Løysingsframlegg

Oppgåve 1

a)

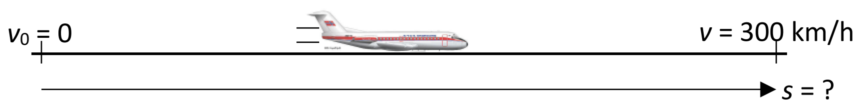
$\bar{a}$ = ?

Gjennomsnittsakselerasjonen:

$$\bar{a} = \frac{v - v_0}{t} = \frac{14\ \text{m/s}}{7{,}0\ \text{s}} = \mathbf{2,0\ m/s^2}$$

b)

a = 1.6 m/s^2



Omrekning av fart frå km/h til m/s:

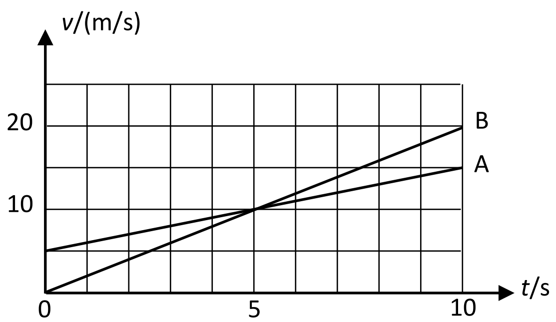
$$v = 300\ \text{km/h} = \frac{300}{3{,}6}\ \text{m/s} = 83{,}33\ \text{m/s}$$

Lengda på rullebana: $2as = v^2 - v_0^2 \ \wedge\ v_0 = 0$

$$2as = v^2$$

$$s = \frac{v^2}{2a} = \frac{(83{,}33\ \text{m/s})^2}{2 \cdot 1{,}6\ \text{m/s}^2} = 2169\ \text{m} \approx \mathbf{2,2\ km}$$

c)



1. Fartsgrafane på figuren er rette linjer. Rette linjer har same stigningstal over alt. Akselerasjonen er lik stigningstalet til fartsgrafen. Altså må bilane ha konstant akselerasjon.

2. Kva for bil som er fremst etter 5,0 s:

Legg merke til at figuren over viser fartsgrafar, ikkje posisjonsgrafar. Vi kan altså ikkje sjå svaret direkte av grafane.

Vi finn først akseleasjonen til bilane av fartsgrafane. Etterpå kan vi rekne ut posisjonen.
Har valt å finne akselerasjonen av figuren ut frå tidsintervallet [0 s, 5,0 s]:

$$a_{\mathrm{A}} = \frac{\Delta v_{\mathrm{A}}}{\Delta t} = \frac{v_5 - v_0}{t_5} = \frac{10\ \mathrm{m/s} - 5{,}0\ \mathrm{m/s}}{5{,}0\ \mathrm{s}} = 1{,}0\ \mathrm{m/s^2}$$

$$a_{\mathrm{B}} = \frac{\Delta v_{\mathrm{B}}}{\Delta t} = \frac{v_5 - v_0}{t_5} = \frac{10\ \mathrm{m/s}}{5{,}0\ \mathrm{s}} = 2{,}0\ \mathrm{m/s^2}$$

Posisjonen (køyrt distanse) til bilane etter 5,0 s:

$$s_{\mathrm{A}} = v_{\mathrm{A}0}t + ½a_{\mathrm{A}}t^2 = 5{,}0\ \mathrm{m/s} \cdot 5{,}0\ \mathrm{s} + ½ \cdot 1{,}0\ \mathrm{m/s^2} \cdot (5{,}0\ \mathrm{s})^2 = 37{,}5\ \mathrm{m}$$

$$s_{\mathrm{B}} = v_{\mathrm{B}0}t + ½a_{\mathrm{B}}t^2 = 0{,}0\ \mathrm{m/s} \cdot 5{,}0\ \mathrm{s} + ½ \cdot 2{,}0\ \mathrm{m/s^2} \cdot (5{,}0\ \mathrm{s})^2 = 25{,}0\ \mathrm{m}$$

Av dette ser vi at bil A er fremst etter 5,0 s.

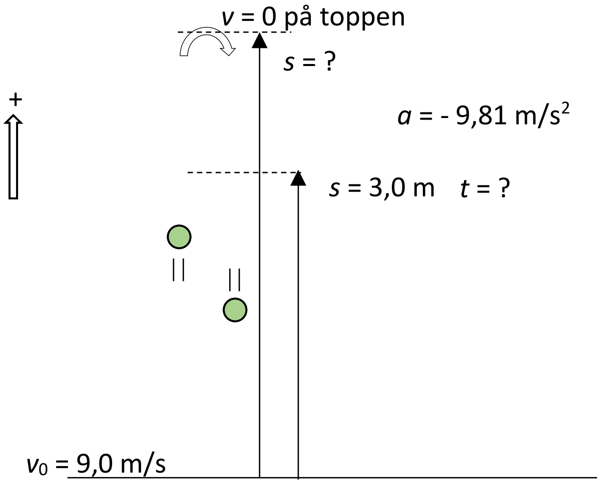
<u>**3.** Avstanden mellom bilane etter 10 s:</u>
Vi reknar ut posisjonen til bilane etter 10 s på same måte som ovanfor:

$$s_{\mathrm{A}} = v_{\mathrm{A}0}t + ½a_{\mathrm{A}}t^2 = 5{,}0\ \mathrm{m/s} \cdot 10\ \mathrm{s} + ½ \cdot 1{,}0\ \mathrm{m/s^2} \cdot (10\ \mathrm{s})^2 = 100\ \mathrm{m}$$

$$s_{\mathrm{B}} = v_{\mathrm{B}0}t + ½a_{\mathrm{B}}t^2 = 0{,}0\ \mathrm{m/s} \cdot 10\ \mathrm{s} + ½ \cdot 2{,}0\ \mathrm{m/s^2} \cdot (10\ \mathrm{s})^2 = 100\ \mathrm{m}$$

Bilane har no same posisjon. Altså er avstanden mellom dei lik null.

d)



<u>**1.** Største høgda til ballen over utgangspunktet:</u>

$$2as = v^2 - v_0^2 \quad \wedge \quad v = 0 \text{ på toppen}$$
$$2as = -v_0^2$$

$$s = \frac{-v_0^2}{2a} = \frac{-(9{,}0\ \text{m/s})^2}{2 \cdot (-9{,}81\,\text{m/s}^2)} = 4{,}12\ \text{m} \approx \mathbf{4{,}1\ m}$$

<u>**2.** Tida når ballen er 3,0 m over utgangspunktet:</u>

Vi finn tida ved å bruke veglikininga: $s = v_0 t + ½at^2$

Ordna som ei vanleg 2.-gradslikning får vi: $½at^2 + v_0 t - s = 0$
Til bruk for kalkulatoren blir det slik: $\mathrm{A}t^2 + \mathrm{B}t + \mathrm{C} = 0$

Her er utan nemningar: $\mathrm{A} = ½a = ½ \cdot (-9{,}81) = -4{,}905$
$\mathrm{B} = v_0 = 9{,}0$
$\mathrm{C} = -\mathrm{s} = -3{,}0$

Løyst med kalkulator får vi:
$t = 0{,}437\ \text{s} \ \vee\ \text{t} = 1{,}39\ \text{s}$
og med to siffer:
$t = \mathbf{0{,}44\ s} \ \vee\ \text{t} = \mathbf{1{,}4\ s}$
(på veg opp) (på veg ned)

Oppgåve 2

Resultatet av 9 kjemiske analysar:

Måling nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Masse Fe, *m*/g	8,624	8,525	8,763	8,454	8,827	9,982	8,672	8,471	8,550

a) <u>Gjennomsnittet av alle rimelege målingar:</u>
Vi ser av tabellen at måling nr. 6 skil seg kraftig frå alle dei andre i måleserien. Den har eit avvik på over eitt heilt gram i høve til dei andre. Det er truleg ei feilmåling. Den blir stroken som urimeleg. Då er det 8 rimelege målingar att:

$$\overline{m} = \frac{m_1 + m_2 + \ldots + m_8}{8}$$

$$\overline{m} = \frac{8{,}624\ \text{g} + 8{,}525\ \text{g} + 8{,}763\ \text{g} + 8{,}454\ \text{g} + 8{,}827\ \text{g} + 8{,}672\ \text{g} + 8{,}471\ \text{g} + 8{,}550\ \text{g}}{8}$$

$\overline{m} = \mathbf{8{,}611\ g}$ <u>Kommentar:</u> Her er teke med like mange desimalar som i målingane.

b) <u>Absolutt usikkerheit:</u>

$$\Delta m = ½ \cdot (m_{\text{maks}} - m_{\text{min}}) = ½ \cdot (8{,}827\text{ g} - 8{,}454\text{ g}) = 0{,}1865\text{ g} \approx \mathbf{0{,}2\ g}$$

Legg merke til at det berre blir brukt eitt siffer i absolutt usikkerhet.

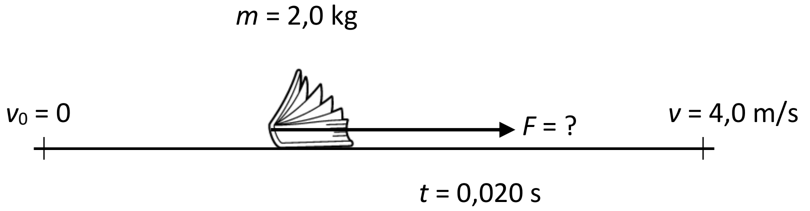
Korrekt måleresultat:

$$m = \overline{m} \pm \Delta m = \mathbf{8{,}6\ g} \pm \mathbf{0{,}2\ g}$$

Legg merke til at usikkerheita ligg i sifferet etter komma. Då tek vi ikkje med fleire siffer.

Oppgåve 3

a)



Gjennomsnittleg kraft på boka, ***F***:

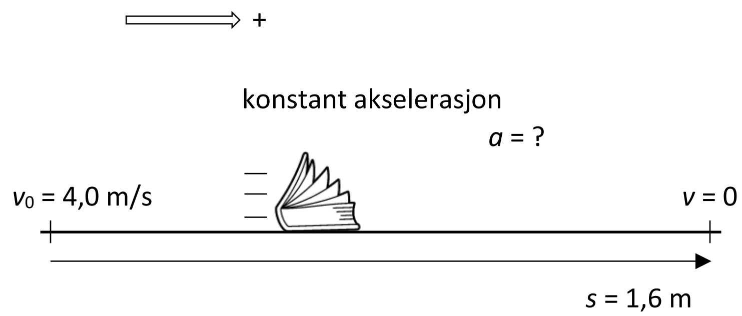
Vi bruker impulslova: $I = \Delta p$ Impuls Ft er lik endring av massefart.

$$Ft = mv - mv_0 \quad \wedge \quad v_0 = 0$$

som gjev:

$$F = \frac{mv}{t} = \frac{2{,}0\text{ kg} \cdot 4{,}0\text{ m/s}}{0{,}020\text{ s}} = 400\ \text{kgm/s}^2 \approx \mathbf{0{,}40\ kN}$$

b)



Akselerasjonen under oppbremsinga, *a*:

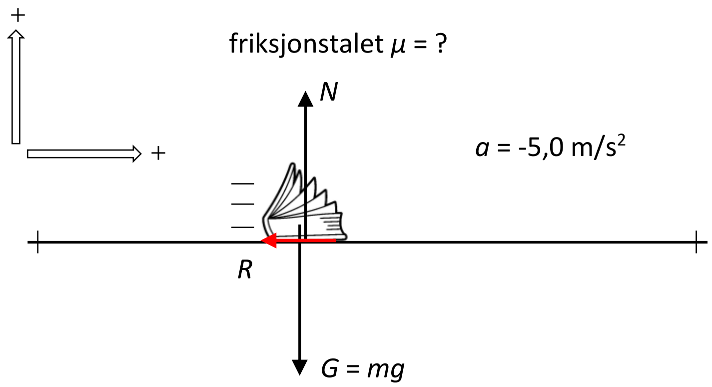
$$2as = v^2 - v_0^2 \quad \wedge \quad v = 0$$

$$2as = -v_0^2$$

som gjev:

$$a = \frac{-v_0^2}{2s} = \frac{-(4{,}0\ \mathrm{m/s})^2}{2 \cdot 1{,}6\ \mathrm{m}} = \mathbf{-5{,}0\ m/s^2}$$

c) <u>Friksjonstalet mellom boka og bordet, *μ*:</u>



Bruker Newtons 2. lov: $\sum F = ma \quad \wedge \quad \sum F = -R$ friksjonen er mot positiv retning

som gjev: $-R = ma \quad \wedge \quad R = \mu N$

som gjev: $-\mu N = ma$

og

$$\mu = -\frac{ma}{N}$$

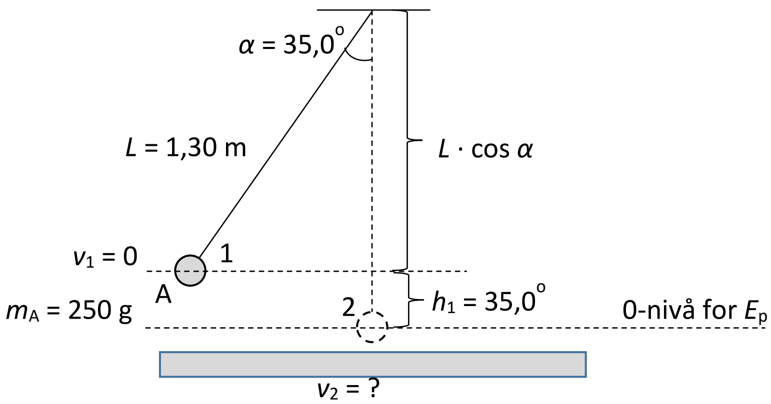
Normalkrafta *N* finn vi lett ut frå Nwtons 1. lov sidan det ikkje er noko vertikal rørsle (y-retning). Då får vi at $\sum F_y = N - G = 0 \quad \Rightarrow \quad N = G$. Altså er $N = mg$.

No finn vi friksjonstalet:

$$\mu = -\frac{ma}{mg} = -\frac{a}{g} = -\frac{-5{,}0\ \mathrm{m/s^2}}{9{,}81\ \mathrm{m/s^2}} = 0{,}509 \ \approx \mathbf{0{,}51}$$

Oppgåve 4

a)



Farten til kula i det lågaste punktet, 2:

Bruker bevaring av mekanisk energi: $E_2 = E_1$

$$E_{p2} + E_{k2} = E_{p1} + E_{k1}$$

$E_{p2} = 0$ fordi kula i posisjon 2 er ved 0-nivå for potensiell energi.
Vidare er $E_{k1} = 0$ fordi farten er 0 i posisjon 1.

Dette gjev: $E_{k2} = E_{p1}$

$½mv_2^2 = mgh_1$ vi kortar vekk massen og får

$v_2 = \sqrt{2gh_1}$

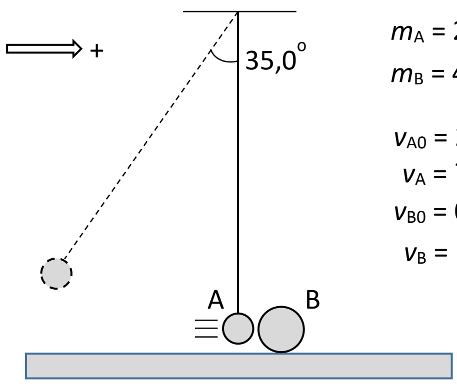
For å komme vidare må vi først rekne ut høgda h_1. Vi ser av figuren at:

$$h_1 = L - L \cdot \cos\alpha = 1{,}30\ \mathrm{m} - 1{,}30\ \mathrm{m} \cdot \cos 35{,}0° = 0{,}235\ \mathrm{m}$$

Då blir farten: $v_2 = \sqrt{2gh_1} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81\ \mathrm{m/s^2} \cdot 0{,}235\ \mathrm{m}} = 2{,}147\ \mathrm{m/s} \approx \mathbf{2{,}15\ m/s}$

b)

Kollisjon mellom kulene A og B:



$m_A = 250$ g
$m_B = 400$ g

$v_{A0} = 2{,}15$ m/s
$v_A = ?$
$v_{B0} = 0$
$v_B = 1{,}50$ m/s

Farten til kule A etter samanstøyten:

Bruker bevaring av massefart: $p_{\mathrm{etter}} = p_{\mathrm{før}}$

$$m_A v_A + m_B v_B = m_A v_{A0} + m_B v_{B0} \ \wedge\ v_{B0} = 0$$

som gjev:

$$m_A v_A + m_B v_B = m_A v_{A0}$$

og:

$$v_A = \frac{m_A v_{A0} - m_B v_B}{m_A} = \frac{0{,}250\ \mathrm{kg} \cdot 2{,}15\ \mathrm{m/s} - 0{,}400\ \mathrm{kg} \cdot 1{,}50\ \mathrm{m/s}}{0{,}250\ \mathrm{kg}} = \mathbf{-0{,}250\ m/s}$$

Vi ser at kule A sprett tilbake etter samanstøyten med kule B.

c) Impulsen som kule B får i samanstøyten med kule A, I_B:

Vi bruker impulslova: $I_\mathrm{B} = \Delta p_\mathrm{B} = m_\mathrm{B} v_\mathrm{B} - m_\mathrm{B} v_\mathrm{B0} \;\wedge\; v_\mathrm{B0} = 0$

$$I_\mathrm{B} = 0{,}400\ \mathrm{kg} \cdot 1{,}50\ \mathrm{m/s} = 0{,}600\ \mathrm{kgm/s} = \mathbf{0{,}600\ Ns}$$

Impulsen er mot høgre fordi verdien er positiv (sjå figuren og positiv retning).

Oppgåve 5

a) Temperaturen i ein idealgass med gjennomsnittleg translatorisk kinetisk energi lik $3{,}20 \cdot 10^{-19}$J:

Uttrykk for denne energien (læreboka side 161):

$$E_\mathrm{k} = \frac{3}{2} kT$$

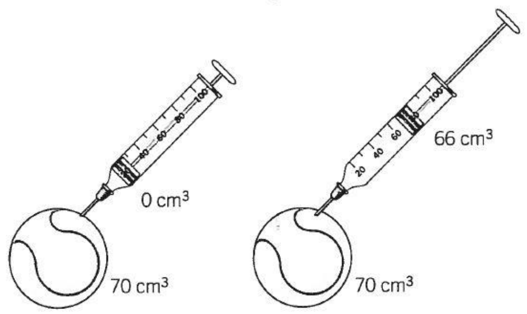
som gjev temperaturen:

$$T = \frac{2E_\mathrm{k}}{3k} = \frac{2 \cdot 3{,}20 \cdot 10^{-19}\ J}{3 \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23} \mathrm{J/K}} = 15458{,}9\ \mathrm{K} \approx \mathbf{1{,}55 \cdot 10^4\ K}$$

Her er $k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$J/K Boltzmanns konstant, sjå formelheftet side 48.

b) Trykket i tennisballen før den vart punktert, p_1:

Tilstand 1: Tilstand 2:



Trykket utanfor: $p_2 = 101\ \mathrm{kPa}$

Vi bruker tilstandslikninga:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \quad \wedge \quad T_1 = T_2$$

dette gjev: $p_1 V_1 = p_2 V_2$

trykket:

$$p_1 = \frac{p_2 V_2}{V_1} = \frac{101\ \text{kPa} \cdot\ (70\ \text{cm}^3 + 66\ \text{cm}^3)}{70\ \text{cm}^3} = 196\ \text{kPa} \approx \mathbf{0{,}20\ MPa}$$

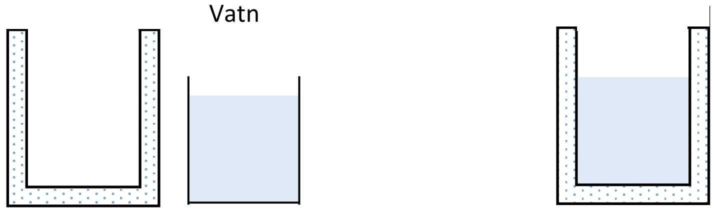
Oppgåve 6

a)

Tomt kalorimeter

Vatn

Kalorimeter med vatn



$C = ?$
$t_{\text{kal}} = 40{,}2\ ^\circ\text{C}$

$m_{\text{v}} = 100\ \text{g}$
$c_{\text{v}} = 4{,}18 \cdot 10^3\ \text{J}$
$t_v = 15{,}3\ ^\circ\text{C}$

Blandingstemperatur
$t_{\text{b}} = 20{,}0\ ^\circ\text{C}$

<u>Varmekapasiteten til kalorimeteret, *C*:</u>

Avgjeven varme = motteken varme

$Q_{\text{kal}} = Q_{\text{v}}$ (kalorimeteret gjev varme til vatnet)

$C_{\text{kal}} \cdot \Delta t_{\text{kal}} = c_{\text{v}} \cdot m_{\text{v}} \cdot \Delta t_v$

$C_{\text{kal}} \cdot (t_{\text{kal}} - t_{\text{b}}) = c_{\text{v}} \cdot m_{\text{v}} \cdot (t_{\text{b}} - t_{\text{v}})$

$$C_{\text{kal}} = \frac{c_{\text{v}} \cdot m_{\text{v}} \cdot (t_{\text{b}} - t_{\text{v}})}{t_{\text{kal}} - t_{\text{b}}} = \frac{4{,}18 \cdot 10^3\ \text{J/kgK} \cdot 0{,}100\ \text{kg} \cdot (20{,}0 - 15{,}3)\ \text{K}}{(40{,}2 - 20{,}0)\ \text{K}} = \mathbf{97{,}2\ J/K}$$

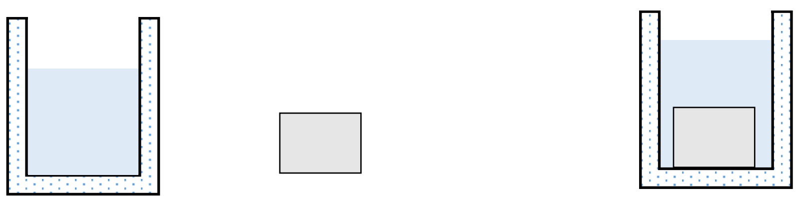
<u>Kommentar:</u> Vi skulle vise at varmekapasiteten til kalorimeteret kan setjast til 97 J/K. Det stemmer med utrekninga dersom vi skriv svaret med berre to siffer.

b)

Kalorimeter med vatn

Sink

Kalorimeter med vatn og sink



$C_{\text{kal}} = 97\ \text{J/K}$
$t_{\text{kal}} = t_{\text{v}} = 20{,}0\ ^\circ\text{C}$

$m_{\text{sink}} = 50\ \text{g}$
$t_{\text{sink}} = 100\ ^\circ\text{C}$
$c_{\text{sink}} = ?$

Blandingstemperatur
$t_{\text{b}} = 23{,}0\ ^\circ\text{C}$

<u>Utrekna spesifikk varmekapasitet til sink:</u>

Avgjeven varme = motteken varme

$$Q_{\text{sink}} = Q_{\text{kal}} + Q_v$$

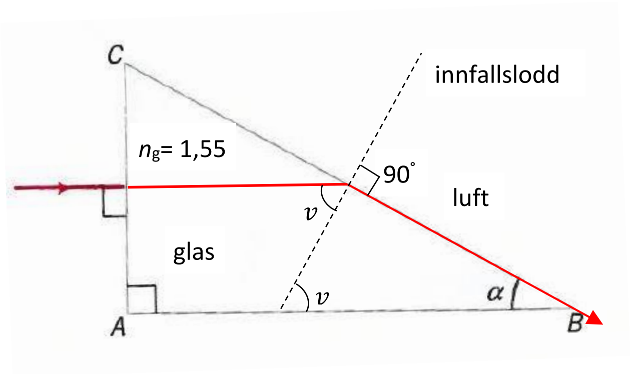
$$c_{\text{sink}} \cdot m_{\text{sink}} \cdot \Delta t_{\text{sink}} = C_{\text{kal}} \cdot \Delta t_{\text{kal}} + c_{\text{v}} \cdot m_{\text{v}} \cdot \Delta t_{\text{v}}$$

$$c_{\text{sink}} = \frac{C_{\text{kal}} \cdot \Delta t_{\text{kal}} + c_{\text{v}} \cdot m_{\text{v}} \cdot \Delta t_{\text{v}}}{m_{\text{sink}} \cdot \Delta t_{\text{sink}}} = \frac{C_{\text{kal}} \cdot (t_{\text{b}} - t_{\text{kal}}) + c_{\text{v}} \cdot m_{\text{v}} \cdot (t_{\text{b}} - t_{\text{v}})}{m_{\text{sink}} \cdot (t_{\text{sink}} - t_{\text{b}})}$$

$$c_{\text{sink}} = \frac{97\ \text{J/K} \cdot (23{,}0 - 20{,}0)\ \text{K} + 4{,}18 \cdot 10^3\ \text{J/kgK} \cdot 0{,}100\ \text{kg} \cdot (23{,}0 - 20{,}0)\ \text{K}}{0{,}050\ \text{kg} \cdot (100 - 23{,}0)\ \text{K}}$$

$$c_{\text{sink}} = 401{,}29\ \text{J/kgK} = \mathbf{0{,}40\ kJ/kgK}$$

Oppgåve 7



Vinkelen v på figuren er grensevinkelen for totalrefleksjon mellom glas og luft. Denne kan vi finne ved hjelp av Snells brytingslov:

$$n_g \cdot \sin \alpha_{\text{g}} = n_{\text{l}} \cdot \sin \alpha_{\text{l}} \quad \wedge \quad \alpha_{\text{l}} = 90° \quad \wedge \quad \alpha_{\text{g}} = v$$

$$\sin v = \frac{n_{\text{l}} \cdot \sin 90°}{n_{\text{g}}} = \frac{1{,}00}{1{,}55} = 0{,}6452$$

$$v = 40{,}2°$$

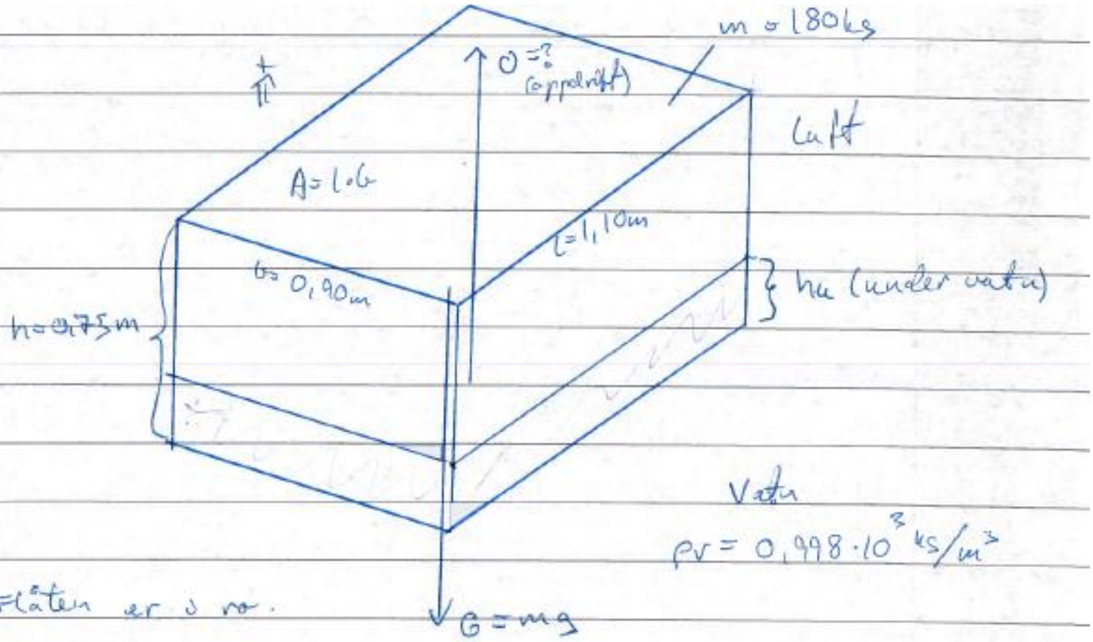
Vi ser av figuren at $\alpha + v + 90° = 180°$ (vinkelsummen i ein trekant).
<u>Vinkel α:</u>

$$\alpha = 90° - v = 90° - 40{,}2° = \mathbf{49{,}8}°$$

Dersom vinkel α er større enn 49,8°, blir sida BC i glasprismet brattare, og vinkel v blir mindre enn grensevinkelen for totalrefleksjon. Vinkel $\alpha = 49{,}8°$ må derfor vere den største vinkelen som gjev totalrefleksjon.

Oppgåve 8

a)



Flåten er i ro.
Då kan vi bruke
Newtons 1. lov

$$\Sigma F = O - G = 0$$

$$\Downarrow$$

tyngda av fortrengd vatn $O = G$ (tyngda av flåten)

$\rho_v \cdot V \cdot g = m g$

korter vekk g.

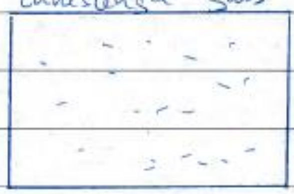
$\rho_v \cdot A \cdot h_u = m \quad \wedge \quad A = l \cdot b$ (lengd × breidd)

høgda under vatn: $h_u = \dfrac{m}{\rho_v \cdot l \cdot b}$

$$h_u = \frac{130\,\text{kg}}{0{,}998 \cdot 10^3\,\text{kg/m}^3 \cdot 1{,}19\,\text{m} \cdot 0{,}60\,\text{m}} = 0{,}182\,\text{m}$$

$$\underline{\underline{h \approx 0{,}18\,\text{m}}}$$

(b) Tilstand 1:   innestengd gass   Tilstand 2:



p_1 (ukjent)

V_1 (ukjent)

$t_1 = -23\,°\text{C}$

$T_1 = (273 - 23)\,\text{K} = 250\,\text{K}$

$p_2 = p_1 + 50\%$ av $p_1 = 1{,}50\,p_1$

$V_2 = V_1$ (konstant volum)

$T_2 = ?$

$t_2 = T_2 - 273\,\text{K} = ?$

Absolutt temperatur i tilstand 2:

Tilstandslikninga:

$$\frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_1 V_1}{T_1} \quad \wedge \quad V_2 = V_1$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_1}{T_1}$$

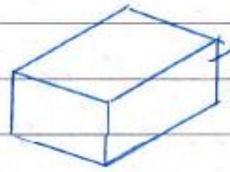
$$T_2 = \frac{T_1 \cdot p_2}{p_1} = \frac{250\,\text{K} \cdot 1{,}50\,p_1}{p_1} = \underline{375\,\text{K}}$$

Temperaturen i tilstand 2 i Celsiusgrader:

$$t_2 = (375 - 273)\,°\text{C} = \underline{102\,°\text{C}}$$

Oppgåve 9

a) Volumet av koparklossen:



$m = 2{,}75\ kg$

$\rho = 8{,}96 \cdot 10^3\ kg/m^3$ frå tabell side 11

$V = ?$

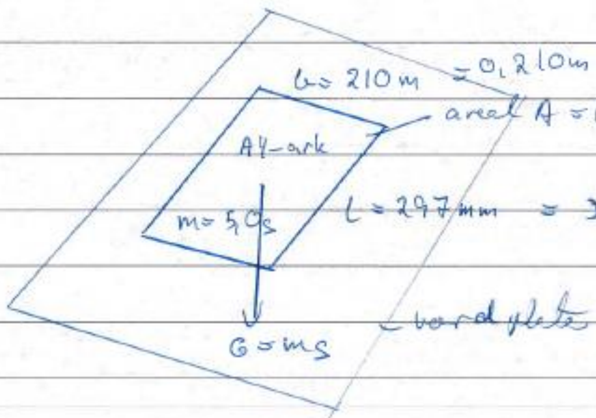
$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\Downarrow$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{2{,}75\ kg}{8{,}96 \cdot 10^3\ kg/m^3} = \frac{2{,}75\ kg}{8{,}96\ kg/dm^3} = 0{,}3069\ dm^3$$

$$\approx \underline{\underline{0{,}307\ dm^3}}$$

b)



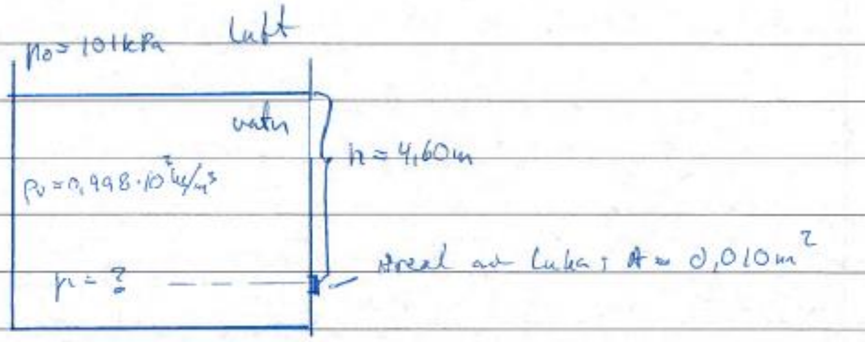
Trykket under arket:

$$p = \frac{F}{A} \quad \wedge \quad F = G = mg \quad \wedge \quad A = l \cdot b$$

$$p = \frac{mg}{l \cdot b} = \frac{50 \cdot 10^{-3}\ kg \cdot 9{,}81\ N/kg}{0{,}297\ m \cdot 0{,}210\ m}$$

$$p = 0{,}786\ N/m^2 \approx \underline{\underline{0{,}79\ Pa}}$$

c)

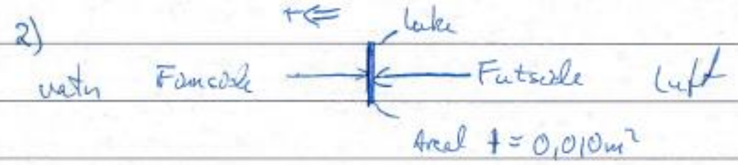


1) Trykket mot luka på innsida:

$$p = p_0 + \rho_v g h = \underbrace{101 \cdot 10^3 \,\text{N/m}^2}_{101\,\text{kPa}} + 0,998 \cdot 10^3 \,\text{kg/m}^3 \cdot 9,81 \,\text{N/kg} \cdot 4,60\,\text{m}$$

$$p = 146036 \,\text{Pa} \approx \underline{146 \,\text{kPa}}$$

2)



Kraft frå utsida for å halde luka på plass, F:

Luka er i ro. På grunn av Newtons 1. lov:

$$\Sigma F = 0 \quad \wedge \quad \Sigma F = F_{utside} - F_{innside}$$

kraft pga. luft-trykket på utsida

$$F_{utside} = F_{innside}$$

$$F + p_0 \cdot A = p \cdot A \qquad (p = p_0 + \rho_v g h)$$

$$F + p_0 A = p_0 A + \rho_v g h \cdot A$$

$$F = \rho_v g h \cdot A$$

$$F = 0,998 \cdot 10^3 \,\text{kg/m}^3 \cdot 9,81 \,\text{N/kg} \cdot 4,60\,\text{m} \cdot 0,010\,\text{m}^2$$

$$F = 4503\,\text{N} \approx \underline{0,45 \,\text{kN}}$$

2 siffer pga. 2 siffer i lukearealet

Oppgåve 10

a) Gjennomsnittleg translatorisk kinetisk energi til hydrogenmolekyl ved 20°C:

$$E_K = \frac{3}{2}kT \quad \wedge \quad T = (273+20)K = \underline{293K}$$

$$k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}\,J/K \text{ frå tabell}$$

$$E_K = \frac{3}{2} \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23}\,J/K \cdot 293K = 6{,}065 \cdot 10^{-21}\,J$$

$$\approx \underline{\underline{6{,}1 \cdot 10^{-21}\,J}}$$

b) Gjennomsnittsfarten til hydrogen ved 20°C:

$$E_K = \frac{1}{2}mv^2 = 6{,}065 \cdot 10^{-21}\,J \text{ frå a) ovanfor.}$$

Massetal H_2-molekyl: $fm\,H_2 = 2 \cdot am\,H = 2 \cdot 1{,}008u$
$= \underline{2{,}016u}$ ← frå periodesystemet til grunnstoffa

Atomær masseeining:
$1u = 1{,}66 \cdot 10^{-27}\,kg$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_K}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6{,}065 \cdot 10^{-21}\,J}{2{,}016u \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}\,kg/u}}$$

$$= 1903\,m/s \approx \underline{\underline{1{,}9\,km/s}}$$

Nitrogenmolekyl, N_2, har ein masse på om lag 14 gonger meir enn hydrogen. Farten blir då vesentleg mindre med same kinetiske energi.

Oppgåve 11

a) $p_0 = 101 \times 10^3$ Pa

$\rho_{sjø} = 1.025 \times 10^3$ kg/m^3

$h = 1000$ m

ubåt

$$p = p_0 + \rho_{sjø} g h = 101 \times 10^3 \text{ Pa} + 1.025 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 1000 \text{ m}$$

$$= 101 \times 10^3 \text{ Pa} + 1.005 \times 10^7 \text{ Pa} \simeq \underline{\underline{10.2 \text{ MPa}}}$$

b) Arealet av vinduet: $A = \pi r^2 = \pi \cdot (0.1 \text{ m})^2 = 0.0314 \text{ m}^2$

inne | ute

F_{inne} ← F_{ute}

vindu

Krafta som virker på vinduet er $F_{tot} = F_{ute} - F_{inne}$

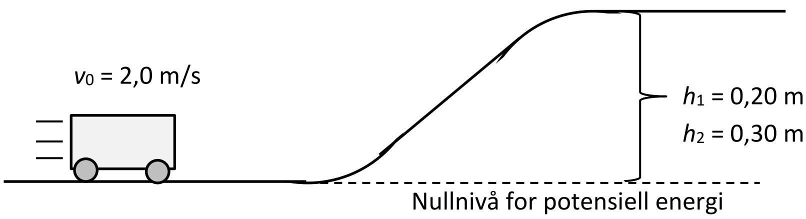
$F_{ute} = p_{ute} A$; p_{ute}: trykk i vannet v/ dybde 1 km

$F_{inne} = p_{inne} A$ $\quad$ p_{inne}: trykket inni ubåten.

$F_{ute} = 10.2 \text{ MPa} \times 0.0314 \text{ m}^2 = 0.320 \text{ MN}$; $F_{inne} = 101 \text{ kPa} \times 0.0314 \text{ m}^2 = 3.17 \text{ kN}$

$$F_{tot} = F_{ute} - F_{inne} = 0.320 \text{ MN} - 3.17 \text{ kN} \simeq \underline{\underline{0.316 \text{ MN}}}$$

Oppgåve 12



Når vogna kommer til bakken, vil den starte oppover den. Med bevaring av mekanisk energi kan vi se at farten minker etter hvert som den potensielle energien øker.

<u>To ting kan skje:</u> Enten kommer vogna opp bakken og fortsetter med lavere fart på det øverste planet. Eller så kommer vogna ikke opp. Den vil da stanse i bakken og trille ned igjen.

Bevaring av mekanisk energi: $\quad E_{\mathrm{k}}\,(\text{oppe}) + E_{\mathrm{p}}(\text{oppe}) = E_{\mathrm{k}}\,(\text{nede})$

som gir: $\quad ½mv^2 + mgh = ½mv_0^2$

Farten på toppen:

$$v = \sqrt{v_0^2 - 2gh}$$

Dersom verdien under rottegnet er positivt, er farten er stor nok til at vogna kommer opp bakken og fortsetter på toppen med farten *v*. Dersom verdien er negativt, kommer vogna ikke opp.

a) <u>Vognas plassering og fart etter bakken når høyden *h* = 0,20 m:</u>

Eventuell fart på toppen av bakken:

$$v = \sqrt{v_0^2 - 2gh} = \sqrt{(2{,}0\ \mathrm{m/s})^2 - 2 \cdot 9{,}81\ \mathrm{m/s^2} \cdot 0{,}20\ \mathrm{m}} = 0{,}2756\ \mathrm{m/s}\ \approx 0{,}28\ \mathrm{m/s}$$

<u>Konklusjon:</u> Vogna kommer opp bakken og triller videre med farten 0,28 m/s.

b) <u>Vognas plassering og fart etter bakken når høyden *h* = 0,30 m:</u>

Eventuell fart på toppen av bakken:

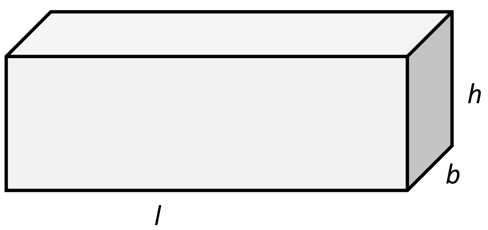
$$v = \sqrt{v_0^2 - 2gh} = \sqrt{(2{,}0\ \mathrm{m/s})^2 - 2 \cdot 9{,}81\ \mathrm{m/s^2} \cdot 0{,}30\ \mathrm{m}} = \sqrt{-1{,}886\ \mathrm{m/s}}$$

<u>Konklusjon:</u> Vogna kommer ikke opp bakken. Den vil trille ned igjen og få farten – 2,0 m/s.

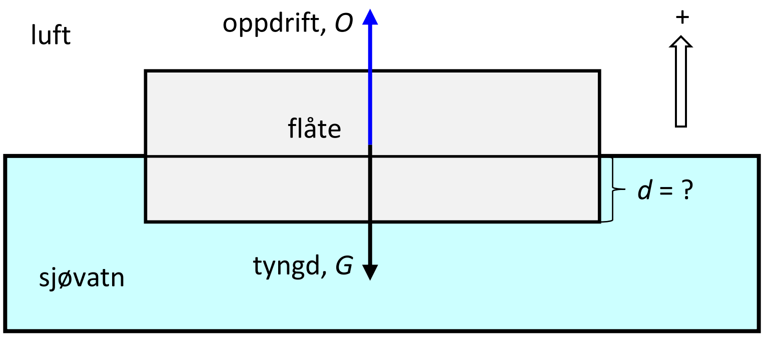
Oppgåve 13

Ein flåte er prismeforma med lengd $l = 3{,}00$ m, breidd $b = 2{,}00$ m og høgd $h = 1{,}00$ m. Den har massen $m = 1000$ kg. Figur:

Flåte



Flåten ligg og flyt i sjøvatn som vist i figuren under. Kreftene som verkar på flåten er teikna inn:



a) **Kor djupt flåten stikk ned i vatnet, d :**

Flåten ligg i ro i vatnet. Då gjeld Newtons 1. lov:

$$\sum F = 0 \quad \wedge \quad \sum F = O - G$$

Dette gjev: $O = G$

Arkimedes lov seier at oppdrifta er lik tyngda av fortrengd væske, $O = \rho_{\text{væske}} \cdot V_{\text{væske}} \cdot g$

Dette gjev: $\rho_{\text{væske}} \cdot V_{\text{væske}} \cdot g = m_{\text{flåte}} \cdot g$

Her kan vi korte vekk g og får likning 1: $\rho_{\text{væske}} \cdot V_{\text{væske}} = m_{\text{flåte}}$

Massetettleiken til væska, <u>sjøvatnet</u>, er: $\rho_{\text{sjøvatn}} = 1{,}025 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ (frå tabell, side 14)

Volumet av den fortrengde væska er lik den delen av flåten som er under vatn: $V = l \cdot b \cdot d$

Set vi inn dette i likning 1, får vi: $\rho_{\text{sjøvatn}} \cdot l \cdot b \cdot d = m_{\text{flåte}}$

Vi løyser denne likninga med omsyn på d og finn kor djupt flåten stikk ned i vatnet:

$$d = \frac{m_{\text{flåte}}}{\rho_{\text{sjøvatn}} \cdot l \cdot b} = \frac{1000 \text{ kg}}{1{,}025 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \cdot 3{,}00 \text{ m} \cdot 2{,}00 \text{ m}} = 0{,}162 \text{ m} \approx \mathbf{16\ cm}$$

b) **Massetettleiken til flåten, $\rho_{\text{flåte}}$:**

$$\rho_{\text{flåte}} = \frac{m_{\text{flåte}}}{V_{\text{flåte}}} = \frac{m_{\text{flåte}}}{l \cdot b \cdot h} = \frac{1000 \text{ kg}}{3{,}00 \text{ m} \cdot 2{,}00 \text{ m} \cdot 1{,}00 \text{ m}} = 166{,}6 \text{ kg/m}^3 \approx \mathbf{167\ kg/m^3}$$

Oppgåve 14

a) Tilstand 1 | Tilstand 2

p_1, $V_1 = 2{,}0\,\text{m}^3$, $t_1 = 20\,°\text{C}$

$p_2 = p_1$, $V_2 = 3{,}0\,\text{m}^3$, $t_2 = ?$

$T_1 = (273 + t_1)\,\text{K} = (273 + 20)\,\text{K} = 293\,\text{K}$ $\quad T_2 = ?$

<u>Vi finn T_2 av tilstandslikninga:</u>

$$\frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} = \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} \quad \wedge \quad p_2 = p_1 \text{ (konstant trykk)}$$

Vi kortar vekk trykket.

$$T_2 = \frac{V_2 \cdot T_1}{V_1} = \frac{3{,}0\,\text{m}^3 \cdot 293\,\text{K}}{2{,}0\,\text{m}^3} = 439{,}5\,\text{K} \approx \underline{440\,\text{K}}$$

<u>Sluttemperaturen i °C:</u>

$$t_2 = (T_2 - 273)\,°\text{C} = (440 - 273)\,°\text{C} = \underline{\underline{167\,°\text{C}}}$$

eller $\underline{\underline{1{,}7 \cdot 10^2\,°\text{C}}}$

b) <u>Trykket inne i badeballen ved 60 °C, p_2:</u>

Tilstand 1 | Tilstand 2

$p_1 = 1{,}2 \cdot 10^5\,\text{Pa}$, $V_1 = V$, $t_1 = 20\,°\text{C}$

$p_2 = ?$, $V_2 = V + 3\%$, $t_2 = 60\,°\text{C}$

$V_2 = V + \frac{3}{100} V = 1{,}03V$

$T_1 = (273 + t_1)\,\text{K} = (273 + 20)\,\text{K} = \underline{293\,\text{K}}$

$T_2 = (273 + t_2) = (273 + 60)\,\text{K} = \underline{333\,\text{K}}$

Tilstandslikninga:

$$\frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_1 V_1}{T_1} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 \cdot V_1 \cdot T_2}{V_2 \cdot T_1} = \frac{1{,}2 \cdot 10^5\,\text{Pa} \cdot V \cdot 333\,\text{K}}{293\,\text{K} \cdot 1{,}03V}$$

$$= 132409{,}9\,\text{Pa} \approx \underline{\underline{1{,}3 \cdot 10^5\,\text{Pa}}}$$

c) Tal luftpartiklar i badeballen, N:

$p_2 = 1,3 \cdot 10^5\,\text{Pa}$
$V_2 = 0,10\,\text{m}^3$
$T_2 = 333\,\text{K}$
$N = ?$

Boltzmanns konstant:
$k = 1,38 \cdot 10^{-23}\,\text{J/K}$ frå tabell

Tilstandslikninga på generell form

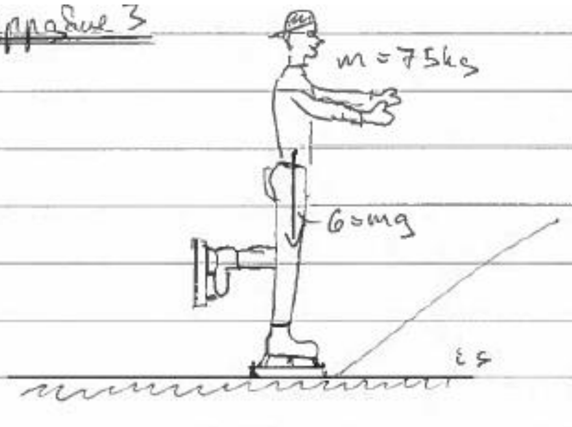
$pV = NkT$

$$N = \frac{pV}{kT} = \frac{1,3 \cdot 10^5\,\text{Pa} \cdot 0,10\,\text{m}^3}{1,38 \cdot 10^{-23}\,\text{J/K} \cdot 333\,\text{K}} =$$

$$= 2,82 \cdot 10^{24} \approx \underline{\underline{2,8 \cdot 10^{24}}}$$ Inga nemning på N!

Oppgåve 15

Oppgåve 3



Areal under skøyta:

$A = l \cdot b$, der

$l = 30,0\,\text{cm} = 0,300\,\text{m}$

$b = 1,0\,\text{mm} = 0,0010\,\text{m}$

Trykket under skøyta:

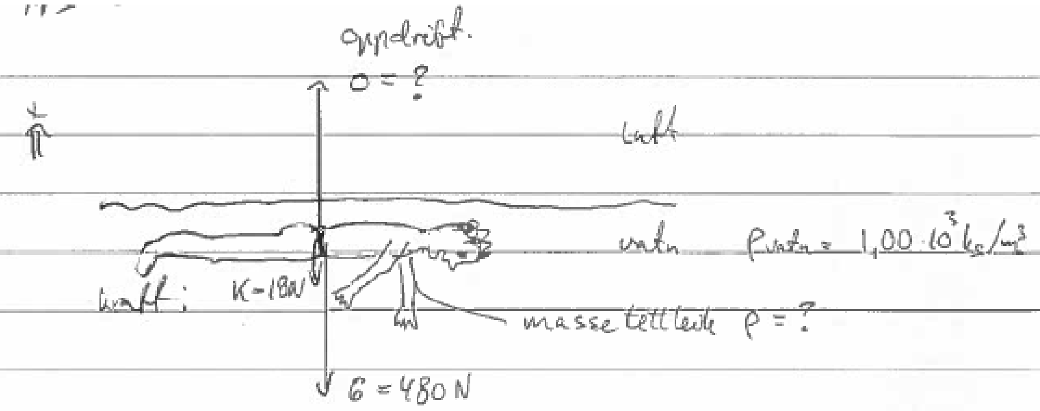
$$p = \frac{F}{A} \;\wedge\; F = G = mg \;\wedge\; A = l \cdot b$$

$$\Downarrow$$

$$p = \frac{mg}{l \cdot b} = \frac{75\,\text{kg} \cdot 9,81\,\text{N/kg}}{0,300\,\text{m} \cdot 0,0010\,\text{m}} = 2452500\,\text{N/m}^2$$

$$\approx \underline{2,5\,\text{MPa}}$$

a)



Oppdrifta, O:

Personen i vatnet er i ro. Då gjeld Newtons 1. lov.

$\Sigma F = 0$

$O - K - G = 0$

$O = K + G = 18\,N + 480\,N = 498\,N \approx \underline{\underline{0{,}50\,kN}}$

Massetettleiken til personen, ρ:

$\rho = \frac{m}{V}$ Vi må finne massen og volumet til personen først.

Massen: $G = mg \Rightarrow m = \frac{G}{g} = \frac{480\,N}{9{,}81\,N/kg} = \underline{48{,}93\,kg}$

Volumet: Oppdrifta er lik tyngda av vassmengda som personen fortrenger:

$O = \rho_{vatn} \cdot V_{person} \cdot g$

$$V_{person} = \frac{O}{\rho_{vatn} \cdot g} = \frac{498\,N}{1{,}00 \cdot 10^3\,kg/m^3 \cdot 9{,}81\,N/kg}$$

$$= \underline{0{,}05076\,m^3}$$

Då blir massetettleiken:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{48{,}93\,kg}{0{,}05076\,m^3} = 963{,}9\,kg/m^3 \approx \underline{\underline{0{,}96 \cdot 10^3\,kg/m^3}}$$

Oppgåve 16

Ni testmålingar:

nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
t/s	8,624	8,525	8,763	8,454	8,827	8,672	8,471	8,550	9,982

Måling nr. 9 skil seg klart frå alle dei andre. Dei 8 første ligg i området 8,4–8,8 s, mens måling nr. 9 ligg over eitt sekund høgare. Vi kan difor utelukke denne målinga.

a) Gjennomsnitt, $\bar{t}$: (av dei 8 første målingane)

$$\bar{t} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_8}{8} = \frac{8{,}624\,s + 8{,}525\,s + \dots + 8{,}550\,s}{8}$$

$$= 8{,}6107\,s \approx \underline{8{,}611\,s}$$

Vi veit ikkje kor mange siffer det endelege svaret i c) kan ha.

b) Absolutt usikkerheit, Δt: (av dei 8 første)

$$\Delta t = \frac{1}{2}(t_{maks} - t_{min}) = \frac{1}{2}(8{,}827\,s - 8{,}454\,s) =$$

$$= 0{,}1865\,s \approx \underline{0{,}2\,s}$$

Berre eitt siffer i Δt!

Relativ usikkerheit, Δt_{rel}:

$$\Delta t_{rel} = \frac{\Delta t}{\bar{t}} \cdot 100\% = \frac{0{,}1865\,s}{8{,}611\,s} \cdot 100\% = 2{,}16\% \approx \underline{\underline{2\%}}$$

c) Korrekt måleresultat:

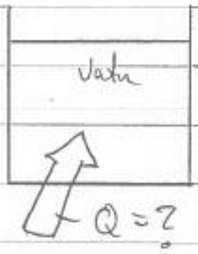
$$t = \bar{t} \pm \Delta t = 8{,}611\,s \pm 0{,}2\,s \approx \underline{\underline{8{,}6\,s \pm 0{,}2\,s}}$$

alternativt:

$$t = \bar{t} \pm \Delta t_{rel} = 8{,}611\,s \pm 2\% \approx \underline{\underline{8{,}6\,s \pm 2\%}}$$

Oppgåve 17

a)



$m = 5{,}0\,kg$

$\Delta t = t_{slutt} - t_{start}$

$= 65°C - 8{,}0°C = 57°C$

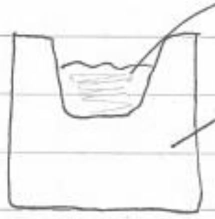
$c_V = 4{,}18\ kJ/kg\cdot K$

Varme som trengst, Q:

$Q = c_V \cdot m \cdot \Delta t = 4{,}18\ kJ/kg\cdot K \cdot 5{,}0\,kg \cdot 57\,K$

$= 1191{,}3\,kJ \approx \underline{\underline{1{,}2\,MJ}}$

b)



tinn: $m_t = 85{,}0\,g = 0{,}0850\,kg$

$t_t = 280°C$ ved start

is: $t_{is} = 0{,}0°C$

$L_{is} = 334 \cdot 10^3\,J/kg$ smeltevarme frå tabell

$m_{is} = ?$ masse av is som smeltar

Masse av is som smeltar, m_{is}:

meir fakta om tinn frå tabell:

Smeltepunkt, $t_{sm} = 232°C$

spesifikk varmekap., $c_t = 230\,J/kgK$

spesifikk smeltevarme, $l_t = 59 \cdot 10^3\,J/kg$

Når flytande tinn blir helt ned i isgropa, blir den først avkjølt ned til smeltepunktet (frå 280°C til 232°C). Deretter vil tinnet størkne. Til slutt vil det faste tinnet bli avkjølt ned til 0,0°C (smeltepunktet for is).

motteken varme = tilført varme

$$Q_{is} = Q_{flytande\ tinn} + Q_{størkning\ av\ tinn} + Q_{fast\ tinn}$$

$$L_{is} \cdot m_{is} = c_t \cdot m_t \cdot \Delta t_{flyt.t} + l_t \cdot m_t + c_t \cdot m_t \cdot \Delta t_{fast\,t.}$$

$$m_{is} = \frac{c_t \cdot m_t \cdot \Delta t_{flyt.t} + l_t \cdot m_t + c_t \cdot m_t \cdot \Delta t_{fast\,t.}}{L_{is}}$$

$$= \frac{230\,J/kgK \cdot 0{,}0850\,kg \cdot (280-232)\,K + 59 \cdot 10^3\,J/kg \cdot 0{,}0850\,kg + 230\,J/kgK \cdot 0{,}0850\,kg \cdot (232-0)\,K}{334 \cdot 10^3\,J/kg}$$

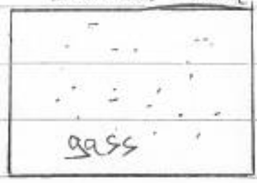
$$= \frac{10489\,J}{334 \cdot 10^3\,J/kg} = 0{,}03140\,kg \approx \underline{31{,}4\,g}$$

Kommentar: Spesifikk varmekapasitet er den same for fast og flytande tinn.

Oppgåve 18

a)

konstant volum



<u>Tilstand 1:</u>

p_1 (ukjent)

V_1 (—"—)

$T_1 = 250\,K$

<u>Tilstand 2:</u>

$p_2 = p_1 + 50\%$
$= 1{,}5p_1$

$V_2 = V_1$ konstant

$T_2 = ?$

<u>Temperaturen etter oppvarming, T_2:</u>

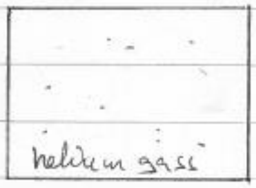
Tilstandslikninga: $\dfrac{p_2 V_2}{T_2} = \dfrac{p_1 V_1}{T_1} \wedge V_2 = V_1 \wedge p_2 = 1{,}5p_1$

$$\Downarrow$$

$$\frac{1{,}5p_1}{T_2} = \frac{p_1}{T_1}$$

$$T_2 = \frac{1{,}5p_1 \cdot T_1}{p_1} = 1{,}5 \cdot 250\,K = \underline{\underline{375\,K}}$$

b)



$p = 100\,kPa$ $\quad N = ?$ antal gassmolekyl

$V = 0{,}010\,m^3$ $\quad k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}\,J/K$ frå tabell

$t = 22^\circ C \Rightarrow T = (273 + 22)\,K = 295\,K$

<u>Antal heliummolekyl i gassen, N:</u>

Tilstandslikninga:

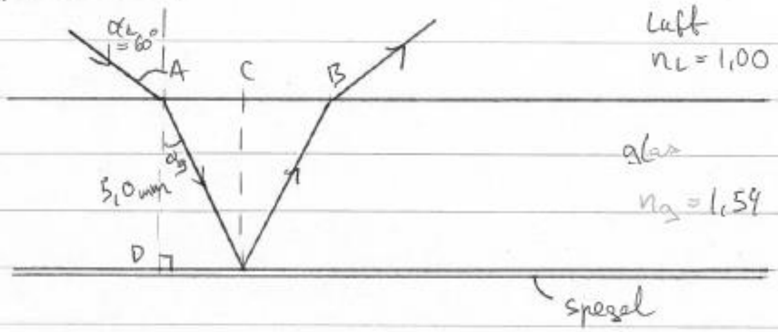
$$pV = NkT$$

$$\Downarrow$$

$$N = \frac{pV}{kT} = \frac{100 \cdot 10^3\,Pa \cdot 0{,}010\,m^3}{1{,}38 \cdot 10^{-23}\,J/K \cdot 295\,K}$$

$$N = 2{,}45 \cdot 10^{23} \approx \underline{\underline{2{,}5 \cdot 10^{23}}}$$

Oppgåve 19



Avstanden AB:

Av refleksjonslova ser vi at AC = CB på figuren.
Altså er AB = 2 AC.

Vi finn først brytningsvinkelen i glaset, α_g:
Snells brytningslov: $n_g \cdot \sin \alpha_g = n_L \cdot \sin \alpha_L$

$$\Downarrow$$

$$\sin \alpha_g = \frac{n_L \cdot \sin \alpha_L}{n_g}$$

$$= \frac{1{,}00 \cdot \sin 60°}{1{,}54} = 0{,}5623$$

$$\underline{\underline{\alpha_g = 34{,}22°}}$$

Vi ser av figuren at

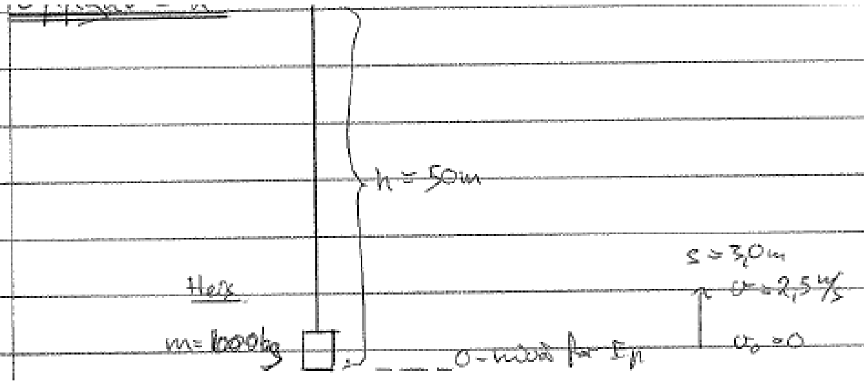
$$\tan \alpha_g = \frac{AC}{AD}$$

$$AC = AD \cdot \tan \alpha_g$$

$$= 5{,}0\,\text{mm} \cdot \tan 34{,}22° = 3{,}40\,\text{mm}$$

Då får vi $AB = 2AC = 2 \cdot 3{,}40\,\text{mm} = 6{,}80\,\text{mm} \approx \underline{\underline{6{,}8\,\text{mm}}}$

Oppgåve 20



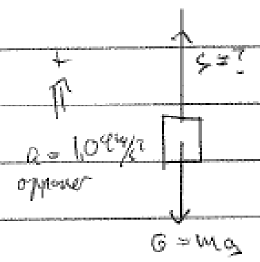
a) Auke i potensiell energi:

$$\Delta E_p = E_p(50m) - E_p(0m) = E_p(50m)$$
$$= mgh = 1000kg \cdot 9{,}81 N/kg \cdot 50m$$
$$= 490500\ Nm \approx \underline{\underline{0{,}49\ MJ}}$$

b) Akselerasjonen til heisen:

$$2as = v^2 - v_0^2 \quad \wedge \ v_0 = 0$$
$$2as = v^2$$
$$a = \frac{v^2}{2s} = \frac{(2{,}5 m/s)^2}{2 \cdot 3{,}0m} = 1{,}04\ m/s^2 \approx \underline{\underline{1{,}0\ m/s^2}}$$

c)

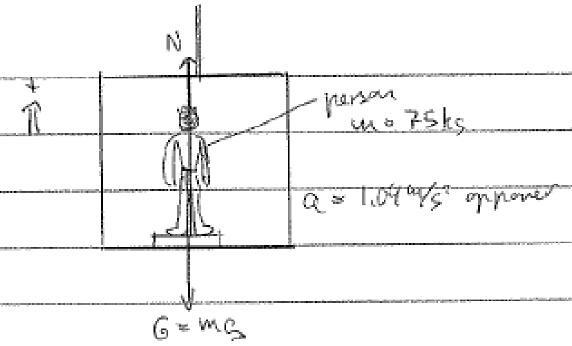


Krafta frå heiskabelen:

Newtons 2. lov: $\Sigma F = ma \quad \wedge \ \Sigma F = S - G$

$$\Downarrow$$
$$S - G = ma$$
$$\Downarrow$$
$$S = ma + G \quad \wedge \ G = mg$$
$$S = ma + mg$$
$$S = 1000kg \cdot (1{,}04 N/kg + 9{,}81 N/kg)$$
$$S = 10850\ N \approx \underline{\underline{11\ kN}}$$

d)



Kva badevekta viser:

Vi finn først normalkrafta frå badevekta på mannen:

Newtons 2.lov $\sum F = ma \quad \wedge \quad \sum F = N - G$

$$\Downarrow$$

$$N - G = ma \quad \wedge \quad G = mg$$

$$N = mg + ma$$

$$N = 75\,kg \cdot (9{,}81\,N/kg + 1{,}04\,N/kg)$$

$$\underline{N = 813{,}75\,N}$$

Badevekta er eigentleg ein kraftmålar som gjev ut masse i staden for kraft. Den er kalibrert for eit system som ikkje er i akselerasjon slik at $\underline{g} = 9{,}81\,N/kg$.

Badevekta viser: $m = \frac{N}{g}$ (Den „trur" at $N = G$.)

$$m = \frac{813{,}75\,N}{9{,}81\,N/kg} = 82{,}95\,kg \approx \underline{\underline{83\,kg}}$$

e) Akselerasjonen under oppbremsinga:

$$\sum F = ma \quad \wedge \quad \sum F = N - G$$

$$N - G = ma$$

$$a = \frac{N - G}{m} = \frac{70\,kg \cdot 9{,}81\,m/s^2 - 75\,kg \cdot 9{,}81\,m/s^2}{75\,kg}$$

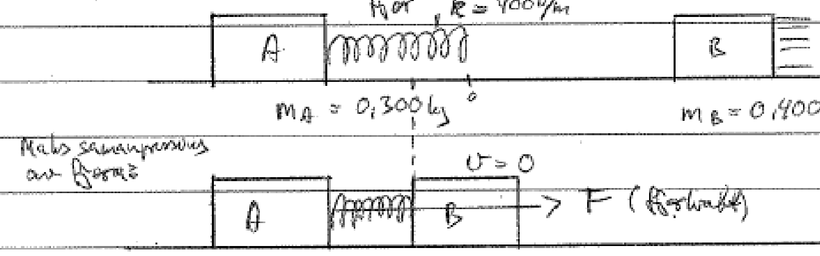
$$a = -0{,}654\,m/s^2 \approx \underline{\underline{-0{,}65\,m/s^2}}$$

Negativt på grunn av nedbremsing.

Oppgåve 21

Oppgåve 5 $\Rightarrow +$ før støyten $v_0 = -8{,}55\ \text{m/s}$ Ikkje friksjon!

fjær, $k = 400\ \text{N/m}$



a) Impulsen på B:

Av impulslova: $I = Ft = \Delta p = m_B v - m_B v_0 \quad \wedge\ v = 0$ ved slutten.

$I = -m_B \cdot v_0$

$= -0{,}400\ \text{kg} \cdot (-8{,}55\ \text{m/s})$

$= \underline{\underline{3{,}42\ \text{Ns}}}$

b) Samanpressing av fjøra:

Sidan det ikkje er friksjon, vil fjøra ta opp 0 (?) all kinetisk energi frå klossen B. Bevaring av mek. energi.

$$E_p\ (\text{fjør}) = E_k\ (\text{kloss})$$

$$\frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} m_B v_0^2$$

Samanpressing: $$x = \sqrt{\frac{m_B v_0^2}{k}} = \sqrt{\frac{0{,}400\,kg \cdot (-8{,}55\,m/s)^2}{400\,N/m}}$$

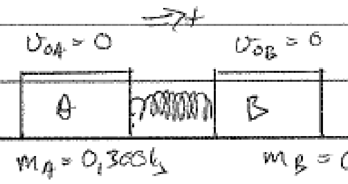
$$= 0{,}2703\,m \approx \underline{\underline{0{,}27\,m}}$$

c) Krafta frå fjøra på B når B er stansa:

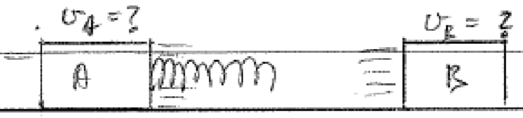
Av Hookes lov: $F = kx = 400\,N/m \cdot 0{,}2703\,m$

$$= 108{,}12\,N \approx \underline{\underline{108\,N}}$$

d) Før:



Etter



Vi skal altså finne farten v_A og v_B etter eksplosjonen.

Vi har bevaring av massefart: $\underline{p_{etter} = p_{før}}$

og bevaring av mekanisk energi: $E_{etter} = E_{før}$

$\underline{E_k\,(\text{etter}) = E_p\,(\text{fjør, før})}$

Bevaring av rørslemengd: $m_A v_A + m_B v_B = p_{før} \wedge p_{før} = 0$

$$\underline{m_A v_A + m_B v_B = 0} \qquad \text{Likning 1}$$

Bevaring av mek. energi: $\frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2 = \frac{1}{2} k x^2$

$$\underline{m_A v_A^2 + m_B v_B^2 = k x^2} \qquad \text{Likning 2}$$

Vi har nå 2 likningar og 2 ukjende som kan løysast med innsettingsmetoden:

Av likning 1: $v_B = -\frac{m_A v_A}{m_B} = -\frac{0{,}300\,\text{kg} \cdot v_A}{0{,}400\,\text{kg}} = \underline{-\frac{3}{4} v_A}$

Likning 2 med massar: $0{,}300\,\text{kg} \cdot v_A^2 + 0{,}400\,\text{kg} \cdot v_B^2 = 400\,\text{N/m} \cdot (0{,}2703\,\text{m})^2$

$$0{,}300\,\text{kg} \cdot v_A^2 + 0{,}400\,\text{kg} \cdot v_B^2 = 29{,}22\,\text{Nm}$$

Så set vi inn for v_B: $0{,}300\,\text{kg} \cdot v_A^2 + 0{,}400\,\text{kg} \cdot \left(-\frac{3}{4} v_A\right)^2 = 29{,}22\,\text{Nm}$

$$0{,}300\,\text{kg} \cdot v_A^2 + 0{,}400\,\text{kg} \cdot \frac{9}{16} v_A^2 = 29{,}22\,\text{Nm}$$

$$\left(0{,}300\,\text{kg} + 0{,}400\,\text{kg} \cdot \frac{9}{16}\right) \cdot v_A^2 = 29{,}22\,\text{Nm}$$

$$0{,}525\,\text{kg} \cdot v_A^2 = 29{,}22\,\text{Nm}$$

$$v_A = \pm\sqrt{\frac{29{,}22\,\text{Nm}}{0{,}525\,\text{kg}}} = \pm 7{,}46\,\text{m/s}$$

Vi ser av figuren at kloss A sprett mot venstre, altså $v_A < 0$.

Farten til klossane:

$$\underline{\underline{v_A = -7{,}46\,\text{m/s} \approx -7{,}5\,\text{m/s}}} \qquad (\text{mot venstre})$$

$$v_B = -\frac{3}{4} v_A = -\frac{3}{4}\left(-7{,}46\,\text{m/s}\right) = 5{,}59\,\text{m/s} \approx 5{,}6\,\text{m/s}$$

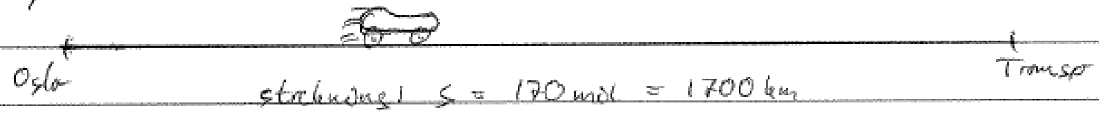
$$\underline{\underline{v_B = 5{,}6\,\text{m/s}}} \qquad (\text{mot høgre})$$

Oppgåve 22

Oppgåve 1

Fart: Anten $v_1 = 65\ km/h$ eller $v_2 = 70\ km/h$
konstant fart

a)



strekning: $s = 170\ mil = 1700\ km$

Brukt tid ved å køyre turen i 65 km/h:

$$s = v t \implies t = \frac{s}{v}$$

$$t_1 = \frac{s}{v_1} = \frac{1700\ km}{65\ km/h} = \underline{26{,}15\ h} \quad (\text{timar})$$

Brukt tid ved å køyre turen i 70 km/h:

$$t_2 = \frac{s}{v_2} = \frac{1700\ km}{70\ km/h} = \underline{24{,}28\ h}$$

Spart tid ved å køyre i 70 km/h samanlikna med 65 km/h:

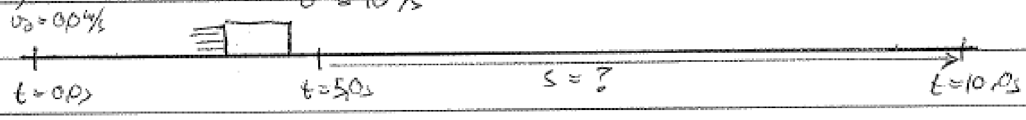
$$\text{spart tid} = t_1 - t_2 = 26{,}15\ h - 24{,}28\ h = 1{,}87\ h = \underline{1\ h\ 52\ min}$$

$\underline{\approx 1{,}9\ h}$ ⟷ fritt val

Konstant akselerasjon

$a = ?$

b)



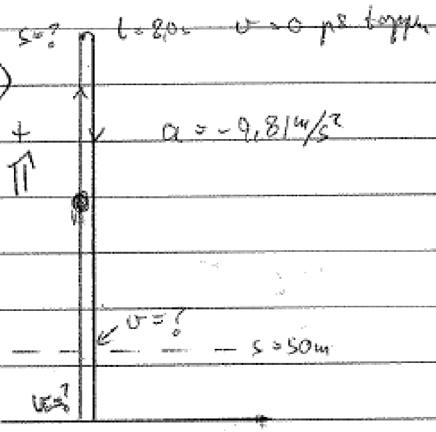
Akselerasjonen: $a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{10\,m/s - 0{,}0\,m/s}{5{,}0\,s} = \underline{\underline{2{,}0\,m/s^2}}$

Distanse fra $t = 5{,}0\,s$ til $t = 10{,}0\,s$: (brukt tid på distansen er 5,0 s)

$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 10\,m/s \cdot 5{,}0\,s + \frac{1}{2} \cdot 2{,}0\,m/s^2 \cdot (5{,}0\,s)^2 = \underline{\underline{75\,m}}$

v_0: v etter 5,0 s

c)



Utskytningsfarten:

$v = v_0 + at \quad \wedge \quad v = 0$ på toppen

$\Downarrow$

$v_0 = -at = -(-9{,}81\,m/s^2) \cdot 8{,}0\,s$

$= 78{,}48\,m/s \approx \underline{\underline{78\,m/s}}$

Høyde til toppen av banen:

$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

$= 78{,}48\,m/s \cdot 8{,}0\,s + \frac{1}{2}(-9{,}81\,m/s^2) \cdot (8{,}0\,s)^2$

$= 313{,}9\,m \approx \underline{\underline{0{,}314\,km}}$

Farten 50 m over utskytningsstaden:

$v^2 - v_0^2 = 2as$

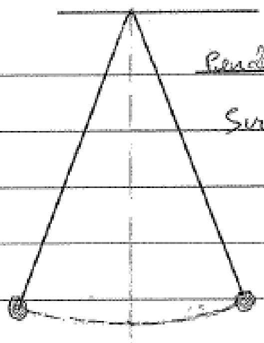
$v = \pm\sqrt{2as + v_0^2}$

$= \pm\sqrt{2 \cdot (-9{,}81\,m/s^2) \cdot 50\,m + (78{,}48\,m/s)^2}$

$= \pm 71{,}95\,m/s$

$\approx \underline{\underline{\pm 72\,m/s}}$

d)



Pendel.

Svingetid T (tida for ei full svingning att og fram)

Måle resultat

Måling nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20T / s	54,2	54,0	53,9	54,4	54,6	54,1	54,2	54,0	54,3	53,8
T / s	2,71	2,70	2,695	2,72	2,73	2,705	2,71	2,70	2,715	2,69

Gjennomsnitt: $\bar{T} = \frac{T_1 + T_2 + \dots + T_N}{N}$ ∧ $N = 10$

$$\bar{T} = \frac{2{,}71s + 2{,}70s + 2{,}695s + 2{,}72s + 2{,}73s + 2{,}705s + 2{,}71s + 2{,}70s + 2{,}715s + 2{,}69s}{10}$$

$$\bar{T} = 2{,}7075\,s \approx \underline{\underline{2{,}71\,s}}$$

Absolutt usikkerhet:

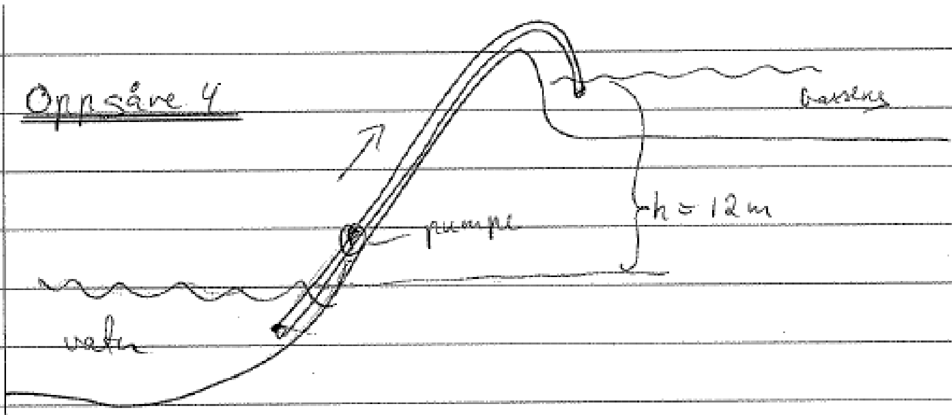
$$\Delta T = \frac{1}{2}(T_{maks} - T_{min}) = \frac{1}{2}(T_5 - T_{10}) = \frac{1}{2}(2{,}73s - 2{,}69s)$$
$$= \underline{\underline{0{,}02\,s}}$$

Korrekt måleresultat:

$$\underline{\underline{T = \bar{T} \pm \Delta T = 2{,}71s \pm 0{,}02s}}$$

Oppgåve 23

Oppgåve 4



a) Masse av vatn som skal pumpast opp, m:

$$m = 1000\,m^3 \cdot 1{,}00 \cdot 10^3\,kg/m^3 = \underline{1{,}00 \cdot 10^6\,kg}$$

Arbeid som må til, W:

$$W = G \cdot h = mgh = 1{,}00 \cdot 10^6\,kg \cdot 9{,}81\,N/kg \cdot 12\,m$$
$$= 1{,}1772 \cdot 10^8\,Nm \approx \underline{\underline{0{,}12\,GJ}}$$

b) Tal liter vatn som skal pumpast opp, V:

$$V = 1000\,m^3 \cdot 1000\,L/m^3 = \underline{1{,}000 \cdot 10^6\,L}$$

Tida for å pumpe vatnet:

$$t = \frac{V}{V/min} = \frac{1{,}000 \cdot 10^6\,L}{36\,L/min} \approx 27777{,}77\,min = 462{,}9\,h \approx \underline{\underline{19\,døgn}}$$

Effekten til pumpa:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{1{,}1772 \cdot 10^8\ \text{J}}{27777{,}8\ \text{min} \cdot 60\ \text{s/min}} = 70{,}63\ \text{J/s} \approx \underline{\underline{71\ \text{W}}}$$

c) Tilført effekt til pumpa:

Verknadsgrad: $\eta = \frac{P_{ut}}{P_{inn}}$ ← nyttbar effekt ← tilført effekt

$\Downarrow$

Tilført effekt: $P_{inn} = \frac{P_{ut}}{\eta} = \frac{70{,}63\ \text{W}}{0{,}75} =$

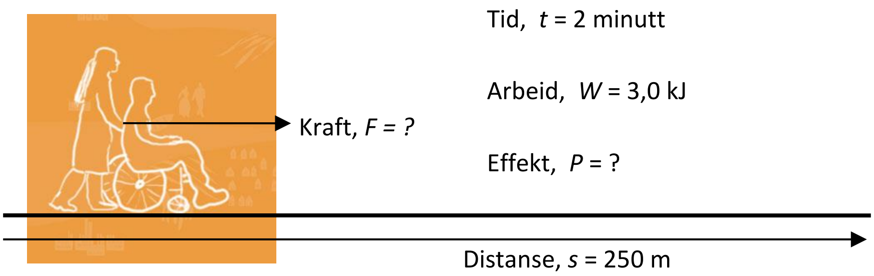
$= 94{,}17\ \text{W} \approx \underline{\underline{94\ \text{W}}}$

Oppgåve 24

a) Kraft og effekt på rullestol

Figur:

Tur med rullestol



Arbeidet er gjeve ved formelen: $W = F \cdot s \cdot \cos\alpha$

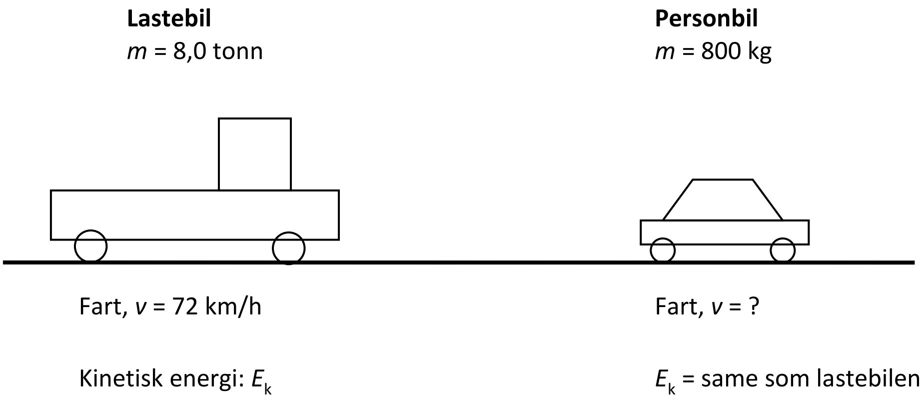
Sidan *F* og *s* har same retning, er vinkelen $\alpha = 0^\circ$ og $\cos \alpha = 1$. Altså er $W = F \cdot s$.

Krafta som pleiaren brukar: $F = \frac{W}{s} = \frac{3{,}0\ \text{kJ}}{250\ \text{m}} = \underline{\underline{12\ \text{N}}}$

Effekten: $P = \frac{W}{t} = \frac{3{,}0\ \text{kJ}}{2{,}0\ \text{min}} = \frac{3{,}0 \cdot 10^3\ \text{J}}{120\ \text{s}} = 25\ \text{J/s} = \underline{\underline{25\ \text{W}}}$

b) Lastebil og personbil med same energi

Figur:



Vi rekner først om farten til lastebilen til m/s: $v = 72\ \text{km/h} = \dfrac{72 \cdot 1000\ \text{m}}{3600\ \text{s}} = \underline{20\ \text{m/s}}$

Kinetisk energi til lastebilen: $E_k = \tfrac{1}{2} m v^2 = \tfrac{1}{2} \cdot 8000\ \text{kg} \cdot (20\ \text{m/s})^2 = 1600000\ \text{J} \approx \underline{\underline{1{,}6\ \text{MJ}}}$

Personbilen har same kinetiske energi som lastebilen.

Farten:

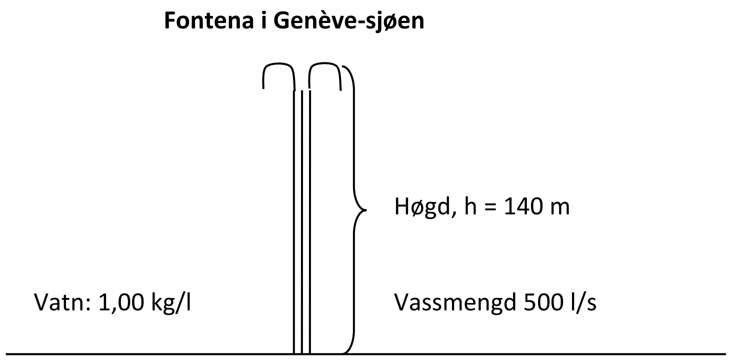
$$E_{\text{kp}} = \tfrac{1}{2} m v^2 = E_{\text{kl}} \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2E_{\text{kl}}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}6\ \text{MJ}}{800\ \text{kg}}} = 63{,}246\ \text{m/s}$$

$$= 63{,}246 \cdot 3{,}6\ \text{km/h} = 227{,}2\ \text{km/h} \approx \underline{\underline{2{,}3 \cdot 10^2\ \text{km/h}}}$$

Her er svart med same eining for fart som er brukt i oppgåveteksten, sjå figur!

c) Fontene ved Genèvesjøen

Figur:



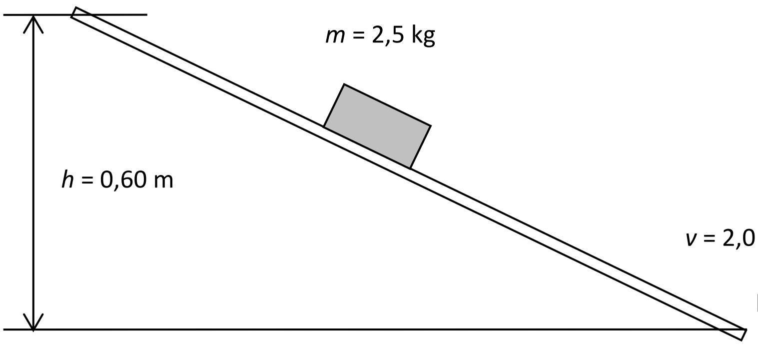
Effekten:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{500\ \text{l} \cdot 1{,}00\ \text{kg/l} \cdot 9{,}81\ \text{N/kg} \cdot 140\ \text{m}}{1{,}00\ \text{s}} = 686700\ \text{Nm/s}$$

$$\approx \underline{\underline{687\ \text{kW}}}$$

d) Kloss på skråplan

Figur:



Endring i mekanisk energi til klossen når den glir frå A til B:

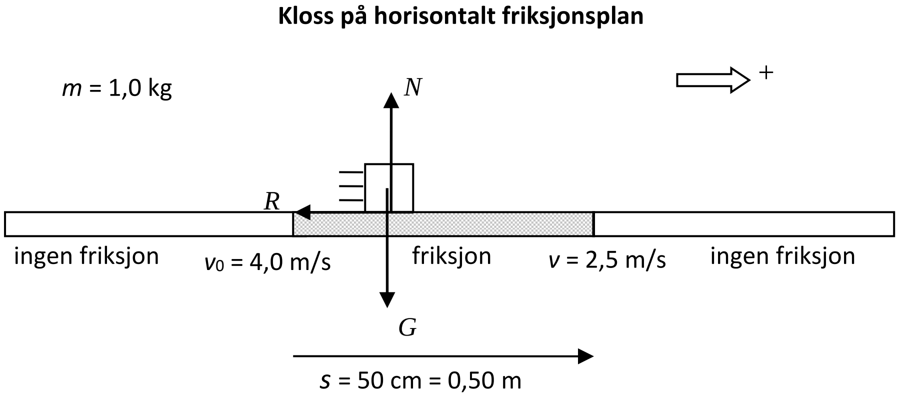
$$\begin{aligned}\Delta E &= E_B - E_A = E_{pB} + E_{kB} - (E_{pA} + E_{kA}) \\ &= mgh_B + \tfrac{1}{2}mv_B^2 - (mgh_A + \tfrac{1}{2}mv_A^2) \\ &= \tfrac{1}{2}mv_B^2 - mgh_A \quad (\text{fordi } h_B = 0 \text{ og } v_A = 0) \\ &= \tfrac{1}{2}\cdot 2{,}5\,\text{kg}\cdot(2{,}0\,\text{m/s})^2 - 2{,}5\,\text{kg}\cdot 9{,}81\,\text{N/kg}\cdot 0{,}60\,\text{m} \\ &= -9{,}715\,\text{Nm} \approx \underline{\underline{-9{,}7\,\text{J}}}\end{aligned}$$

Endringa i energi er negativ, altså er det energitap.

Oppgåve 25

a) Kloss på horisontalt friksjonsplan

Figur:



1) Gjennomsnittsakselerasjonen:

Vi kan finne gjennomsnittsakselerasjonen til klossen ved hjelp av rørslelikninga:

$$2as = v^2 - v_0^2.$$

Akselerasjonen: $a = \frac{v^2 - v_0^2}{2s} = \frac{(2{,}5\,\text{m/s})^2 - (4{,}0\,\text{m/s})^2}{2 \cdot 0{,}50\,\text{m}} = -9{,}75\,\text{m/s}^2 = \underline{\underline{-9{,}8\,\text{m/s}^2}}$

2) Kreftene som verkar på klossen når den er på friksjonsfeltet**:**

Desse kreftene er teikna inn på figuren over. Det er tre krefter:
N (normalkrafta som verkar opp frå underlaget),
G (tyngdekrafta som verkar rett ned) og
R (friksjonskrafta mellom klossen og underlaget, som verkar mot rørsleretninga).
Friksjonstalet:

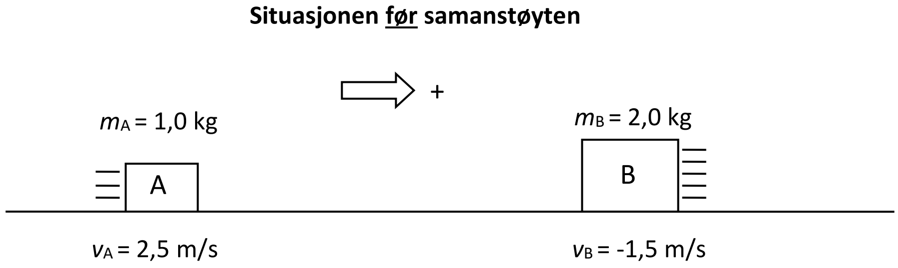
Sidan det ikkje er noko rørsle vertikalt, må summen av vertikalkreftene vere lik null (Newtons 1 lov). Altså har vi at $N = G = mg$.

Totalt har vi då at summen av kreftene, ΣF, er lik friksjonskrafta R som gjev nedbremsing av klossen. Altså har vi at $\Sigma F = -R = ma$.

Friksjonstalet: $\mu = \frac{R}{N} = \frac{-ma}{mg} = \frac{-a}{g} = \frac{-(-9{,}75\,\text{m/s}^2)}{9{,}81\,\text{m/s}^2} = 0{,}994 \approx \underline{\underline{0{,}99}}$ som vi skulle vise.

b) Tre ulike samanstøytar (kollisjonar) mellom to klossar

Figur:



Ved alle samanstøytar gjeld at massefarten (rørslemengda) *p* blir bevart, altså:

$$p_{\text{etter}} = p_{\text{før}}$$
$$\Downarrow$$
$$m_A v_A + m_B v_B = m_A v_{A0} + m_B v_{B0}$$

Vilkår 1) Klossane blir hengande saman etter samanstøyten

Når klossane heng saman etter samanstøyten, må dei ha same fart. Vi bruker bevaring av massefart:

<u>Felles fart etter samanstøyten</u>:

$$m_A v_A + m_B v_B = m_A v_{A0} + m_B v_{B0} \quad \wedge \quad v_A = v_B = v \quad \text{felles fart}$$
$$\Downarrow$$
$$m_A v + m_B v = m_A v_{A0} + m_B v_{B0}$$
$$\Downarrow$$
$$(m_A + m_B) \cdot v = m_A v_{A0} + m_B v_{B0}$$
$$\Downarrow$$
$$v = \frac{m_A v_{A0} + m_B v_{B0}}{m_A + m_B} = \frac{1{,}0\,\text{kg} \cdot 2{,}5\,\text{m/s} + 2{,}0\,\text{kg} \cdot (-1{,}5\,\text{m/s})}{1{,}0\,\text{kg} + 2{,}0\,\text{kg}} = -0{,}1667\,\text{m/s} \approx \underline{\underline{-0{,}17\,\text{m/s}}}$$

Vilkår 2) Når kloss B får farten 0,50m/s etter samanstøyten
Vi bruker bevaring av massefart:

<u>Farten til A etter samanstøyten</u>:

$$m_A v_A + m_B v_B = m_A v_{A0} + m_B v_{B0} \quad \wedge \quad v_B = 0{,}50\ \text{m/s}$$

$$\Downarrow$$

$$m_A v_A = m_A v_{A0} + m_B v_{B0} - m_B v_B$$

$$\Downarrow$$

$$v_A = \frac{m_A v_{A0} + m_B v_{B0} - m_B v_B}{m_A} = \frac{1{,}0\,\text{kg}\cdot 2{,}5\,\text{m/s} + 2{,}0\,\text{kg}\cdot(-1{,}5\,\text{m/s}) - 2{,}0\,\text{kg}\cdot 0{,}50\,\text{m/s}}{1{,}0\,\text{kg}}$$

$$= \underline{\underline{-1{,}5\ \text{m/s}}}$$

Sidan farten til A etter samanstøyten er negativ, tyder det at den går mot venstre. Klossen sprett altså noko attende.

Vilkår 3) Dei to klossane har elastisk samanstøyt

Ved <u>elastisk</u> samanstøyt har vi <u>to</u> krav som begge skal vere oppfylte:

1) Den samla massefarten p til klossane er bevart, og
2) Den samla kinetiske energien E_k til klossane er bevart.

Altså:

<u>Bevaring av massefart</u>:

1) $$p_{\text{etter}} = p_{\text{før}} \quad \Rightarrow \quad m_A v_A + m_B v_B = m_A v_{A0} + m_B v_{B0}$$

og <u>bevaring av kinetisk energi</u>:

2) $$E_{\text{k etter}} = E_{\text{k før}} \quad \Rightarrow \quad \tfrac{1}{2} m_A v_A^2 + \tfrac{1}{2} m_B v_B^2 = \tfrac{1}{2} m_A v_{A0}^2 + \tfrac{1}{2} m_B v_{B0}^2$$

Vi har no to ukjende, v_A og v_B, som vi kan løyse ut av dei to likningane 1) og 2) over. Vi skal ikkje løyse dette likningssettet her, oppgåva spør ikkje etter løysinga.

Løysing av eit liknande likningssett står i læreboka på side 137.

Oppgåve 26

2. (a)

$$\Sigma F = 0$$
$$O = G$$
$$\rho_{fv} V_{fv} g = mg$$
$$V_{fv} = \frac{m}{\rho_{fv}} = \frac{60\,\text{kg}}{998\,\text{kg/m}^3} = 0,06012\,\text{m}^3 = \underline{0,060\,\text{m}^3}$$

(b)

$$p = p_0 + \rho g h$$
$$p - p_0 = \rho g h = 998\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,0100\,\text{m} = 97,903\,\text{Pa} = \underline{97,9\,\text{Pa}}$$

(c)

$$\Sigma M = 0$$
$$F_1 l_1 = F_2 l_2$$
$$20\,\text{N} \cdot 1,20\,\text{m} = \text{F}_2 \cdot 0,50\,\text{m}$$
$$F_2 = 20\,\text{N} \cdot \frac{1,20}{0,50} = \underline{48\,\text{N}}$$

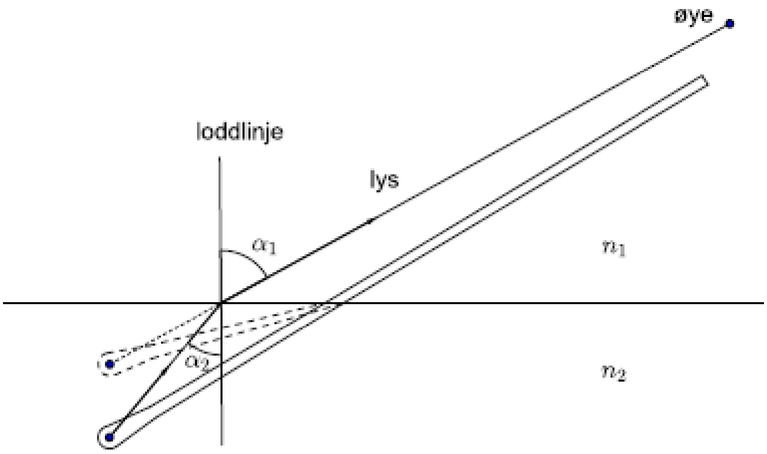
(d) $s = 7,0\,\text{m} \quad t = 10\,\text{s} \quad v = 0$

$$s = \frac{v_0 + v}{2} t$$
$$2s = v_0 t$$
$$v_0 = \frac{2s}{t} = \frac{2 \cdot 7,0\,\text{m}}{10\,\text{s}} = 1,400\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$$
$$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{0 - 1,400\,\frac{\text{m}}{\text{s}}}{10\,\text{s}} = \underline{-0,14\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

(e) Dette skyldes lysbrytning og er forårsaket av at lyset har ulik hastighet i luft og vann. Lyset vil derfor skifte retning i overgangen slik det uttrykkes i snells lov

$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

der n står for brytningsindeks og α står for vinkel mellom lysstrålen og loddlinja.



Oppgåve 27

6.

$$\frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_1 V_1}{T_1}$$

$$p_2 = p_1 \frac{T_2}{T_1} = 1,00\,\mathrm{atm} \cdot \frac{(273 - 15)\,\mathrm{K}}{(273 + 50)\,\mathrm{K}} = \underline{0,799\,\mathrm{atm}}$$

Oppgåve 28

7. Den mekaniske energien er bevart ved utskyting:

$$E_{k0} = E_p$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}kx^2$$

$$mv_0^2 = kx^2$$

$$v_0^2 = \frac{k}{m}x^2$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot x = \sqrt{\frac{300\,\mathrm{N/m}}{0,020\,\mathrm{kg}}} \cdot 0,0240\,\mathrm{m} = 2,939\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

Σp er bevart i støtet

$$mv_0 = mV + mU$$

$$v_0 = V + U$$

$$U = v_0 - V$$

ΣE_k er bevart i støtet

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}mU^2$$

$$v_0^2 = V^2 + U^2$$

$$v_0^2 = V^2 + (v_0 - V)^2$$

$$v_0^2 = V^2 + v_0^2 - 2v_0V + V^2$$

$$0 = 2V^2 - 2v_0V$$

$$0 = V(V - v_0)$$

Kulene har ikke samme fart som før, altså må korrekt løsning være:

$$V = 0 \text{ og } U = v_0 = \underline{2,939\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}$$

$$h = 2l = 0,28\,\mathrm{m}$$

Dette kunne vi ha sagt med en gang ut fra prinsippet om bevaring av bevegelsesmengde og energi ettersom kulene har samme masse. De vil da bytte fart i kollisjonen slik som kulene i newtons vugge. Den mekaniske energien er bevart i bevegelsen.

$$E_p + E_k = E_{k0}$$

$$mgh + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$v^2 = v_0^2 - 2gh$$

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{v_0^2 - 2gh}{l} = \frac{(2,939^2 - 2 \cdot 9,81 \cdot 0,28)}{0,14}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = \underline{22\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}}$$