Fy1 - Ekstra vurdering - 06.01.17

Løsningsskisser

Bevegelse og krefter

Oppgave 1

En blomsterpotte faller fra en veranda 10 meter over bakken. Vi ser bort fra luftmotstand.

a) Hvor lang tid tar det før den når bakken?

b) Hvor stor fart har blomsterpotten 5.0 meter over bakken?

a) Veilov: $s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$, der $a = g$ og $v_0 = 0$ m/s.
Falltid: $t = \sqrt{\frac{2 \cdot 10}{9.81}} \approx 1.4$ [s]

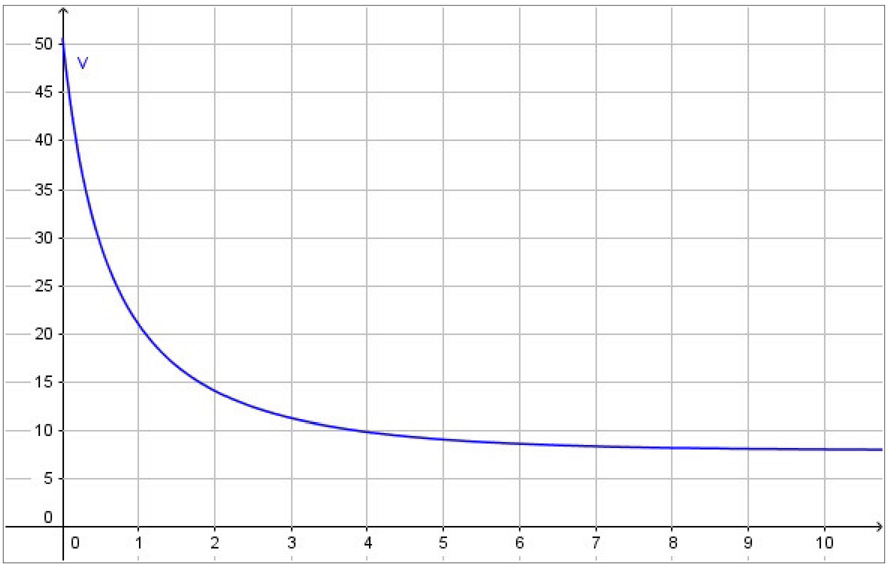
b) Tidløs formel: $2as = v^2 - v_0^2 \Leftrightarrow v = \sqrt{2as}$, der $a = g$ og $s = 5$ m.

Fart 5 m. over bakken: $v = \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 5} \approx 9.9$ [m/s]

(Kan også bruke bevaring av energi med 0-nivå på 5 meter:
$mgh = \frac{1}{2}mv^2 \Leftrightarrow v = \sqrt{2gh}$, der $g = a$ og $h = s = 5$ m.)

Oppgave 2

Grafen under viser farten $v(t)$ til en fallskjermhopper som funksjon av tiden etter at skjermen utløste seg:



Som vi ser er startfarten ca. 50 m/s og sluttfarten ca 8.0 m/s.

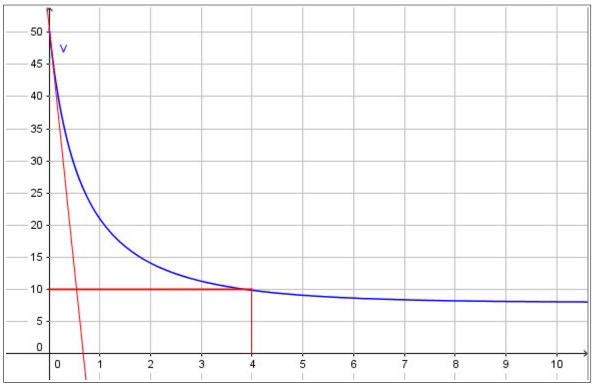
a) Bruk grafen til å finne gjennomsnittsakselerasjonen i de første 4 sekundene.

b) Bruk grafen til å finne momentanakselerasjonen i starten. ($t = 0$ sek.)

c) Bruk grafen til å finne ut omtrent hvor langt han har falt i løpet av de 4 første sekundene?

d) Luftmotstanden er proporsjonal med kvadratet av hastigheten; $L = k\,v^2$.
Bruk grafen til å bestemme faktoren k når fallskjermhopperen har massen $m = 100$ kg.

a) Akselerasjon fra 0 til 4 sekunder: $a = \frac{v(4)-v(0)}{4-0} = \frac{50-10}{4-0} = 10$ [m/s^2]
Se avlesninger i grafen:



b) Tegner inn tangent i punktet (0,50) så nøyaktig som mulig og leser av:
Momentanakselerasjon: $a(0) = \frac{0-50}{0.6-0} \approx -83$ [m/s^2]
Se avlesninger i grafen over.
(Godtar svar mellom 50 og 100, ikke så lett å få helt nøyaktig.)

c) Veilengden er arealet under hastighetsgrafen, så vi teller antall ruter under grafen fra 0 til 4 sekunder, og får ca. 14 ruter.
Hver rute er 5 m/s • 1 s =5 m, så vi får fallet $s = 14 \cdot 5 = 70$ m.

d) Farten stabiliserer seg på ca. 8.0 m/s og da sier Newton I at summen av krefter er konstant, så vi har:
$mg = L = kv^2 \Leftrightarrow k = \frac{mg}{v^2} = \frac{100 \cdot 9.81}{8^2} \approx 15$ [Ns^2/m^2]

Oppgave 3

En bil har massen $m = 1200$ kg og kjører med hastighet $v = 80$ km/h på
en horisontal vei idet føreren oppdager rådyret Bambi 40 meter foran bilen.
Det tar 0.80 sekunder (reaksjonstid) før føreren starter bremsingen.
Friksjonskoeffisienten er $\mu = 0.40$ (våt vei).
a) Hva blir stopplengden? (Reaksjonslengde pluss bremselengde.)

b) Bambi løper langs veien med farten $v_b = 36$ km/h for å komme unna bilen.
Vil Bambi bli påkjørt?

a) $v = 80$ km/h = $\frac{80}{3.6}$ m/s ≈ 22.2 m/s
Reaksjonslengde: $s_r = v \cdot t = 22.2 \cdot 0.8 \approx 17.8$ [m]

Friksjonskraft: $R = \mu N = \mu mg$ ($mg = N$ pga Newton I.)
Retardasjon: Newton II: $R = ma \Leftrightarrow a = \frac{R}{m} = \frac{-\mu mg}{m} = -\mu g$

Tidløs formel: $2as_b = v^2 - v_0^2$ gir
Bremselengde: $s_b = \frac{-v_0^2}{2a} = \frac{-v_0^2}{2(-\mu g)} = \frac{-22.2^2}{-2 \cdot 0.4 \cdot 9.81} \approx 62.8$ [m]

Stopplengde: $s_r + s_b = 17.8 + 62.8 \approx 81$ [m]

b) Bremsetiden gitt av: $v = v_0 + at \Rightarrow t_b = -\frac{v_0}{a} = -\frac{v_0}{-\mu g} = \frac{22.2}{0.4 \cdot 9.81} \approx 5.66$ [s]
I tillegg har vi reaksjonstiden $t_r = 0.8$ s.

Mens bilen stopper rekker Bambi å løpe:
$s_B = v_B(t_s + t_r) = \frac{36}{3.6}(0.8 + 5.66) = 64.6$ [m]

Legger vi til forspranget får vi: $40 + 64.6 \approx 105$ [m]

Dette er mer enn stopplengden til bilen, så Bambi klarer seg heldigvis.

Energi og bølger

Oppgave 4

I et interferensforsøk med gitter (Young) ble det brukt grønt laserlys med bølgelengde $\lambda = 530$ nm. Gitteret hadde 400 linjer per. millimeter.

a) Regn ut retningen (vinkelen θ_1) for lysmaksimum av første orden ved hjelp av Youngs formel: $\sin\theta_n = \frac{n\lambda}{d}$.

b) Interferensmønstrene (prikkene) viste seg på en hvit vegg som sto $L = 2.0$ meter unna gitteret. Hvor lang ble avstanden mellom prikkene som representerer nullte og første ordens lysmaksimum på veggen?

a) Spaltebredde i gitter: $d = \frac{0.001}{400} = 2.5 \cdot 10^{-6}$ [m]

Youngs formel: $\sin\theta_1 = \frac{1\lambda}{d} = \frac{530 \cdot 10^{-9}}{2.5 \cdot 10^{-6}} = 0.212$
Avbøyningsvinkel (retning): $\theta_1 \approx 12.2^\circ$

b) Avstanden a gitt av:
$\tan\theta_1 = \frac{a}{L} \Rightarrow a = L\tan\theta_1 = 2.0 \cdot \tan(12.2^\circ) \approx 0.43$ [m]

Oppgave 5

En bil kjører bortover en horisontal vei med konstant hastighet $v = 80$ km/h.
Vi ser bort fra friksjon og energitap i overføring mellom motor og hjul men regner med at luftmotstanden L er proporsjonal med kvadratet av hastigheten, det vil si $L = k\,v^2$ der $k = 0.50$ [Ns^2/m^2]

a) Hva er nødvendig drivkraft for at bilen skal holde denne hastigheten?

b) Hvilken effekt yter motoren ved denne hastigheten?

c) Hvor mye energi bruker motoren på å kjøre en mil med denne hastigheten?

d) En liter bensin inneholder energimengden 33 MJ.
Hva er motorens virkningsgrad, hvis vi regner med at motoren bruker 0.50 liter per kjørt mil?

a) $v = 80$ km/h $= \frac{80}{3.6}$ m/s ≈ 22.2 m/s
Newton I: $v = const \Leftrightarrow \sum F = 0$
Drivkraft: $D = L = kv^2 = 0.5 \cdot (\frac{80}{3.6})^2 \approx 247$ [N]

b) Effekt: $P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = Fv = 247 \cdot 22.2 = 5483 \approx 5.5$ [kW]

c) $s = 1$ mil $= 10000$ m
Tid på en mil: $v = \frac{s}{t} \Rightarrow t = \frac{s}{v} = \frac{10000}{22.2} \approx 450$ [s]

Energiforbruk på en mil: $E = Pt = 5480 \cdot 450 = 2.47 \cdot 10^6$[J]

d) Energi i en halv liter bensin: $E_b = \frac{33 \cdot 10^6}{2} = 1.65 \cdot 10^7$

Virkningsgrad: $\eta = \frac{E}{E_b} = \frac{2.47 \cdot 10^6}{1.65 \cdot 10^7} \approx 0.15 = 15\%$

(Viser hvorfor elektriske bilmotorer har noe for seg:
Selv om vi kalkulerer inn energitap ved lading, utlading og konvertering til mekanisk energi i motoren vil virkningsgraden for en elektrisk motor være mye større enn i en forbrenningsmotor...)

Oppgave 6

Et oppdemmet vannmagasin inneholder 10^9 m^3 med vann.
Fallhøyden fra magasinet og ned til et kraftverk er $h = 200$ m.

a) Hvor mye potensiell energi er lagret i magasinet?

b) Generatoren i kraftverket yter 150 MW.
Hvor mye energi produseres i et døgn i kWh ?

c) Hvor mye vil vannet synke i magasinet i løpet av et døgn hvis arealet av magasinet er 10 km^2 ? (Vi regner uten tap med virkningsgrad 100%.)

a) Energi i magasin:
$E_m = mgh = V\rho gh = 10^9 \cdot 1000 \cdot 9.81 \cdot 200 =$
$1.96 \cdot 10^{15} \approx 2.0 \cdot 10^{15}$ [J]

b) Energi i et døgn:
$E_d = Pt = 150 \cdot 10^6 \cdot (24 \cdot 60 \cdot 60)$ [Ws] $\approx 1.3 \cdot 10^{13}$ [J]

$E_d = 1.30 \cdot 10^{13}$ Ws $= 1.30 \cdot 10^{13} \frac{\text{kW}}{1000} (\frac{\text{h}}{60 \cdot 60}) \approx 3.6 \cdot 10^6$ kWh

c) Hvor mye vann tilsvarer energien i b):

$\Delta V = V\frac{E_d}{E_m} = 10^9 \cdot \frac{1.3 \cdot 10^{13}}{1.96 \cdot 10^{15}} = 6.63 \cdot 10^6$ [m^3]

Hvor mye vannet synker, h, gitt av:

$\Delta V = Ah$, der A er arealet: $A = 10$ km$^2 = 10(1000\text{m})^2 = 10^7$ m^2

$h = \frac{\Delta V}{A} = \frac{6.63 \cdot 10^6}{10^7} \approx 0.66$ [m]
