

(1)

Oppgave 1



a) Vi skal regne ut hvor langt fra kanonen kula lander.

Vi har at $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{1}{2}a_x t^2$

Velger $x_0 = 0$, og har at $a_x = 0$.

v_{0x} kan finnes ved å dekomponere

v_0 :

$v_{0x} = v_0 \cdot \cos 37^\circ$

Da er $x = v_0 \cdot \cos 37^\circ \cdot t$

Tida kula er i lufta finnes

fra bevegelsen i y-retning.

Finner først tida det tar

for kula å nå toppen: Da

er $v_y = 0$ og vi kan bruke

$$v_y = v_{0y} + a_y t = v_{0y} - gt$$

Kinetisk energi når kula lander er da

$$\begin{aligned} K &= \frac{1}{2} m v_x^2 + \frac{1}{2} m v_y^2 \\ &= 1722 \text{ J} + \frac{1}{2} \cdot 135 \cdot (20,0 \cdot \sin 37^\circ)^2 \text{ J} \\ &= 1722 \text{ J} + 977,9 \text{ J} \\ &= 2700 \text{ J} = \underline{\underline{2,7 \text{ kJ}}} \end{aligned}$$

(3)

$$\Rightarrow t_{\text{topp}} = \frac{v_{0y}}{g} = \frac{v_0 \sin 37^\circ}{g}$$

(2)

Kula vil bruke like lang tid ned igjen slik at totaltid i lufta er $t = 2 \cdot t_{\text{topp}}$.

Da blir

$$\begin{aligned} x &= v_0 \cdot \cos 37^\circ \cdot t = v_0 \cos 37^\circ \cdot \frac{v_0 \sin 37^\circ}{g} \cdot 2 \\ &= \frac{2v_0^2}{g} \cos 37^\circ \sin 37^\circ \\ &= 39,19 \text{ m} = \underline{\underline{39,2 \text{ m}}} \end{aligned}$$

b)

I toppen av banen har

kula bare fart i x-retning.

$v_x = v_{0x}$ og kinetisk energi

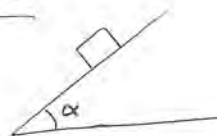
blir

$$K = \frac{1}{2} m v_x^2 = \frac{1}{2} \cdot 135 \cdot (20,0 \cdot \cos 37^\circ)^2 \text{ J} = 1722 \text{ J} = \underline{\underline{1,72 \text{ kJ}}}$$

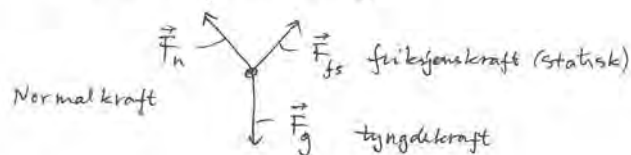
I bunnen av banen har kula samme fart i x-retning som på toppen, men i y-retning er farta nå den samme som den var da kula ble skutt ut.

(4)

Oppgave 2



a) Fritt-legeme diagram:



b) $m = 0,5 \text{ kg}$, $\alpha = 10^\circ$

Klossen ligger i ro $\rightarrow$ Bruker

Newtons 1. lov

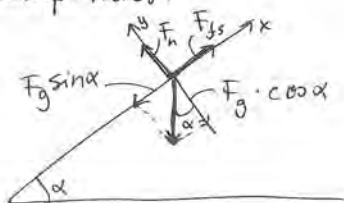
$$\sum \vec{F} = 0$$

På komponentform

$$\sum F_x = 0 \quad \sum F_y = 0$$

Velger x-aksen oppover langs skråplanet og y-aksen vinkelrett på skråplanet.

$\vec{F}_g$ er ikke langs x- eller y-retningen, så den må dekomponeres:



Vi får da

$$\sum F_x = F_{fs} - F_g \sin \alpha = 0 \quad (1)$$

$$\sum F_y = F_n - F_g \cos \alpha = 0 \quad (2)$$

Friskjonskraften er gitt ved

$$F_{fs} = \mu_s F_n \quad (3)$$

Løser (2) mhp F_n :

$$F_n = F_g \cos \alpha$$

Setter inn for F_{fs} og F_n i (1)

$$\mu_s F_g \cos \alpha - F_g \sin \alpha = 0$$

$$\Rightarrow \underline{\mu_s} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha = \tan 10^\circ = 0,176 = \underline{0,18}$$

⑤

g $\mu_k = 0,1$.

Klossen vil skli og akselerere. Bruker Newtons andre lov, og velger nå x-aksen nedover langs skråplanet.

$$\sum F_x = m a_x$$

$$\begin{aligned} \text{Nå er } \sum F_x &= F_g \sin \alpha - F_{fk} \\ &= F_g \sin \alpha - \mu_k F_n \\ &= F_g \sin \alpha - \mu_k F_g \cos \alpha \end{aligned}$$

Vi får da

$$\begin{aligned} \underline{a_x} &= \frac{\sum F_x}{m} = \frac{F_g (\sin \alpha - \mu_k \cos \alpha)}{m} \\ &= g (\sin \alpha - \mu_k \cos \alpha) \\ &= 9,81 (\sin 10^\circ - 0,1 \cos 10^\circ) \text{ m/s}^2 \\ &= 0,74 \text{ m/s}^2 = \underline{0,7 \text{ m/s}^2} \end{aligned}$$

⑥

Oppgave 3

g Vi bruker uttrykket

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

$$\begin{aligned} \text{og velger } I_1 &= 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ W/m}^2 \\ r_1 &= 2,0 \text{ m} \\ r_2 &= 20,0 \text{ m} \end{aligned}$$

Skal finne I_2 . Løser likningen m.h.p. I_2 og får

$$\begin{aligned} \underline{I_2} &= I_1 \cdot \frac{r_1^2}{r_2^2} = 1,0 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{2,0^2}{20,0^2} \text{ W/m}^2 \\ &= \underline{1,0 \cdot 10^{-6} \text{ W/m}^2} \end{aligned}$$

⑦

Beat-frekvensen kan uttrykkes ved

$$f_{\text{beat}} = f_1 - f_2$$

Det kan da være to frekvenser (og dermed to hastigheter) for lyden fra det andre toget

$$f_1 = f_{\text{beat}} + f_2 \quad (\text{med } f' = f_2)$$

$$f_2 = f_1 - f_{\text{beat}} \quad (\text{med } f' = f_1)$$

Vi får da:

$$f_1 = (4 + 448,3) \text{ Hz} = 452 \text{ Hz}$$

$$f_2 = (448,3 - 4) \text{ Hz} = 444 \text{ Hz}$$

Da er de to hastighetene det andre toget kan ha lik:

$$\begin{aligned} \underline{v_{E1}} &= v \left(1 - \frac{f_1}{f'} \right) = 16,77 \text{ m/s} \\ &= 60,38 \text{ km/t} \\ &= \underline{60,4 \text{ km/t}} \end{aligned}$$

og

$$\begin{aligned} \underline{v_{E2}} &= v \left(1 - \frac{f_2}{f'} \right) = 10,95 \text{ m/s} \\ &= \underline{39,4 \text{ km/t}} \end{aligned}$$

b)

$$\begin{aligned} &\leftarrow \frac{v}{v_E} \rightarrow \\ &v_E = 50 \text{ km/t} \\ &= 13,9 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\leftarrow \frac{v}{v_E} \rightarrow \\ &v_E = ? \end{aligned}$$

$$f = 430 \text{ Hz}$$

$$f_{\text{beat}} = 4 \text{ Hz}$$

$$v = 340 \text{ m/s}$$

Frekvensen du hører p.g.a det ene toget med $v_E = 50 \text{ km/t}$ er:

$$\underline{f'} = f \left(\frac{1}{1 - \frac{v}{v_E}} \right) = \underline{448,3 \text{ Hz}}$$

Oppgave 4

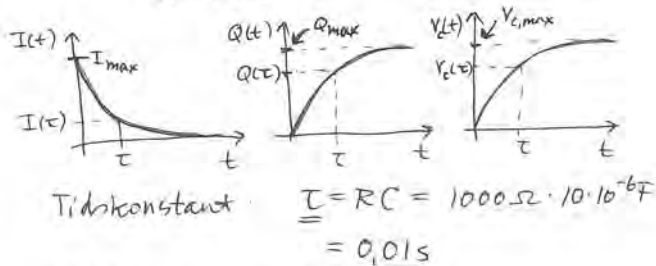
En deuterium-kjerne består av ett neutron og ett proton; totalt 2 nukleoner.

Total bindingsenergi finnes fra

$$\begin{aligned} B.E. &= (m_{\text{nukleoner}} - m_{\text{kjerne}}) \cdot c^2 \\ &= [m_{\text{nukleoner}} - (m_{\text{atom}} - m_{\text{elektron}})] c^2 \\ &= [m_n + m_p + m_e - m_{\text{atom}}] c^2 \\ &= [1,00866 + 1,00728 + 5,49 \cdot 10^{-4} - 2,014102] \cdot u \cdot c^2 \\ &= 0,002387 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \cdot (2,998 \cdot 10^8)^2 \text{ J} \\ &= 3,561 \cdot 10^{-13} \text{ J} \\ &= \frac{3,561 \cdot 10^{-13}}{1,602 \cdot 10^{-19}} \text{ eV} = 2,223 \cdot 10^6 \text{ eV} \\ &= 2,22 \text{ MeV} \end{aligned}$$

Pr nukleon blir svaret:

$$\begin{aligned} \frac{B.E.}{\# \text{ nukleon}} &= \frac{2,223}{2} \text{ MeV} = 1,11 \text{ MeV} \\ &= 1,78 \cdot 10^{-13} \text{ J} \end{aligned}$$



Ved tiden $t = \tau$ er

$$I(\tau) = \frac{I_{\text{max}}}{e} = 0,37 \cdot I_{\text{max}}$$

$$Q(\tau) = 0,63 \cdot Q_{\text{max}}$$

$$V_C(\tau) = 0,63 \cdot V_{C,\text{max}}$$

c) Vi har at startverdien på

Strømmen gjennom motstanden er

$$I_{\text{max}} = \frac{V}{R} = \frac{30,0 \text{ V}}{1000 \Omega} = 0,03 \text{ A}$$

siden spenningen over kondensatoren er null ved $t=0$.

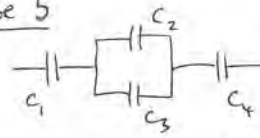
Sluttverdien på spenningen over kondensatoren er

$$V_{\text{max}} = 30,0 \text{ V}$$

9

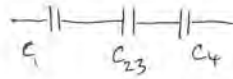
Oppgave 5

a)



Begynner med de to i parallell:

$$C_{23} = C_2 + C_3$$



Denne seriekoblingen har ekvivalent kapasitans

$$\begin{aligned} \frac{1}{C} &= \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_{23}} + \frac{1}{C_4} \\ \Rightarrow C &= \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_{23}} + \frac{1}{C_4} \right)^{-1} \\ &= \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{10+10} + \frac{1}{10} \right)^{-1} \mu\text{F} \\ &= 4,0 \mu\text{F} \end{aligned}$$

10

11

fordi all spenningen fra kilden da ligger over kondensatoren.

Sluttverdien for ladningen på kondensator-platene er

$$\begin{aligned} Q_{\text{max}} &= C \cdot V = 10 \cdot 10^{-6} \text{ F} \cdot 30,0 \text{ V} \\ &= 3,0 \cdot 10^{-4} \text{ C} \end{aligned}$$

d)



RMS-verdien for spenningen er:

$$V_{\text{RMS}} = \frac{V_{\text{max}}}{\sqrt{2}} = \frac{20,0}{\sqrt{2}} \text{ V} = 14,1 \text{ V}$$

e)

Fra Kirchhoffs 2 lov:

$$V_R(t) = V(t) = 20,0 \cdot \cos(\omega t) \text{ V}$$

Fra Ohms lov

$$I(t) = \frac{V_R(t)}{R} = 4,00 \cdot 10^{-2} \cos(\omega t) \text{ A}$$

$$V_{\text{max}} = 20,0 \text{ V}$$

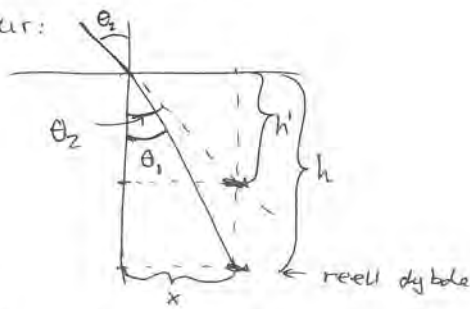
$$I_{\text{max}} = 4,00 \cdot 10^{-2} \text{ A}$$

Oppgave 6

a) Skal vise at

$$h = h' \frac{\tan \theta_1}{\tan \theta_2}$$

Figur:



Høyden h' er dybden fisken ville vært på om lyset ikke ble brutt, dvs at det går rett fram fra fisken til ørna.

Siden lyset brytes er $\theta_1 \neq \theta_2$ og dermed $h \neq h'$.

Fra definisjonen for tangens

finner vi $\tan \theta_1 = \frac{x}{h}$ og $\tan \theta_2 = \frac{x}{h'}$

hvor x er indikert i figuren.

Ved å dele disse uttrykkene på hverandre og løse m.h.p h fåes

(13)

$$\frac{\tan \theta_1}{\tan \theta_2} = \frac{\frac{x}{h}}{\frac{x}{h'}} = \frac{h'}{h}$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{h = h' \frac{\tan \theta_1}{\tan \theta_2}}} \quad \text{q.e.d.}$$

(14)

b) Vi må finne θ_2 , og bruker Snells lov:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$\sin \theta_2 = \frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1$$

$$= \frac{1,00}{1,33} \sin 10^\circ$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{\theta_2 = 7,5^\circ}}$$

Da blir

$$\underline{\underline{h = h' \frac{\tan \theta_1}{\tan \theta_2}}}$$

$$= 0,5 \cdot \frac{\tan 10^\circ}{\tan 7,5^\circ} \text{ m}$$

$$= 0,67 \text{ m} = \underline{\underline{0,7 \text{ m}}}$$