2$

```
x_slut = solve(x_slut_eq == 0, x); % vi finder x koordinatet i skæringspunktet

x_slut_ = vpa(x_slut(2), 5)
```

x_slut_ = 2259.2

```
%plotter slut punkt linje
xline(double(x_slut_), 'r--', "displayName", "kontakt punkt")
```




```
disp("Vi kan nu finde rampens længde med x som")
```

```
Vi kan nu finde rampens længde med x som
```

```
% Finder R med trigomatri
R = x_slut(2) / cosd(alpha); % R = x/cos(alpha)
R_ = vpa(R,4)
```

R_ = 2404.0

Rampen R er således 2,40 km

Opgave 2

```
clear
disp('Vi opstiller vores data')
```

```
Vi opstiller vores data
```

```
theta = 0
```

```
theta = 0
```

```
omega = 4 %rad/s
```

```
omega = 4
```

```
m = 100 % kg
```

```
m = 100
```

```
k_G = 0.250 % m
```

```
k_G = 0.2500
```

```
g = 9.81 %m/s^2
```

```
g = 9.8100
```

```
d = 0.75 % m
```

```
d = 0.7500
```

a)

```
disp("Vi bruge ligning B/2")
```

```
Vi bruge ligning B/2
```

```
I_G = k_G^2 * m
```

```
I_G = 6.2500
```

$I_G = 6,25 \ \ kg \ \ m^2$

b)

```
disp("Vi bruge ligning B/3 flytningsformlen")
```

```
Vi bruge ligning B/3 flytningsformlen
```

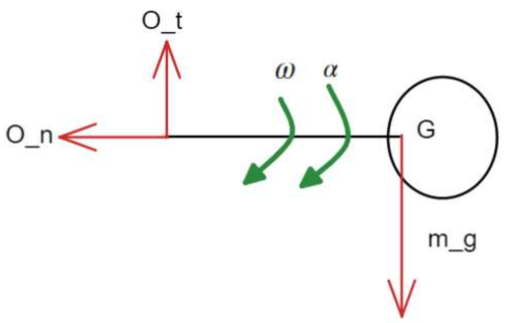
```
I_P = I_G + m * d^2
```

```
I_P = 62.5000
```

$I_C = 62,5 \ \ kg \ \ m^2$

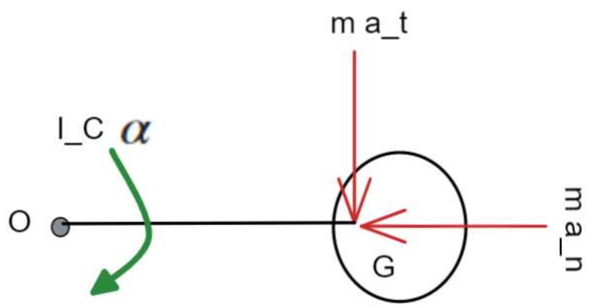
c)

FBD i t-n koordinat system



d)

KD i t-n koordinat system



e)

C = O

Vi finder vinkelacceleration ved 0 grader via energi ligningen

da vi har $M_C = I_C \cdot \alpha$

$V_g = m \cdot g \cdot h$

```
h = d
```

```
h = 0.7500
```

```
M_c = h * m * g; % =V_g
alpha = M_c / I_P
```

```
alpha = 11.7720
```

$\alpha = 11,77 s^{-2}$

f)

Vi finder reaktionskrafter ved 0 hvor vi ved at for x-retningen

$a_t = r \cdot \alpha$

for y-retningen

$a_n = r \cdot \omega^2$

samt tyngde accelerations bidraget g

```
r = d % m
```

```
r = 0.7500
```

```
C_x = -r * omega^2 * m %N
```

```
C_x = -1200
```

```
%For y er der både bidrag fra rotation og fra tyngdekraften
C_y = -r * alpha * m + m * g %N
```

```
C_y = 98.1000
```

Vi får således reaktionskrafterne

$C_x = -1200 \;\; N$

$C_y = 98,1 \;\; N$

g)

```
L_AC = 0.6 %m  = L_CB
```

```
L_AC = 0.6000
```

```
L_AB = 2 * L_AC  %m
```

```
L_AB = 1.2000
```

```
L_CC = 1 %m
```

```
L_CC = 1
```

```
%Sum x retning
% 0 = A_x + C_x
A_x = -C_x
```

```
A_x = 1200
```

```

%Sum moment i A
% 0 = B_y * L_AB - C_x * L_CC - C_y * L_AC
% B_y * L_AB = C_x * L_CC + C_y * L_AC

B_y = (C_x * L_CC + C_y * L_AC) / L_AB
```

```
B_y = -950.9500
```

```

%Sum i y retning
% 0 = A_y + B_y - C_y

A_y = C_y - B_y
```

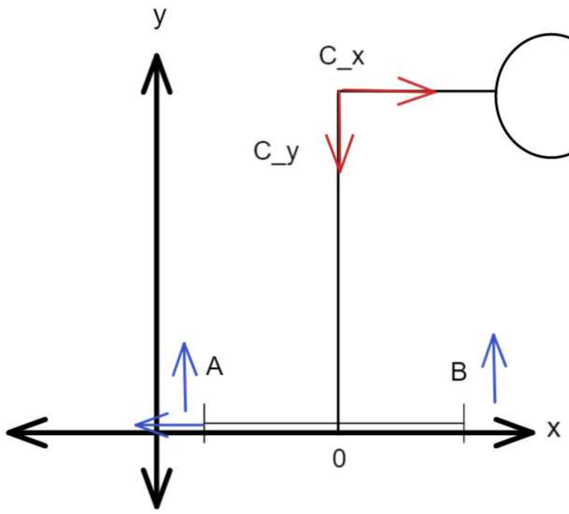
```
A_y = 1.0491e+03
```

Således får vi reaktionskræfterne

$A_x = -1200 \;\; N$

$A_y = 1049 \;\; N$

$B_y = -951 \;\; N$



c)

Opgave 3

a)

```
clear

disp('Vi opstiller vores data')
```

```
Vi opstiller vores data
```

```
M = 1 % kg
```

```
M = 1
```

```
K1 = 10 % N/m
```

```
K1 = 10
```

```
K2 = 6 % N/m
```

```
K2 = 6
```

```
K3 = 10 % N/m
```

```
K3 = 10
```

```
g = 9.81 % m/s2
```

```
g = 9.8100
```

```


disp('to fjeder i sidder i serie og disse er  i paralelle med en sidste fjeder')
```

```
to fjeder i sidder i serie og disse er  i paralelle med en sidste fjeder
```

```
k_venstre = 1/((1/K1) + (1/K2))
```

```
k_venstre = 3.7500
```

```

k_tot = k_venstre + K3
```

```
k_tot = 13.7500
```

```



disp('Egensvingningen findes')
```

```
Egensvingningen findes
```

```
w_n = sqrt(k_tot/M) %egensvingningen
```

```
w_n = 3.7081
```

```
n = w_n * 60 / (2*pi)
```

```
n = 35.4097
```

Vi får således en egenfrekvens på

$\omega_n = 3,7 \ \ s^{-1}$

$n = 35,4 \ \ omdr./min$

b)

Da der ikke er nogen vinkel acceleration og dermed er den tangielle acceleration a_t = 0

Tyngde kraften fra kuglerne er med taget i beregningen for den samlede masse M

Således regnes kun på bidraget fra normal acceleration a_n

```
%data
disp('Data gevet')
```

```
Data gevet
```

```
m = 0.05 % kg
```

```
m = 0.0500
```

```
e = 0.01 %m
```

```
e = 0.0100
```

```
omega = 10 %rad/s
```

```
omega = 10
```

```
syms t

% Vi finder
disp('a_n findes sammen med F_n')
```

```
a_n findes sammen med F_n
```

```
a_n = e * omega^2
```

```
a_n = 1
```

```
F_n = a_n * m
```

```
F_n = 0.0500
```

```
% F_g = 2*m*g

disp('Vi opskriver ligningen med bidrag fra begge elementer')
```

```
Vi opskriver ligningen med bidrag fra begge elementer
```

```
disp('Vi ganger på med pladseringen af massen hvor der er størst bidrag ved lodret position (sin)')
```

```
Vi ganger på med pladseringen af massen hvor der er størst bidrag ved lodret position (sin)
```

```
F_L(t) = 2 * F_n * sin(omega * t) % - F_g
```

F_L(t) =

$$\frac{\sin(10\,t)}{10}$$

```
displayFormula('F_L(t) =  2 * F_n * sin(omega * t)')
```

$$F_L(t) = \frac{2\,\sin(10\,t)}{20}$$

```
T = linspace(0,2);

disp('Vi plotter funktionen for bedre overblik')
```

```
Vi plotter funktionen for bedre overblik
```

```
plot(T, F_L(T)), grid(), yline(0, '--')
hold on
```

c)

Vi gør som ovenfor bare med ω_n

```
a_n = e * w_n^2
```

```
a_n = 0.1375
```

```
F_n = a_n * m
```

```
F_n = 0.0069
```

```
F_L(t) = 2 * F_n * sin(w_n * t)% - F_g
```

F_L(t) = $0.013749999999998749444785062236729\,\sin(3.7080992435512598603963851928711\,t)$

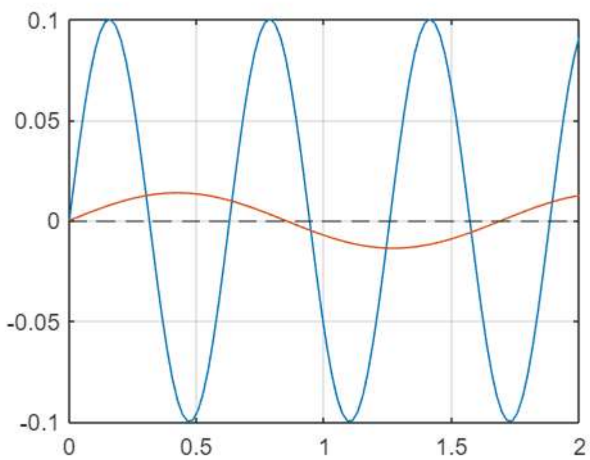
```
displayFormula('F_L(t) =  2 * F_n * sin(w_n * t)')
```

$$F_L(t) = \frac{2\;11\,\sin\left(\frac{\sqrt{55}\;t}{2}\right)}{1600}$$

```
disp('Vi plotter funktionen for bedre overblik')
```

```
Vi plotter funktionen for bedre overblik
```

```
plot(T, F_L(T))
hold off
```



Denne ændinrg betyder en mindre variende kraftpåvirkning pr tid da frekvensen bliver lavere.

Kraften bliver 0,138 gange mindre, men fører til resonans i systemet, hvorved der opstår stor risiko for at fjedrene deformeres kraftigt og konstruktionen ødelægges.