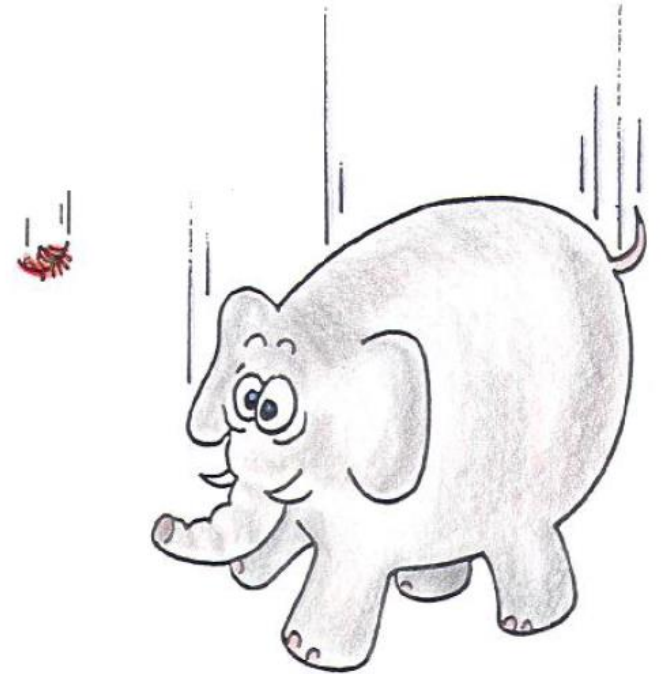


Newtons 2.lov og programmering i python



Bilde fra naturfag.no

Hanne Mehli Orkdal vgs

Vi ser bort fra ...

Og regner med

...konstant akselerasjon

...ingen friksjon/luftmotstand



Mål:

- Bruke Newtons 2.lov og faktisk ta hensyn til luftmotstand
- Lage en modell som viser bevegelse når akselerasjonen ikke er konstant
- Bruke modellen til å undersøke hvordan masse, luftmotstand og andre faktorer påvirker bevegelsen
- Se på muligheter for å sammenligne modell med virkelige verdier
- Algoritmisk tankegang og programmering i alle fag...

Sammenheng mellom strekning og fart

$$v(t) = s'(t) = \frac{ds}{dt} \quad \rightarrow \quad ds = dt \cdot v$$

posisjon = «posisjon for litt siden» + endring i posisjon pga fart «for litt siden»:

$$\rightarrow \quad s_{i+1} = s_i + ds = s_i + v_i \cdot dt$$

Sammenheng mellom fart og akselerasjon

$$a(t) = v'(t) = \frac{dv}{dt} \quad \rightarrow \quad dv = dt \cdot a$$

fart = «fart for litt siden» + endring i fart pga akselerasjon «for litt siden» :

$$\rightarrow \quad v_{i+1} = v_i + dv = v_i + a_i \cdot dt$$

$$a = ?$$

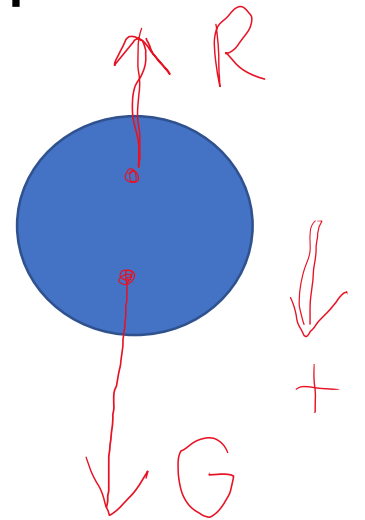
Sammenheng mellom krefter, fart og akselerasjon

Krefter på fallende objekt med luftmotstand R:

$$\sum F = G - R = ma \text{ der luftmotstand } R = k \cdot v^2 \text{ :}$$

$$\sum F = G - R = G - k \cdot v^2 = ma$$

$$\rightarrow a = g - \frac{k}{m} v^2$$



Forslag til start- eller underveisoppgaver for elever

1. Tegn figur med kraftvektorer av et fallende objekt (med luftmotstand).
2. Forklar hvorfor vi kan skrive $s_{i+1}=s_i+v_i \cdot dt$ og $v_{i+1}=v_i+a_i \cdot dt$ når vi tar små tidssteg dt .
3. Vi setter tyngden $G=mg$ og luftmotstanden $L=kv^2$.
Bruk Newtons andre lov og forklar at denne gir oss følgende (differensial)likning:

$$\frac{dv}{dt} = g - \frac{k}{m} v^2$$

Kode: Lage verditabeller for t, s, v og a

```
N=10000      #antall intervaller  
tid=2        #antall sekunder  
dt=tid/(N)   #tidssteg mellom hver måling
```

```
a=zeros(N)   #akselerasjon i m/s^2  
v=zeros(N)   #fart i m/s  
s=zeros(N)   #posisjon i m  
t=zeros(N)   #tid i sekunder
```


Kode: Fulle verditabeller for t, s, v og a

```
g=9.81 #tyngdeakselerasjon i [m/s^2]
m=0.3  #masse til objektet i fritt fall [kg]
k=0.2  #luftmotstandskoeffisient i [Ns^2/m^2]

#Initialbetingelser
v[0]=0 #startfart 0 m/s i det objektet begynner å falle nedover, første verdi i v
s[0]=0 #setter posisjon lik 0 ved start, første verdi i s
t[0]=0 #setter tid lik 0 ved start, første verdi i t

for i in range(N-1):
    a[i]=g-(k/m)*v[i]**2
    v[i+1]=v[i]+a[i]*dt #fart er lik 'forrige fart' + fartsendring pga akselerasjon
    s[i+1]=s[i]+v[i]*dt #posisjon er lik 'forrige posisjon' + posisjonsendring pga fart
    t[i+1]=t[i]+dt #tid er lik 'forrige tid' + tidssteg
```

Plotte grafer

Plott både akselerasjonsgraf, fartsgraf og veigraf sammen.

Et eksempel på kode :

```
#Plotting
subplot(3,1,1)
plot(t,a,'b-')
title('Akselerasjon')
xlabel('tid/s')
ylabel('akselerasjon/(m/s/s)')
grid()

subplot(3,1,2)
plot(t,v,'r-')
title('Fart')
xlabel('tid/s')
ylabel('fart/(m/s)')
grid()

subplot(3,1,3)
plot(t,s,'g-')
title('Posisjon')
xlabel('tid/s')
ylabel('posisjon/m')
grid()
```

Utforsk!

- Hvordan endrer bevegelsen seg om dere gjør forsøket på månen? På Rosetta? På Mars? Når oppnås terminalfart på månen?
- Hvor lenge må fallet vare for at vi skal nå terminalfarten hvis massen dobles? Halveres? Hvis det er du som faller?
- Hvordan endres terminalfart og tiden det tar før den oppnås når vi endrer luftmotstandskoeffisienten k ?
- Hvor stor må k være, og hvor kort må fallet være hvis du skal gå i bakken uten å ta altfor mye skade?
- Finn k for ulike gjenstander som muffinsformer eller baller med egne forsøk. Hvordan passer den teoretiske modellen med data fra praktiske forsøk?



Francesco Napoletano ✓

@napolux

Give a man a program, frustrate him for a day. Teach a man to program, frustrate him for a lifetime.

12:30 PM · 11 May 20 · [Buffer](#)

Over til gruppearbeidet og sånn foreløpig takk for meg!

Oppgave for viderekomne: Hente inn egne måledata

Måledata fra dataloggere eller Tracker kan lagres som txt-fil, hentes inn i programmet og plottes sammen med modellen.

Hvordan gjør vi dette?

Tips og mulig løsning:

Profag UiO: 3.4.1 – 3.4.6 <https://trix.ifl.uio.no/course/14?page=3>

Oppgave for viderekomne: Newtons avkjølingslov og CSI

Du er blitt leid inn som konsulent av et TV-selskap som lager en krimserie der det skildres hvordan teknisk drapsetterforskning foregår. De skal blant annet ha etterforskere som kan få opp dødstidspunktet med et par tastetrykk på pc'n.

Du skal lage det programmet som kan gjøre dette 😊. Du skal bruke Newtons avkjølingslov for å sette opp en differensiallikning som kan løse problemet. Newtons avkjølingslov forteller oss hvordan temperaturen til et objekt etter ei tid t , $T(t)$, forandrer seg på følgende måte:

$$T'(t) = -k \cdot (T(t) - T_0)$$

der k er en konstant som forteller hvor raskt temperaturen forandrer seg og T_0 er temperaturen til omgivelsene. Du kan bruke $k = -0.29$

Det ferdige dataprogrammet skal ta to input: kroppstemperatur målt i kroppen og temperatur i omgivelsene. Deretter skal programmet beregne når dødsfallet inntraff og tegne en graf som viser avkjøling som funksjon av tid.