

I

a) $F_{\text{ext}} = kx$, $F_{\text{friksjon}} = \mu_s mg$, $F_{\text{ext}} = F_{\text{friksjon}} \Rightarrow$

$$x = \frac{\mu_s mg}{k} = \frac{0,60 \cdot 1,5 \cdot 9,80}{1,2 \cdot 10^3} = 0,0074 \text{ d. } 0,0074 \text{ m}$$

$$x = \underline{0,74 \text{ cm}}$$

Når beregelsen har startet, er det kinetisk friksjon som gjelder, og siden $\mu_k < \mu_s$, får vi en nettokraft

$$F_{\text{ext}} - \mu_k mg = \mu_s mg - \mu_k mg = (\mu_s - \mu_k) mg$$

som akselererer klossen.

$$a = \frac{(\mu_s - \mu_k) mg}{m} = (\mu_s - \mu_k) g = 0,2 g$$

$$a = \underline{0,2 g} = \underline{1,96 \text{ m/s}^2}$$

Konstant fart betyr $F_{\text{ext}} = \mu_k mg$

$$x = \frac{\mu_k mg}{k} = \frac{0,40 \cdot 1,5 \cdot 9,80}{1,2 \cdot 10^3} = 0,0049$$

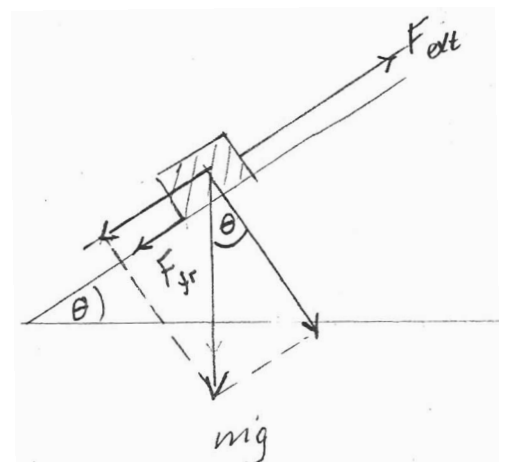
$$x = 0,0049 \text{ m} = \underline{0,49 \text{ cm}}$$

b)

$$F_{\text{ext}} = F_{\text{fr}} + mg \sin \theta$$

$$F_{\text{fr}} = \mu_s mg \cos \theta$$

$$kx = \mu_s mg \cos \theta + mg \sin \theta$$



$$x = \frac{mg}{k} (\sin \theta + \mu_s \cos \theta)$$

$$= \frac{1,5 \cdot 9,80}{1,2 \cdot 10^3} (\sin 30^\circ + 0,6 \cdot \cos 30^\circ) = 0,0125$$

$$x = 0,0125 \text{ m} = \underline{\underline{1,25 \text{ cm}}}$$

$$a = (F_{\text{ext}} - F_{\text{fr}} - mg \sin \theta) / m \quad \text{hvor } F_{\text{fr}} = \mu_k mg \cos \theta$$

$$a = (mg \sin \theta + \mu_s mg \cos \theta - \mu_k mg \cos \theta - mg \sin \theta) / m$$

$$= (\mu_s - \mu_k) g \cos \theta = 0,2 \cdot \cos 30^\circ \cdot g = 0,173 \text{ g}$$

$$\underline{\underline{a = 0,173 \text{ g} = 1,70 \text{ m/s}^2}}$$

Konstant fart når

$$F_{\text{ext}} = \mu_k mg \cos \theta + mg \sin \theta$$

$$F_{\text{ext}} = kx$$

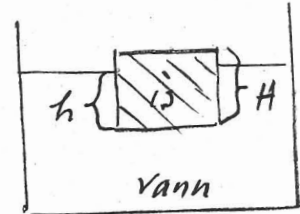
$$x = \frac{mg}{k} (\sin \theta + \mu_k \cos \theta) = \frac{1,5 \cdot 9,80}{1,2 \cdot 10^3} (\sin 30^\circ + 0,4 \cos 30^\circ)$$

$$x = 0,0104 \text{ m} = \underline{\underline{1,04 \text{ cm}}}$$

II

$$a) \rho_{is} = \frac{m_{is}}{V_{is}} = \frac{7,34}{0,2^3} = 917,5 \text{ } \therefore \underline{\underline{917,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}}$$

$$\begin{aligned} \text{Oppdrift} &= m_{\text{vann}} g \\ &= \rho_{\text{vann}} V_{\text{vann}} g \end{aligned}$$



$$\text{Vekt} = m_{is} g = \rho_{is} V_{is} g$$

$$\rho_{\text{vann}} V_{\text{vann}} g = \rho_{is} V_{is} g$$

$$V_{\text{vann}} = \frac{\rho_{is}}{\rho_{\text{vann}}} V_{is} \Rightarrow h = \frac{\rho_{is}}{\rho_{\text{vann}}} H$$

$$\begin{aligned} h &= \frac{917,5}{1000} \cdot 0,20 = 0,1835 \text{ } \therefore \underline{\underline{0,184 \text{ m}}} \\ &= \underline{\underline{18,4 \text{ cm}}} \end{aligned}$$

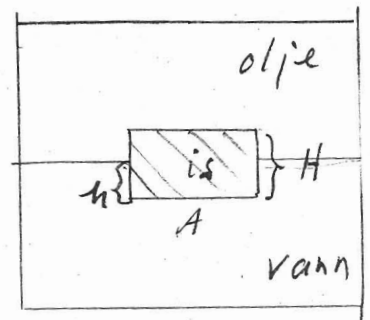
Når isen smelter, blir den til en mengde vann som er like den vannmengden den fortrenger før den begynner å smelte.

Det betyr at nivået er uforandret!

$$b) \text{ Fordi } \rho_{\text{olje}} < \rho_{is}$$

$$\text{og } \rho_{\text{vann}} > \rho_{is}$$

vil blokken bli liggende som i fig. til høyre. Vi skal bestemme h.



Oppdriften balanserer vekten:

$$\rho_{\text{vann}} A h g + \rho_{\text{olje}} A (H - h) g = \rho_{\text{is}} A H g$$

$$\rho_{\text{vann}} h + \rho_{\text{olje}} (H - h) = \rho_{\text{is}} H$$

$$h (\rho_{\text{vann}} - \rho_{\text{olje}}) = (\rho_{\text{is}} - \rho_{\text{olje}}) H$$

$$h = \frac{\rho_{\text{is}} - \rho_{\text{olje}}}{\rho_{\text{vann}} - \rho_{\text{olje}}} \cdot H = \frac{917,5 - 850}{1000 - 850} \cdot 0,20 = 0,090$$

$$\underline{h = 0,090 \text{ m} = 9,0 \text{ cm}}$$

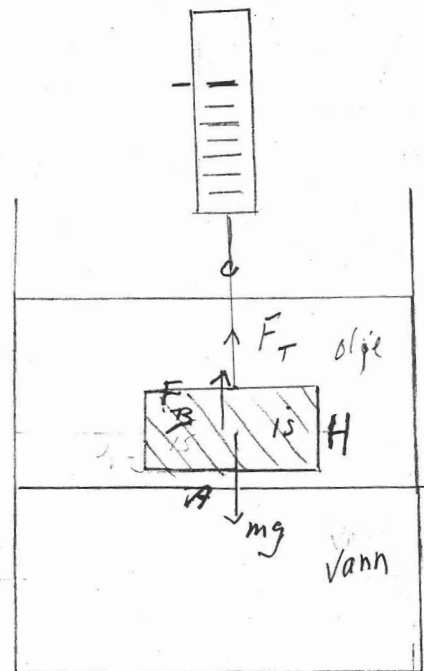
Fjærvekta viser
snordraget F_T .

$$F_T + F_B = mg \quad (m = m_{\text{is}})$$

↑ egentlige vekt

↑ oppdriften

↑ snordraget



$$F_T = m_{\text{is}} g - F_B$$

$$= \rho_{\text{is}} A H g - \rho_{\text{olje}} A H g = (\rho_{\text{is}} - \rho_{\text{olje}}) A H g$$

$$\frac{F_T}{g} = (\rho_{\text{is}} - \rho_{\text{olje}}) A H = (917,5 - 850) \cdot 0,2^3 = 0,9175$$

$$\underline{\frac{F_T}{g} = 0,92 \text{ kg}}$$

som er det antall kg vekta
viser når skalaen er innrettet
i kg.

III

$$a) \quad \frac{1}{2} m v_A^2 + m g y_A = \text{konstant}$$

$$0 + m g h = \frac{1}{2} m v_A^2 + 0$$

$$v_A = \sqrt{2gh}$$

Det totale lineære momentum er konserverv
for et isolert system, dvs. for et system
hvor summen av ytre krefter er null.

Ved kollisjonen er det ingen ytre
krefter som virker i bevegelsesretningen,
dermed er

$$m v_A + 2m v_B = m v_A' + 2m v_B'$$

hvor v_A' og v_B' er farten til A og B etter
støtet. $v_B = 0$.

$$m v_A = m v_A' + 2m v_B'$$

$$1) \quad \underline{v_A = v_A' + 2v_B'}$$

Når støtet er elastisk, er i tillegg
den kinetiske energien bevart:

$$\frac{1}{2} m v_A^2 + 0 = \frac{1}{2} m v_A'^2 + \frac{1}{2} \cdot 2m v_B'^2$$

$$2) \quad \underline{v_A^2 = v_A'^2 + 2v_B'^2}$$

De ukjente v_A' og v_B' kan finnes ved å kombinere

ligningene 1) og 2), eller enklere ved å kombinere 1) med ligningen

$$3) \quad V_A - V_B = -(V_A' - V_B') \quad (\text{læreboka s. 176})$$

som sier at relativhastigheten er vendret borte sett fra at den har skiftet retning. I vårt tilfelle blir 3) til

$$3') \quad V_A = V_B' - V_A'$$

legger vi sammen 1) og 3') får vi

$$2V_A = V_A' + 2V_B' + V_B' - V_A' = 3V_B'$$

$$\underline{V_B' = \frac{2}{3}V_A} \quad \text{og} \quad \underline{V_A' = V_B' - V_A = -\frac{1}{3}V_A}$$

som er hastighetene rett etter støtet. Hvor høyt kulene svinger, finner vi av

$$\frac{1}{2}mV_A'^2 = mgh_A, \quad \frac{1}{2}m\frac{1}{9}V_A^2 = mgh_A \Rightarrow$$

$$gh_A = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{9} \cdot 2gh \quad (\text{jfr. a))}$$

$$\underline{h_A = \frac{1}{9}h}$$

$$\frac{1}{2} \cdot 2mV_B'^2 = 2mgh_B, \quad V_B'^2 = 2gh_B$$

$$2gh_B = \frac{4}{9}V_A^2 = \frac{4}{9}2gh$$

$$\underline{h_B = \frac{4}{9}h}$$

b) Når kulene kolliderer på ny, vil hastighetene deres rett før kollisjonen være

$$V_A'' = -V_A' = \underline{\underline{\frac{1}{3}V_A}}$$

$$V_B'' = -V_B' = \underline{\underline{-\frac{2}{3}V_A}}$$

For kollisjonen gjelder

$$\underbrace{V_A'' + 2V_B''}_{\text{momentum for}} = \underbrace{V_A''' + 2V_B'''}_{\text{momentum etter}}$$

$$V_A'' - V_B'' = - (V_A''' - V_B''') \quad (\text{jfr. 3) ovenfor})$$

Altså:

$$\frac{1}{3}V_A - \frac{4}{3}V_A = V_A''' + 2V_B''' \Rightarrow V_A''' + 2V_B''' = -V_A$$

$$\frac{1}{3}V_A + \frac{2}{3}V_A = -V_A''' + V_B''' \Rightarrow -V_A''' + V_B''' = V_A$$

Adderer vi de to siste ligningene, får vi

$$0 + 3V_B''' = 0$$

$$\underline{\underline{V_B''' = 0}} \quad \text{hvorav følger } V_A''' = -V_A$$

$$\underline{\underline{V_A''' = -V_A}}$$

Kule B blir altså i ro etter støtet, mens kule A svinger ut til venstre og når en høyde h.

Kulene er tilbake der de startet!

a) Appendix B:

$$m(^{210}\text{Po}) = 209,982416 \text{ u (inkluderer 84 elektroner)}$$

$$m(^{206}\text{Pb}) = 205,974449 \text{ u} \quad \text{--- " --- 82 ---}$$

$$m(^4\text{He}) = 4,002603 \text{ u} \quad \text{--- " --- 2 ---}$$

Ved å bruke massen til ^4_2He -atomet istedenfor massen til ^4_2He -kjernen (α -partikkelen), får vi korrigert for elektronmassene, dvs. vi får samme antall elektroner på begge sider i reaksjonen.

$$Q = [m(^{210}\text{Po})c^2 - m(^{206}\text{Pb})c^2 - m(^4\text{He})c^2]$$

$$\frac{Q}{c^2} = [209,982416 - 205,974449 - 4,002603] \text{ u}$$

$$= 0,005364 \text{ u} = 0,005364 \cdot 931,5 \text{ MeV}/c^2$$

$$\text{idet } 1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$$

$$Q = 0,005364 \cdot 931,5 \text{ MeV} = 4,9966 \text{ MeV}$$

$$Q = \underline{\underline{5,00 \text{ MeV}}}$$

b)

$$Q = KE_{\alpha} + KE_D, \quad m_D V_D = m_{\alpha} V_{\alpha} \Rightarrow V_D = \frac{m_{\alpha}}{m_D} V_{\alpha}$$

$$KE_D = \frac{1}{2} m_D V_D^2 = \frac{1}{2} m_D \left(\frac{m_{\alpha}}{m_D} V_{\alpha} \right)^2 = \frac{1}{2} m_{\alpha} V_{\alpha}^2 \cdot \frac{m_{\alpha}}{m_D}$$

$$KE_D = \frac{m_{\alpha}}{m_D} KE_{\alpha} \quad \underbrace{\hspace{10em}}_{KE_{\alpha}}$$

$$Q = KE_{\alpha} + \frac{m_{\alpha}}{m_D} KE_{\alpha} = \left(1 + \frac{m_{\alpha}}{m_D} \right) KE_{\alpha}$$

$$KE_{\alpha} = \frac{Q}{1 + \frac{m_{\alpha}}{m_D}}$$

Her står m_{α} for massen til α -partikkelen
 of ikke massen til ${}^4_2\text{He}$ -atomet,

$$m_{\alpha} = 4,001506 \text{ u} < m({}^4_2\text{He}) = 4,002603 \text{ u}$$

Men slik m_{α} inngår i uttrykket betyr
 det ikke noe om man i stedet bruker
 $m({}^4_2\text{He})$. Bruker man $m({}^4_2\text{He})$, får man

$$KE_{\alpha} = \frac{4,9966}{1 + \frac{4,002603}{205,974449}} \text{ MeV} = 4,901354 \text{ MeV}$$

Bruker man $m_{\alpha} = 4,001506 \text{ u}$ (ikke opp-
 gitt, står ikke i appendiks B), får man

$$KE_{\alpha} = 4,901380 \text{ MeV}$$

Altså ubetydelig forskjell!

$$KE_{\alpha} = \underline{\underline{4,90 \text{ MeV}}}$$