



FY0001 Brevekurs i fysik

Examen vår 2023

Lösningsslag

1) Riktlinjet bevegelse med konstant akselerasjon!



$$a = 1,75 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$t_1 = 11,5 \text{ s}$$

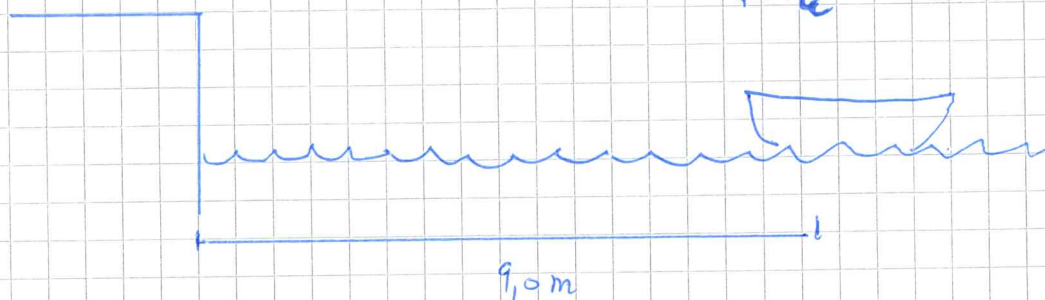
$$x = x_0 + u_0 t + \frac{1}{2} a t^2, \quad x_0 = 0, \quad u_0 = 0$$

$$\Rightarrow x = \frac{1}{2} a t_1^2$$

$$x = \frac{1}{2} \cdot 1,75 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (11,5 \text{ s})^2$$

$$x = \underline{\underline{116 \text{ m}}}$$

2) Krumlinjet bevegelse med konstant akselerasjon!



$$\alpha = 45^\circ$$

$$v_0 = 10,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_x = v_0 \cos \alpha$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

Ankeret kyllakelegger en horisontal strekning $x = v_x \cdot t = v_0 \cos \alpha \cdot t$

Vi må finne ut hvor lang tid t kyllaket varer, gitt at start- og sluttposisjon i y -retning er helt like:

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}at^2, \quad y=0, y_0=0, a=-g$$

$$0 = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$\Rightarrow v_{0y}t = \frac{1}{2}gt^2$$

Vi kan se bort fra løsningen $t=0$:

$$\frac{1}{2}gt = v_{0y}$$

$$t = \frac{2v_{0y}}{g} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

Vi setter dette uttrykket for t inn i $x = v_0 \cos \alpha \cdot t$

$$x = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

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

$$= \frac{2 \cdot \left(10,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \cdot \sin 45^\circ \cdot \cos 45^\circ$$

$$= \underline{10,19 \text{ m}}$$

Marginen relativt til målkanalen: $10,19 \text{ m} - 9,0 \text{ m} = \underline{\underline{1,2 \text{ m}}}$

3) Bevaring av bevegelsesmengde!

①

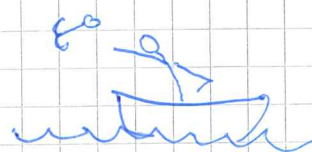
$$v_i = 0$$



②

$$v_{A2} = 7,0 \frac{m}{s}$$

$$v_B = ?$$



Massen til ankeret: $m_A = 5,0 \text{ kg}$

Massen til deg og båten: $m_B = 110 \text{ kg}$

Hastigheten til ankeret etter kast: $v_{A2} = 7,0 \frac{m}{s}$

Hastigheten til deg og båten etter kast: $v_{B2} = ?$

Bevaring av bevegelsesmengde (like før og etter kastet, slik at vi kan se bort fra ytre krefter som virker på systemet):

$$\vec{p}_2 = \vec{p}_1$$

$$m_A \vec{v}_{A2} + m_B \vec{v}_{B2} = (m_A + m_B) \vec{v}_1 \rightarrow \text{Før kastet har både ankeret, båten og du samme fart } \vec{v}_1 = 0$$

I figuren har vi definert at v_{A2} peker i valgt positiv retning (mot kaia).

$$m_A v_{A2} + m_B v_{B2} = 0$$

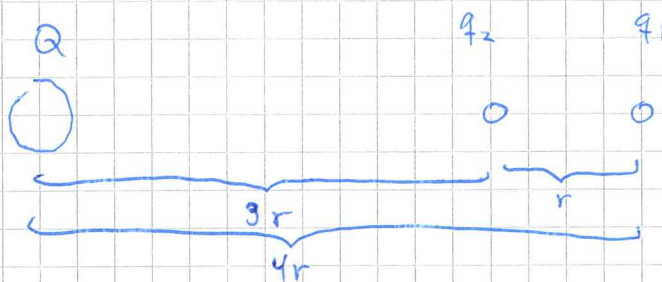
$$m_B v_{B2} = -m_A v_{A2}$$

$$v_{B2} = -\frac{m_A}{m_B} v_{A2}$$

$$= -\frac{5,0 \text{ kg}}{110 \text{ kg}} \cdot 7,0 \frac{m}{s} = \underline{\underline{-0,32 \frac{m}{s}}}$$

altså i retning vekk fra kaia.

4) Krefter i én dimensjon OG Coulombkrefter!



$$q_1 = q_2 = -e$$

$$Q = ?$$

$$r_{q_2 q_1} = r$$

$$r_{Q q_1} = 4r$$

Siden ladningene q_1 er i ro: $\sum \vec{F}_{q_1} = 0$

$$\Rightarrow \vec{F}_{Q q_1} + \vec{F}_{q_2 q_1} = 0$$

Siden vi har å gjøre med krefter i én dimensjon, kan vi legge fra oss vektnotasjonen, men stadig holde fast på at den ene kraften virker i motsatt retning av den andre:

$$F_{q_2 q_1} + F_{Q q_1} = 0$$

$$-F_{q_2 q_1} = F_{Q q_1}$$

$$-k_e \frac{q_2 q_1}{(r_{q_2 q_1})^2} = k_e \frac{Q q_1}{(r_{Q q_1})^2}$$

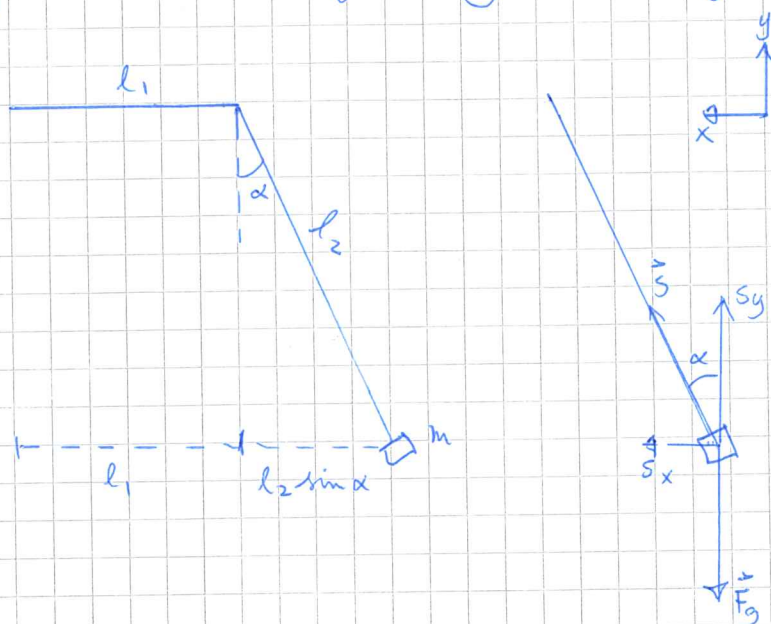
$$-k_e \frac{q_2 q_1}{r^2} = k_e \frac{Q q_1}{(4r)^2}$$

$$-\frac{q_2}{r^2} = \frac{Q}{16r^2}$$

$$Q = -16q_2, \quad q_2 = -e$$

$$Q = \underline{\underline{16e}}$$

5) Krefter i to dimensjoner og sirkelbevegelse med konstant akselerasjon!



$$l_1 = 3,00 \text{ m}$$

$$l_2 = 5,00 \text{ m}$$

$$\alpha = 30,0^\circ$$

$$m = 65,0 \text{ kg}$$

$$v = ?$$

$$S_y = S \cos \alpha$$

$$S_x = S \sin \alpha$$

Ingen akselerasjon i y-retning:

$$\sum F_y = S_y - F_g = 0 \Rightarrow S_y = F_g$$

$$S \cos \alpha = mg \quad 1)$$

(Sentripetal-) akselerasjon i x-retning:

$$\sum F_x = S_x = ma = m \frac{v^2}{r}$$

$$S_x = m \frac{v^2}{r}$$

$$S \sin \alpha = m \frac{v^2}{r} \quad 2)$$

Løser 1) med snorkraften S :

$$S = \frac{mg}{\cos \alpha}$$

og setter inn i 2):

$$\frac{mg}{\cos \alpha} \cdot \sin \alpha = m \frac{v^2}{r}$$

$$\frac{v^2}{r} = g \tan \alpha$$

$$v = \sqrt{gr \tan \alpha}$$

$$v = \sqrt{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5,50 \text{ m} \cdot \tan 30,0^\circ} = 5,50 \text{ m/s}$$

$$v = 5,58 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Baneradius r :

$$r = l_1 + l_2 \sin \alpha$$

$$= 3,00 \text{ m} + 5,00 \text{ m} \cdot \sin 30,0^\circ$$

6) Stående bølger på en streng!

$$L = 5,00 \text{ m}$$

$$m = 0,250 \text{ kg}$$

$$f_1 = 22,0 \text{ Hz}$$

$$1) v = \sqrt{\frac{F}{m/L}}$$

hvor F i dette til-
fælde kan skrives
som snærebøjet S .

$$\Rightarrow v^2 = \frac{S}{m/L}$$

$$\Rightarrow S = \frac{m}{L} \cdot v^2$$

Men hva er bølgefarten?

$$2) v = \lambda f$$

Men hva er bølglængden?

Grundfrekvensen f_1 hører sammen med den længste bølglængde
for en slik stående bølge:

$$3) \lambda = \lambda_1 = 2L$$

$$2) v = \lambda_1 f_1 = 2L f_1$$

$$1) S = \frac{m}{L} \cdot (2L f_1)^2$$

$$= 4m L f_1^2$$

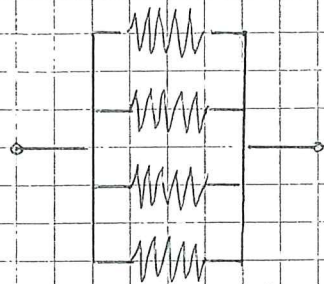
$$= \underline{\underline{4 \cdot 0,25}}$$

$$= 4 \cdot 0,250 \text{ kg} \cdot 5,00 \text{ m} \cdot (22,0 \text{ Hz})^2$$

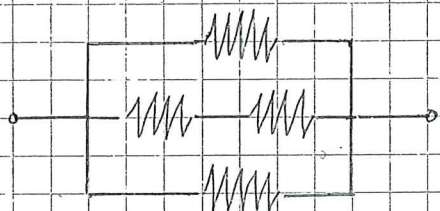
$$= \underline{\underline{2,42 \text{ kN}}}$$

7) Totalresistans!

Vi kan med en gang udelukke de alternativer som inneholder én eller flere motstander i serie, siden disse alternativene vil gi en totalresistans større enn R .



$$\begin{aligned} R_{\text{TOT}} &= \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \right)^{-1} \\ &= \left(\frac{4}{R} \right)^{-1} \\ &= \frac{R}{4} \end{aligned}$$

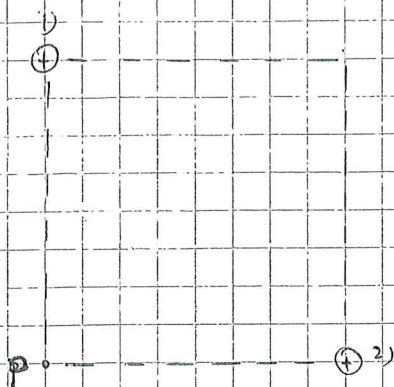


$$\begin{aligned} R_{\text{TOT}} &= \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R+R} + \frac{1}{R} \right)^{-1} \\ &= \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{R} \right)^{-1} \\ &= \left(\frac{2+1+2}{2R} \right)^{-1} \\ &= \frac{2}{5} R \end{aligned}$$



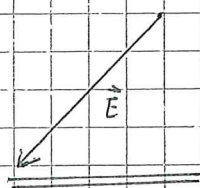
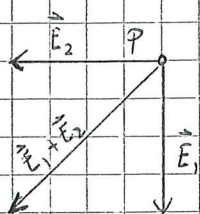
$$\begin{aligned} R_{\text{TOT}} &= \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R} \right)^{-1} + \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R} \right)^{-1} \\ &= \left(\frac{2}{R} \right)^{-1} + \left(\frac{2}{R} \right)^{-1} \\ &= \frac{R}{2} + \frac{R}{2} = \underline{\underline{R}} \end{aligned}$$

8) Elektrisk felt fra punktladninger!



Det elektriske felt fra hver positive punktladning peger ~~radialt~~ radialt ud fra punktladningene.

Det elektriske felt i punkt P er vektorsummen af E-feltbidragene fra hver af punktladningene.



9) Ladd partikkel i magnetfelt, sirkulbevegelse!

Når noe beveger seg i en sirkelbane med konstant banefart, kan vi si at kraftsummen på dette "noe" er:

$$\Sigma F = m \frac{v^2}{r}$$

Hvilke krefter er det som virker på en ladd partikkel i bevegelse gjennom et magnetfelt? Jo, én kraft:

$$F_B = qvB \quad (\text{så lenge } \vec{v} \perp \vec{B})$$

$$\Rightarrow qvB = m \frac{v^2}{r_1}$$

$$r_1 = \frac{mv^2}{qvB}$$

$$r_1 = \frac{mv}{qB}$$

For en partikkel med masse $4m$ og ladning $2q$ med samme banefart v

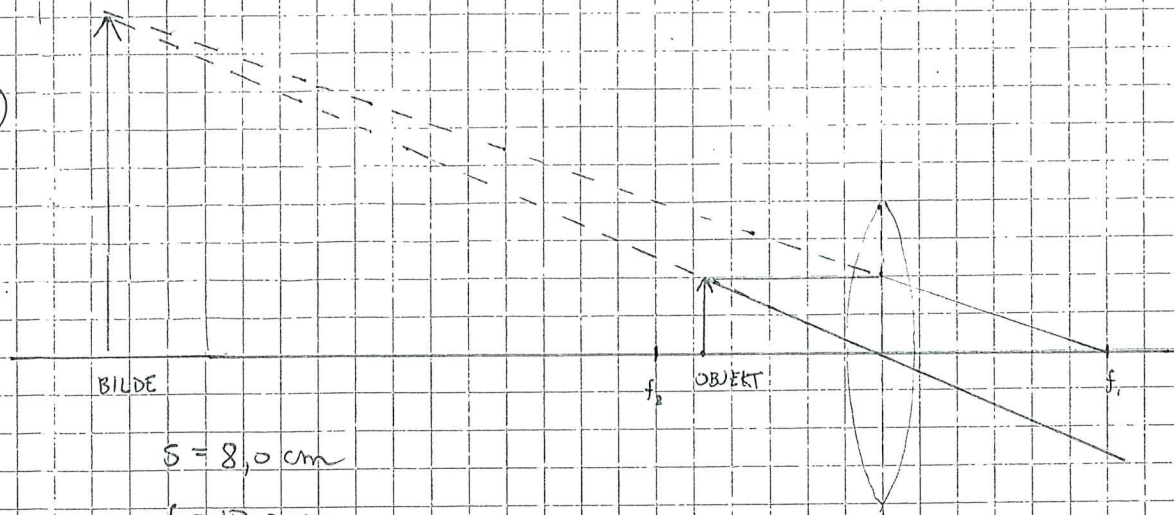
blir baneradius r_2 :

$$r_2 = \frac{4mv}{2qB}$$

$$= 2r_1$$

$$= \underline{\underline{2r}}$$

10)



$$s = 8,0 \text{ cm}$$

$$f = 10,0 \text{ cm}$$

$$s' = ?$$

Figuren indikerer hvor billedet opstår og hvordan det ser ud (retvendt eller omvendt).

Tynnlenseformelen gir oss følgende for bildeavstanden s' :

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$$

$$s' = \left(\frac{1}{f} - \frac{1}{s} \right)^{-1}$$

$$s' = \frac{sf}{s - f}$$

$$s' = \frac{8,0 \text{ cm} \cdot 10,0 \text{ cm}}{8,0 \text{ cm} - 10,0 \text{ cm}}$$

$$s' = \underline{\underline{-40,0 \text{ cm}}}$$

Bildet oppstår 40,0 cm til venstre for linse.

Forstørrelsen: $m = \frac{-s'}{s} = \frac{-(-40,0 \text{ cm})}{8,0 \text{ cm}} = \underline{\underline{5,0}}$

Bildet er fem ganger så stort som objektet, og retvendt

11) Atomenes diskrete energitilstande !

Elektromagnetisk stråling og materie vekselsvirkar, men kun dersom strålingen har "riktig" energi.

Ifølge Bohrs atommodell vil et hydrogenatom eksistere dersom fotonenergien tilsvarener energidifferansen mellom to energitilstande:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} \quad 1)$$

$$\Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) \cdot 13,6 \text{ eV}, \quad n > m$$

Her er $m=1$, og vi setter $13,6 \text{ eV} = B$

$$\text{Dermed: } \frac{hc}{\lambda} = B \left(1 - \frac{1}{n^2} \right) \quad 2)$$

Vi kan løse dette på flere måter:

- Regne ut energidifferansen ΔE mellom grunntilstanden ($n=1$) og en rekke eksisterende tilstande ($n=2, 3, 4, \dots$), og deretter sjekke om én eller flere av disse energidifferansene passer med energien til noen av fotonene i oppgaven.

Her vises en alternativ framgangsmåte: Løs 2) mht n og sett inn de ulike bølglengdene. Dersom n blir et heltall, vil den tilhørende bølglengden være i stand til å eksitere atomet fra grunntilstanden:

$$\frac{hc}{\lambda} = B \left(1 - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$\Rightarrow n = \sqrt{\frac{B \cdot \lambda}{B \cdot \lambda - hc}}$$

$$\lambda_I = 97,5 \text{ nm gir } n = 4,00$$

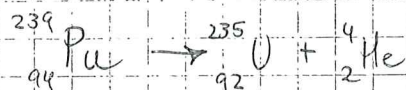
$$\lambda_{II} = 99,7 \text{ nm gir } n = 3,46$$

$$\lambda_{III} = 102,8 \text{ nm gir } n = 3,00$$

$$\lambda_{IV} = 110,2 \text{ nm gir } n = 2,42$$

Vi ser at kun λ_I og λ_{III} er i stand til å eksitere hydrogen-atomet fra grunntilstanden.

12) Masseravn og energi!



Energien som frigjortes i en slik prosess kommer av at det kildelende forsvinner noe masse i denne reaksjonen.

For å regne ut denne frigjorte energien må vi derfor finne masseravnet (med negativt fortegn):

$$1) \quad \Delta E = -\Delta m c^2, \text{ hvor } -\Delta m = m_{\text{FØR}} - m_{\text{ETTER}}$$

Vi ønsker å få svaret ut i MeV (og ikke J), da kan vi omgjøre

1) littlitt:

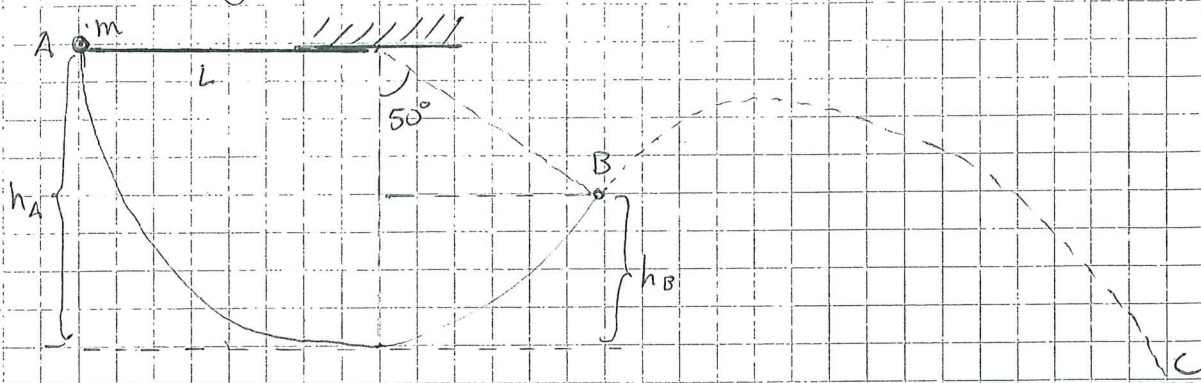
$$2) \quad \Delta E = -\Delta m \cdot \frac{931,5 \text{ MeV}}{u}, \text{ gitt at } [1u] = u$$

$$\begin{aligned} -\Delta m &= 239,052157u - (235,043924u + 4,002602u) \\ &= 5,631 \cdot 10^{-3} u \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \quad \Delta E &= 5,631 \cdot 10^{-3} u \cdot \frac{931,5 \text{ MeV}}{u} \\ &= \underline{\underline{5,25 \text{ MeV}}} \end{aligned}$$

13) Energibevarelse og bevægelse!

a)



$$m = 3,1 \text{ kg}$$

$$L = 4,2 \text{ m}$$

$$\alpha = 50^\circ$$

$$h_A = L$$

$$h_B = L(1 - \cos \alpha) \quad E_B = E_A$$

Det er kun tyngdekraften som giver et arbejde på legemet. Den mekaniske energi til legemet er bevaret!

$$K_B + U_B = K_A + U_A, \quad K_A = 0$$

$$\frac{1}{2} m v_B^2 + mgh_B = mgh_A$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} v_B^2 = g(h_A - h_B)$$

$$v_B^2 = 2g(h_A - h_B)$$

$$v_B = \sqrt{2g(h_A - h_B)}$$

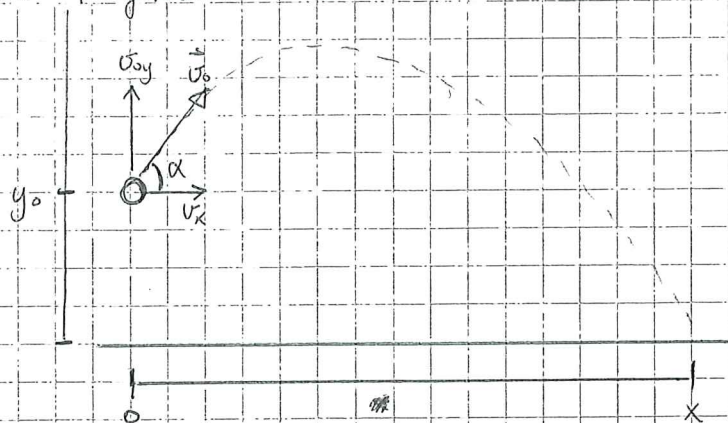
$$v_B = \sqrt{2g(L - L(1 - \cos \alpha))}$$

$$v_B = \sqrt{2gL \cos \alpha}$$

$$= \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 4,2 \text{ m} \cdot \cos 50^\circ}$$

$$v_B = 7,2779 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{\underline{7,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

13b) Akkurat idet snora ryker, har legemet en hastighet som peker tangensielt mid sirkelbanens.



$$\alpha = 50^\circ$$

$$y_0 = 1,3 \text{ m}$$

$$v_x = v_0 \cos \alpha$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

Ingen akselerasjon i x-retning:

$$1) \quad x = v_x t$$

Vi må finne ut hvor lang tid legemet er i lufta!

y-retning:

$$2) \quad y = y_0 + v_{0y} t + \frac{1}{2} a t^2, \quad y = 0, y_0 = 1,3 \text{ m}, a = -g$$

$$\Rightarrow 0 = y_0 + v_{0y} t - \frac{1}{2} g t^2$$

Andregradsligningen må vi løse:

$$t = 1,335 \text{ s} \quad \vee \quad t = -0,198 \text{ s}$$

Setter det positive svaret inn i 1):

$$x = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$= 7,3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cos 50^\circ \cdot 1,335 \text{ s}$$

$$= \underline{\underline{6,3 \text{ m}}}$$

14) Krfter, gravitasjon og jordrotasjon!

- a) Det første vi må ha klart for oss, er at en badevkt ikke måler massen vår - den måler normalkraften N som virker fra overflaten av badevkten på oss (eller rett og slett, motkraften til normalkraften, som virker fra oss på badevkten). Til daglig utgjør dette imidlertid ikke noe nærmerdigg - tyngdekraften fra jordens indre på oss er i tillegg for alle praktiske formål like motkraften til normalkraften fra badevkten på oss.

Men - hvis vi står på ekvator blir det litt en annen historie!

$$1) \quad \sum F = F_g - N = m \frac{v^2}{r}$$

Tyngdekraften avhenger kun av massen til jorden og vår avstand fra jorden til jordens sentrum.

Vi lter etter en tilsvarende for N :

$$1) \quad N = F_g - m \frac{v^2}{r} \\ = m \left(g - \frac{v^2}{r} \right)$$

Banefarten til jordoverflaten ved ekvator: $v = \frac{2\pi r}{T}$

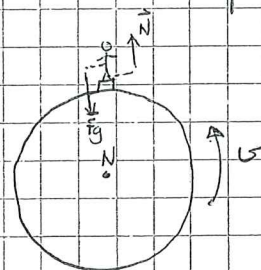
$$\Rightarrow N = m \left(g - \frac{4\pi^2 r}{T^2} \right)$$

$$N = m \left(g - \frac{4\pi^2 r}{T^2} \right)$$

$$N = 65,0 \text{ kg} \cdot \left(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot 6371 \cdot 10^3 \text{ m}}{(24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s})^2} \right)$$

$$N = \underline{\underline{635 \text{ N}}}$$

Alltså omtrent 3 N mindre enn i Trondheim.



14 b)

Nå blir vi usikre. Vi liker altså etter omloppstiden til jorda, dersom den hadde vært så høyt (med en høy(!) omloppsfart) at vi hadde løstet fra bakken. I et slikt scenario vil normalkraften N fra underlaget på oss (og dermed motkraften N' fra oss på underlaget) gå mot 0:

$$\Sigma F = F_g - N = m \frac{v^2}{r}, \quad N \rightarrow 0$$

$\Rightarrow$

$$F_g = m \frac{v^2}{r}$$

$$mg = m \frac{v^2}{r}$$

$$v^2 = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2}$$

$$g = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

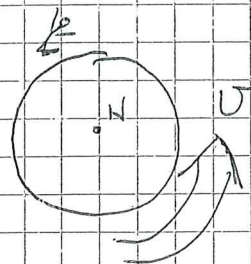
$$T^2 = \frac{4\pi^2 r}{g}$$

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r}{g}}$$

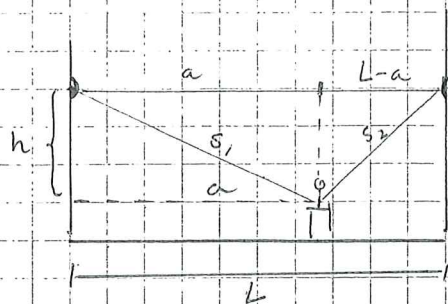
$$T = \sqrt{\frac{4 \cdot \pi^2 \cdot 6371 \cdot 10^3 \text{ m}}{9.81 \text{ m/s}^2}}$$

$$T = \underline{\underline{5063 \text{ s}}}$$

$$= \underline{\underline{84 \text{ min}}}$$



15) Interferens!



$$L = 10,00 \text{ m}$$

$$a = 6,508 \text{ m}$$

$$h = 3,00 \text{ m}$$

$$f = 2,4 \cdot 10^9 \text{ Hz}$$

Dersom de to ruterne sender ut sine signaler i fase med samme frekvens, vil betingelsen for om studenten opplever stabilt nett være at forskjellen i varelengde ($s_1 - s_2$) utgjør et helt antall bølgelengder. Hvis ikke er sannsynligheten til stede for at nettet vil oppleves et ustabil fra der studenten befinner seg.

Kal andre ord: $\Delta s = n\lambda = n \cdot \frac{c}{f}$ 1)

Hvis n er et positivt heltall $\rightarrow$ konstruktiv interferens og dermed et sterkt signal

Hvis n er $x,5$ betyr det at signalene fra ruterne mottas i motfase $\rightarrow$ destruktiv interferens og dermed svakt signal eller ikke noe signal.

$$1) \quad n = \frac{f}{c} \cdot \Delta s$$

Vi må finne veforskjellen Δs :

$$s_1: \text{Pytagoras gir oss } s_1 = \sqrt{a^2 + h^2} = 7,166 \text{ m}$$

$$s_2 = \sqrt{(L-a)^2 + h^2} = 4,6037 \text{ m}$$

$$\Delta s = 2,562 \text{ m}$$

Vi finner dermed n : $n = \frac{2,4 \cdot 10^9 \text{ Hz}}{3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \cdot 2,562 \text{ m}$

$$n = 20,5$$

Signalene fra ruterne vil mottas i motfase der studenten sitter, og vedkommende vil oppleve en ustabil nettilgang.