

I

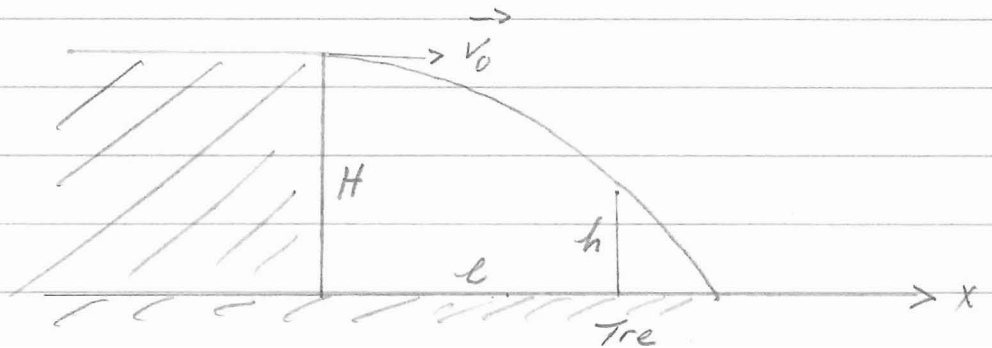
a) Tiden er bestemt av: $\frac{1}{2}gt^2 = H$, $t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \underline{\underline{1,4\text{ s}}}$

Farten er gitt ved: $v^2 = v_0^2 + v_1^2 = v_0^2 + (gt)^2 \Rightarrow$
 $v = \sqrt{v_0^2 + 2gH} = \underline{\underline{51,9\text{ m/s}}}$

Farten kan ellers beregnes av:

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + mgH = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \underline{\underline{v = \sqrt{v_0^2 + 2gH}}}$$

Avstanden L er bestemt av: $L = v_0 t = v_0 \sqrt{\frac{2H}{g}}$
 $= \underline{\underline{71,4\text{ m}}}$



$$\left. \begin{aligned} H-h &= \frac{1}{2}gt'^2 \\ v_0 t' &= L = 3L/4 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} H-h &= \frac{1}{2}g(3L/4v_0)^2 \\ &= \frac{1}{2}g \frac{9}{16} \frac{2H}{g} = \frac{9}{16}H \end{aligned}$$

Tree's height $h = H - \frac{9}{16}H = \underline{\underline{\frac{7}{16}H = 4,4\text{ m}}}$

b) La $x=0$ ved foten av bygningen.

Massesenteret følger samme bane som i a) som ender i avstand $L = 71,4\text{ m}$ fra bygningen.

$$x_{CM} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3}{m_1 + m_2 + m_3} = \frac{\frac{1}{4}m \cdot 0 + \frac{1}{2}m \cdot 63 + \frac{1}{4}m x_3}{m}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 63 + \frac{1}{4} \cdot x_3 \Rightarrow$$

$$\frac{1}{4}x_3 = 41,4 - 31,5 \Rightarrow x_3 = 159,6 \text{ d: } 159,6 \text{ m}$$

Den tredje biten lander 160 m fra bygningen.

II

$$a) \quad \frac{1}{2}mv^2 = mgh \\ = mgl(1 - \cos \theta_0)$$

$$v^2 = 2gl(1 - \cos \theta_0)$$

$$v = \sqrt{2gl(1 - \cos \theta_0)}$$

$$F_T - mg = mv^2/l$$

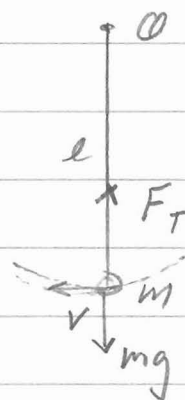
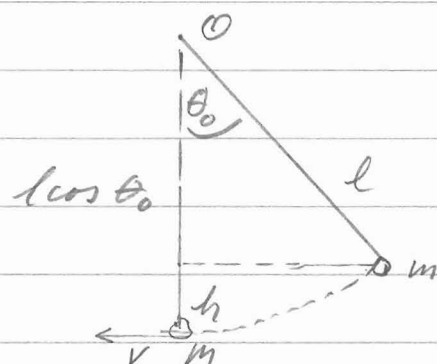
$$F_T = mg + m \cdot 2g(1 - \cos \theta_0) \\ = 3mg - 2mg \cos \theta_0$$

$$F_T = \underline{\underline{mg(3 - 2 \cos \theta_0)}}$$

$$\vec{a}_{\text{total}} = \vec{a}_{\text{tang}} + \vec{a}_{\text{centrip}}$$

$$\vec{a}_{\text{tang}} = 0 \text{ i laveste punkt.}$$

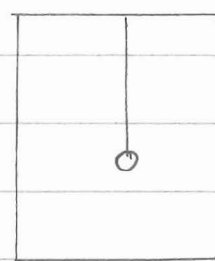
$$\vec{a}_{\text{tot}} = \vec{a}_{\text{cen}} = v^2/l = \underline{\underline{2g(1 - \cos \theta_0)}}$$



b) Fase (i):

Kula akselererer
nedover med
hvisens aksel-
erasjon a .

Velger vi positiv
retning nedover, får vi:



Hvis $\downarrow v$

$$\underline{\underline{F_T = m(g-a)}}$$

Fase (ii):

Ingen akselerasjon, heisen representerer et treghetssystem:

$$mg - F_T = 0$$

$$\underline{\underline{F_T = mg}}$$

Fase (iii):

$$mg - F_T = -ma \quad \text{når vi velger pos. retn. nedover}$$

$$\underline{\underline{F_T = m(g+a)}}$$

Snordraget er størst under oppbremsingen (fase (iii)).
Sjansen er størst for at snora ryker i denne fasen.

- c) Største akselerasjon heisen kan ha, er bestemt av snordraget i fase (iii):

$$m(g+a) < 1,242 \text{ N}$$

$$a < \frac{1,242 \text{ N}}{m} - g = \frac{1,242 \text{ N}}{0,10 \text{ kg}} - 9,80 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a < \underline{\underline{2,62 \text{ m/s}^2}} \approx \underline{\underline{0,27 g}}$$

Tilsvarende for eksperimentet i pkt. a):

$$mg(3-2\cos\theta_0) < 1,242 \text{ N}$$

$$3 - 2 \cos \theta_0 < \frac{1,242 \text{ N}}{mg}$$

$$2 \cos \theta_0 > 3 - \frac{1,242 \text{ N}}{mg}$$

$$\cos \theta_0 > \frac{3}{2} - \frac{1,242 \text{ N}}{2mg} = 0,8663$$

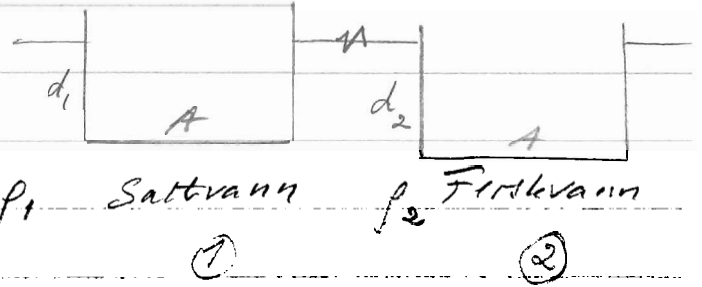
$$\theta_0 < 29,97$$

$$\theta_{\max} = \underline{\underline{30,0^\circ}}$$

a)

$$\textcircled{1} \rho_1 A d_1 g = mg$$

$$\textcircled{2} \rho_2 A d_2 g = mg$$



hvor m = massen til båt m /olje

$$\rho_1 A d_1 = \rho_2 A d_2 \Rightarrow d_2 = \frac{\rho_1}{\rho_2} d_1 = \frac{1,02 \cdot 10^3}{1,00 \cdot 10^3} 30,0 \text{ m}$$

$$d_2 = \underline{\underline{30,6 \text{ m}}}$$

Pumper ut en masse Δm med olje slik at båten stikker $d = 30,0 \text{ m}$ dypt i ferskvann

$$\rho_2 A d g = (m - \Delta m) g$$

$$\rho_2 A d = (m - \Delta m), \text{ men } \rho_2 A = \frac{m}{d_2} \text{ ifølge } \textcircled{2}$$

$$m \frac{d}{d_2} = (m - \Delta m)$$

$$\frac{d}{d_2} = 1 - \frac{\Delta m}{m}$$

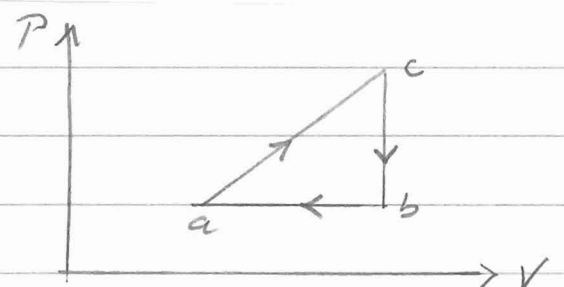
$$\frac{\Delta m}{m} = 1 - \frac{d}{d_2}$$

$$m_{\text{olje}} = \frac{2}{3} m \Rightarrow$$

$$\frac{\Delta m}{m_{\text{olje}}} = \frac{3}{2} \frac{\Delta m}{m} = \frac{3}{2} \left(1 - \frac{d}{d_2} \right) = \frac{3}{2} \left(1 - \frac{30,0}{30,6} \right) = 0,0294$$

Vi må pumpe ut 2,9% av oljen.

b) I prosessen $a \rightarrow c$ er
ikke P konstant, og
vi kan ikke bruke



formelen $W = P \Delta V$, men vi kan bruke den generelle regelen om at arbeidet er arealet under kurven ac (læreboka s. 412), altså

$$\begin{aligned} W_{a \rightarrow c} &= (V_b - V_a) P_a + \frac{1}{2} (V_b - V_a) (P_c - P_a) \\ &= (V_b - V_a) \frac{1}{2} (P_a + P_c) \\ &= 1 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{1}{2} \cdot 300 \cdot 10^3 \text{ J} = \underline{\underline{150 \text{ J}}} \end{aligned}$$

$$\Delta U = Q - W$$

$$\Delta U_{a \rightarrow c} = Q_{a \rightarrow c} - W_{ac} = 180 \text{ J} - 150 \text{ J} = \underline{\underline{30 \text{ J}}}$$

$$W_{c \rightarrow b \rightarrow a} = W_{b \rightarrow a} = P_a (V_a - V_b) = 100 \cdot 10^3 (-1 \cdot 10^{-3}) \text{ J}$$

$$W_{c \rightarrow b \rightarrow a} = \underline{\underline{-100 \text{ J}}} \quad \text{Det gjøres et arbeid på gassen!}$$

$$Q_{c \rightarrow b \rightarrow a} = \Delta U_{c \rightarrow b \rightarrow a} + W_{c \rightarrow b \rightarrow a}$$

$$\Delta U_{c \rightarrow b \rightarrow a} = \Delta U_{c \rightarrow a} = -\Delta U_{a \rightarrow c} \quad \text{siden } U \text{ er en tilstandsvariabel.}$$

$$Q_{c \rightarrow b \rightarrow a} = -30 \text{ J} - 100 \text{ J} = \underline{\underline{-130 \text{ J}}}$$

Det går varme ut av gassen!

c) Se læreboka, kap. 13-4 s. 360, spesielt figur 13-11

IV

a) Se læreboka kap. 16-10.

Viktig å få fram at for å kunne anvende Gauss' lov til å beregne elektrisk felt, må man ha symmetri i problemet og Gauss-flata må velges i samsvar med symmetrien slik at $E_{\perp} = \text{konstant}$ på flata.

I alle tilfellene (i), (ii) og (iii) er det elektriske feltet kulesymmetrisk. I alle tilfellene legger vi en Gaussflate som er et kuleskall med radius $R > r$ og som har sentrum i origo. (se boka, fig. 16-39).

Da er $E = E_{\perp}$, og E er konstant over Gaussflata:

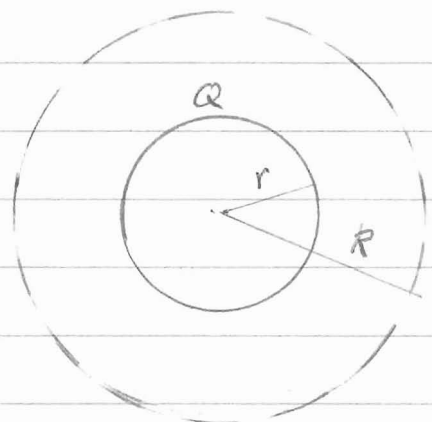
$$E \cdot 4\pi R^2 = Q / \epsilon_0$$

$Q_{\text{encl}} = Q$ i alle tilfellene (i), (ii) og (iii).
Altså:

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$$

b)

Sylinderskallet sett fra enden med Gaussflate (stiplet) for tilfellet $R > r$.



$R > r$: Gaussflata velges nå som et sylinderskall som har akse som faller sammen med aksen i det ladete sylinderskallet, og som har lengde l . Av symmetrigrunner er $\vec{E} \perp$ Gaussflata og konstant over flata, når vi ser bort fra ende-effekter. Det gir

$$\vec{E} \cdot 2\pi R \cdot l = Q / \epsilon_0$$

$$\vec{E} = \frac{Q}{2\pi R l \epsilon_0} = \frac{1}{2\pi R \epsilon_0} \frac{Q}{l}$$

(se forøvrig boka, Exercise H s. 459.)

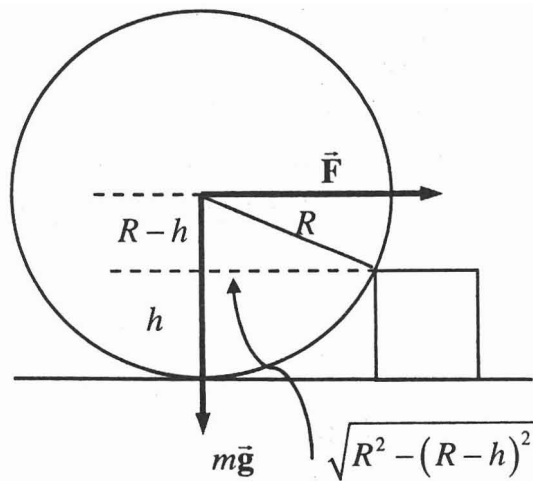
$R < r$: Resonnementet er det samme som ovenfor, men nå er $R < r$, dvs. at vi velger radius i Gauss-skallet slik at det ligger inne i det ladete sylinderskallet. Da er $Q_{\text{enc}} = 0$, og

$$\vec{E} \cdot 2\pi R l = 0$$

$$\underline{\underline{\vec{E} = 0}}$$

V

- a) Må se på summen av kraftmomenter om kontakt-punktet mellom hjulet og trinnet. Så snart hjulet begynner å løfte seg fra golvet, er det bare to krefter, $\vec{F}$ og $M\vec{g}$, som har et moment om dette punktet.



$$\sum \tau = F(R-h) - Mg\sqrt{R^2 - (R-h)^2}$$

Minste F finner vi ved å sette $\sum \tau = 0$:

$$F(R-h) = Mg\sqrt{R^2 - (R-h)^2} = Mg\sqrt{h(2R-h)}$$

$$\underline{\underline{F = Mg \frac{\sqrt{h(2R-h)}}{R-h}}}$$

- b) Siden oppvarmingen ikke forårsaker noe kraftmoment på hjulet, vil ikke det angulære moment endres:

$$I\omega = I'\omega'$$

hvor I , ω og I' , ω' refererer henholdsvis til tilstanden før og efter oppvarmingen.

$$\frac{1}{2} M R^2 \omega = \frac{1}{2} M (R + \Delta R)^2 (\omega + \Delta \omega)$$

hvor ΔR er økningen av R ved oppvarmingen,
 $\Delta R = \alpha R \Delta T$.

$$R^2 \omega = R^2 (1 + \Delta R/R)^2 \omega (1 + \Delta \omega/\omega)$$

$$1 = (1 + \Delta R/R)^2 (1 + \Delta \omega/\omega)$$

$$1 + \frac{\Delta \omega}{\omega} = \frac{1}{(1 + \Delta R/R)^2} = \left(1 + \frac{\Delta R}{R}\right)^{-2} \approx 1 - 2 \frac{\Delta R}{R}$$

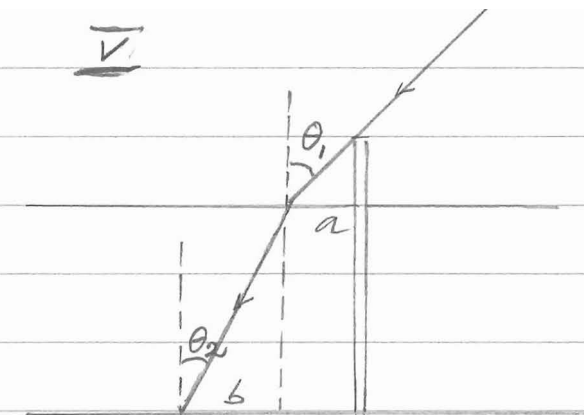
sidan $\Delta R/R \ll 1$ (jfr. hint)

$$\frac{\Delta \omega}{\omega} = -2 \frac{\Delta R}{R} = -2 \frac{\alpha R \Delta T}{R}$$

$$\frac{\Delta \omega}{\omega} = -\underline{\underline{2\alpha \Delta T}}$$

a) $n_1 = 1,00$

$n_2 = 1,33$



$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad \theta_1 = 90^\circ - 55,0^\circ = 35,0^\circ$$

$$\sin \theta_2 = \frac{1,00 \cdot \sin 35,0^\circ}{1,33} = 0,4313 \Rightarrow \theta_2 = 25,55^\circ$$

$$a = 0,50 \cdot \tan \theta_1 = 0,35 \quad \text{d: } 0,35 \text{ m}$$

$$b = 1,50 \cdot \tan \theta_2 = 0,72 \quad \text{d: } 0,72 \text{ m}$$

$$\text{Lengden av skyggen} = a + b = \underline{\underline{1,07 \text{ m}}}$$

VI

- a) I følge vedlegg: Massen til $^{232}_{92}\text{U}$ er $232,037146 \text{ u}$
— " — $^{228}_{92}\text{Th}$ er $228,028731 \text{ u}$
— " — ^4_2He er $4,002603 \text{ u}$

Massetapet er da:

$$(232,037146 - 228,028731 - 4,002603) \text{ u} = 0,005812 \text{ u}$$

$$\text{Frigjørt energi: } 0,005812 \cdot 931,5 \text{ MeV} = \underline{\underline{5,41 \text{ MeV}}}$$

b) $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$

q er partikkelens ladning.

$\vec{v}$ — " — hastighet.

$\vec{B}$ er magnetfeltet.

$$\vec{F} \perp \vec{v}$$

$$\vec{F} \perp \vec{B}$$

$|\vec{F}| = |q|vB \sin \theta$ hvor θ er vinkelen mellom $\vec{v}$ og $\vec{B}$.

$|\vec{F}| = |q|vB$ når $\vec{v} \perp \vec{B}$ slik som i vårt tilfelle.

γ -partikler er nøytrale (ikke ladete) og påvirkes ikke av magnetfeltet.

α -partikler er positivt ladet ($q > 0$), $\vec{F}$ peker da mot venstre i figuren, og vi får da en avbøyning mot venstre.

β^- -partikler er elektroner ($q < 0$), $\vec{F}$ peker da mot høyre, og vi får en avbøyning mot høyre i figuren.

Banene til α og β^- er deler av sirkelbaner med radius $r = mv/|q|B$ (se avsnitt 20-4 i boka).

r er da større for α enn β^- hvis v er den samme.