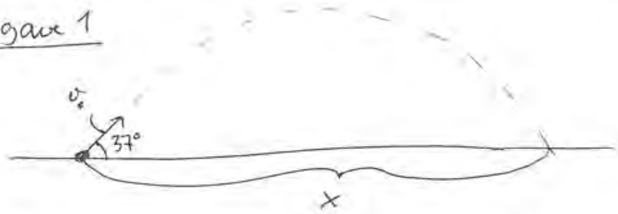
Oppgave 1



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:

$v_{0x} = v_0 \cdot \cos 37°$

Da er $x = v_0 \cdot \cos 37° \cdot t$

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

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

$$\Rightarrow \quad t_{topp} = \frac{v_{0y}}{g} = \frac{v_0 \sin 37°}{g}$$

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

Da blir

$$\underline{\underline{x}} = v_0 \cdot \cos 37° \cdot t \cdot 2 = v_0 \cos 37° \cdot \frac{v_0 \sin 37°}{g} \cdot 2$$

$$= \frac{2 v_0^2}{g} \cos 37° \cdot \sin 37°$$

$$= 39{,}19 \text{ m} = \underline{\underline{39{,}2 \text{ m}}}$$

b) I toppen av banen har kula bare fart i x-retning:

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

$$\underline{\underline{K}} = \frac{1}{2} m v_x^2 = \frac{1}{2} \cdot 13{,}5 \cdot (29{,}0 \cdot \cos 37°)^2 \text{ J}$$

$$= 1722 \text{ J} = \underline{1{,}72 \text{ kJ}}$$

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.

Kinetisk energi når kula lander er da

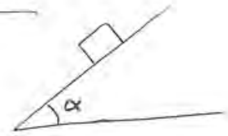
$$\underline{\underline{K}} = \frac{1}{2} m v_x^2 + \frac{1}{2} m v_y^2$$

$$= 1722 \text{ J} + \frac{1}{2} \cdot 13{,}5 \cdot (29{,}0 \cdot \sin 37°)^2 \text{ J}$$

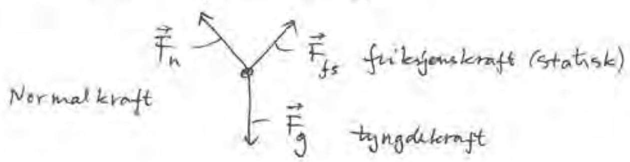
$$= 1722 \text{ J} + 977{,}9 \text{ J}$$

$$= 2700 \text{ J} = \underline{\underline{2{,}7 \text{ kJ}}}$$

Oppgave 2



a) Fritt-legeme diagram:



b) $m = 0{,}5$ kg, $\alpha = 10°$

Klossen ligger i ro → Bruker Newtons 1. lov

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

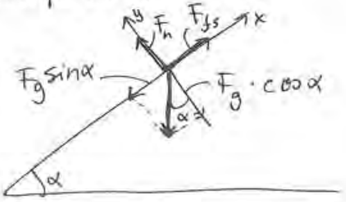
På komponentform

$$\sum F_x = 0 \qquad \sum F_y = 0$$

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

⑤

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



Vi får da

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

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

Friksjonskrafta er gitt ved

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

Løser (2) mhp F_n:

$$F_n = F_g \cos\alpha$$

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

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

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

$$= 0{,}176 = \underline{\underline{0{,}18}}$$

⑥

c) $\mu_k = 0{,}1$.

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

$$\Sigma F_x = m a_x$$

Nå er $\Sigma F_x = F_g \cdot \sin\alpha - F_{fk}$

$$= F_g \cdot \sin\alpha - \mu_k \cdot F_n$$

$$= F_g \sin\alpha - \mu_k F_g \cos\alpha$$

Vi får da

$$\underline{\underline{a_x}} = \frac{\Sigma F_x}{m} = \frac{F_g (\sin\alpha - \mu_k \cos\alpha)}{m}$$

$$= g(\sin\alpha - \mu_k \cos\alpha)$$

$$= 9{,}81 (\sin 10^\circ - 0{,}1 \cos 10^\circ) \text{ m/s}^2$$

$$= 0{,}74 \text{ m/s}^2 = \underline{\underline{0{,}7 \text{ m/s}^2}}$$

⑦

Oppgave 3

a) Vi bruker uttrykket

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

og velger $I_1 = 1{,}0 \cdot 10^{-4}$ W/m²

$r_1 = 2{,}0$ m

$r_2 = 20{,}0$ m

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

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

$$= \underline{\underline{1{,}0 \cdot 10^{-6} \text{ W/m}^2}}$$

b)

$V_E = 50$ km/t $= 13{,}9$ m/s $V'_E = ?$

$f = 430$ Hz

$f_{beat} = 4$ Hz

$v = 340$ m/s

Frekvensen du hører p.g.a det ene toget med $V_E = 50$ km/t er:

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

⑧

Beat-frekvensen kan uttrykkes ved

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

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

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

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

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:

$$\underline{\underline{V_{E1}}} = v\left(1 - \frac{f_1}{f'}\right) = 16{,}77 \text{ m/s}$$

$$= 60{,}38 \text{ km/t}$$

$$= \underline{\underline{60{,}4 \text{ km/t}}}$$

og

$$\underline{\underline{V_{E2}}} = v\left(1 - \frac{f_2}{f'}\right) = 10{,}95 \text{ m/s}$$

$$= \underline{\underline{39{,}4 \text{ km/t}}}$$

Oppgave 4

(9)

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

Total bindingsenergi finnes fra

$$B.E. = (m_{\text{nukleoner}} - m_{\text{kjerne}}) \cdot c^2$$

$$= \left[m_{\text{nukleoner}} - (m_{\text{atom}} - m_{\text{elektron}})\right] c^2$$

$$= \left[m_n + m_p + m_e - m_{\text{atom}}\right] c^2$$

$$= \left[1{,}00866 + 1{,}00728 + 5{,}49 \cdot 10^{-4} - 2{,}014102\right] \cdot u \cdot c^2$$

$$= 0{,}002387 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27} \cdot (2{,}998 \cdot 10^8)^2 \text{ J}$$

$$= \underline{\underline{3{,}561 \cdot 10^{-13} \text{ J}}}$$

$$= \frac{3{,}561 \cdot 10^{-13}}{1{,}602 \cdot 10^{-19}} \text{ eV} = 2{,}223 \cdot 10^6 \text{ eV}$$

$$= \underline{\underline{2{,}22 \text{ MeV}}}$$

Pr nukleon blir svaret:

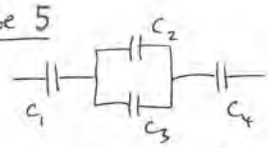
$$\frac{B.E.}{\#\text{nukleon}} = \frac{2{,}223}{2} \text{ MeV} = \underline{\underline{1{,}11 \text{ MeV}}}$$

$$= \underline{\underline{1{,}78 \cdot 10^{-13} \text{ J}}}$$

Oppgave 5

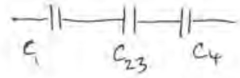
(10)

a)



Begynner med de to i parallell:

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



Denne seriekoblingen har ekvivalent kapasitans

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_{23}} + \frac{1}{C_4}$$

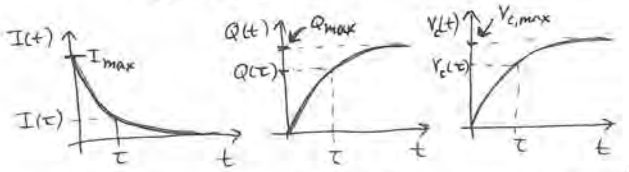
$$\Rightarrow \underline{\underline{C}} = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_{23}} + \frac{1}{C_4}\right)^{-1}$$

$$= \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{10+10} + \frac{1}{10}\right)^{-1} \mu\text{F}$$

$$= \underline{\underline{4{,}0 \mu\text{F}}}$$

(11)

b)



Tidskonstant $\underline{\tau} = RC = 1000\,\Omega \cdot 10 \cdot 10^{-6}\,\text{F}$

$$= \underline{0{,}01\text{s}}$$

Ved tiden $t = \tau$ er

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

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

$$V_c(\tau) = 0{,}63 \cdot V_{c,max}$$

c) Vi har at startverdien på strømmen gjennom motstanden er

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

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

Sluttverdien på spenningen over kondensatoren er

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

(12)

fordi all spenningen fra kilden da ligger over kondensatoren.

Sluttverdien for ladningen på kondensator-platene er

$$\underline{\underline{Q_{max}}} = C \cdot V = 10 \cdot 10^{-6}\,\text{F} \cdot 30{,}0\text{V}$$

$$= \underline{\underline{3{,}0 \cdot 10^{-4}\text{ C}}}$$

d)

RMS-verdien for spenningen er:

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

e) Fra Kirchhoffs 2. lov:

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

Fra Ohms lov

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

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

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

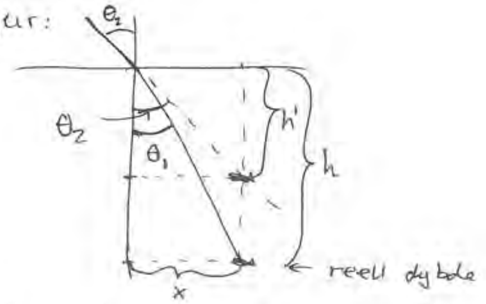
Oppgave 6

(13)

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

Fra definisjonen for tangens finner vi

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

hvor x er indikert i figuren. Ved å dele disse uttrykkene på hverandre og løse m.h.p h fåes

(14)

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

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

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

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

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

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

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

Da blir

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

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

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