

Denne kolonne er
forbeholdt sensor

This column is for
external examiner

Oppgave 2

a) Bruker (N2) og får

$$\Sigma F = F = (m_1 + m_2 + m_3)a$$

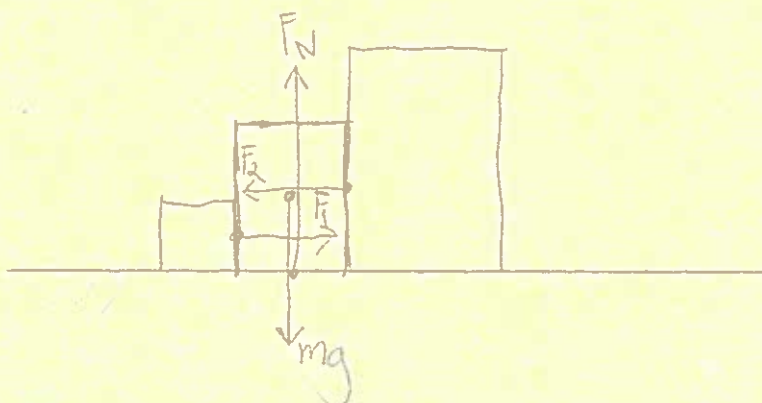
$$\Leftrightarrow a = \frac{F}{m_1 + m_2 + m_3}$$

Innsettning av verdier gir:

$$a = \frac{18,0 \text{ N}}{2,00 \text{ kg} + 3,00 \text{ kg} + 4,00 \text{ kg}}$$

$$= \underline{\underline{2,00 \text{ m/s}^2}} \quad \checkmark$$

b)



F_1 : kraft mellom 1 og 2.
 F_2 : ——— 11 — 2 og 3

Denne kolonne er
forbeholdt sensor

This column is for
external examiner

Siden kloss 2 har aks. a mot
høyre må

$$\Sigma F_2 = \cancel{m_2 + m_3} (m_2 + m_3) a$$

$$\Leftrightarrow F_1 - F_2 = (m_2 + m_3) a. \quad (*)$$

$(m_2 + m_3)$ fordi kraften dytter både kloss
2 og 3, men ikke 1.

~~Uten~~ Fra (N3) må F_2 også virke
på kloss 3, bare motsatt retning, så
tilsvarende for kloss 3 får vi

$$\Sigma F_3 = F_2 = m_3 a$$

Satt inn i (*) gir det

$$F_1 - m_3 a = (m_2 + m_3) a$$

$$\Leftrightarrow F_1 = (m_2 + 2m_3) a.$$

Med numeriske verdier får vi

$$\begin{aligned} F_1 &= (3,00 \text{ kg} + 2 \cdot 4,00 \text{ kg}) \cdot 2,00 \text{ m/s}^2 \\ &= \underline{\underline{22,0 \text{ N}}} \quad \text{X} \end{aligned}$$

Denne kolonne er
forbeholdt sensor

This column is for
external examiner

c) Vi må sjekke om kraften er stor nok
for å overkomme den statiske friksjonen.
Det er den hvis

$$F > \mu_s F_{N, \max}$$

~~$F_{N, \max}$~~ "størst normalkraft"
 $= m_3 g$

hvor $F_N = \text{"total normalkraft"}$
 $= (m_1 + m_2 + m_3)g$

Setter inn verdier og får

$$\begin{aligned} \mu_s F_N &= 0,100 \cdot (2,00 \text{ kg} + 3,00 \text{ kg} + 4,00 \text{ kg}) \cdot 10,0 \text{ m/s}^2 \\ &= 9,00 \text{ N} \\ &< F \end{aligned}$$

\Rightarrow Klossene vil skli og da blir
friksjonskraften:

$$\begin{aligned} F_f &= \mu_k m_1 g + \mu_k m_2 g + \mu_k m_3 g \\ &= \mu_k g (m_1 + m_2 + m_3) \end{aligned}$$

Denne kolonne er
forbeholdt sensor

This column is for
external examiner

$$(N2) \text{ gir } \Sigma F = F - F_f = (m_1 + m_2 + m_3) a$$

$$\Rightarrow a = \frac{F}{m_1 + m_2 + m_3} - \frac{F_f}{m_1 + m_2 + m_3}$$

$$= \frac{F}{m_1 + m_2 + m_3} - \frac{\mu_k g (m_1 + m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3}$$

$$= \frac{F}{m_1 + m_2 + m_3} - \mu_k g$$

Med numeriske verdier:

$$a = 2,00 \text{ m/s}^2 - 0,100 \cdot 10,0 \text{ m/s}^2$$

$$\underline{a = 1,00 \text{ m/s}^2} \quad \checkmark$$

Bruker samme fremgangsmåte som i (b).

$$\Sigma F_2 = F_1 - F_2 - F_{f,2} = (m_2 + m_3) a \quad (*)$$

$$\Sigma F_3 = F_2 - F_{f,3} = m_3 a \quad (**)$$

(*) + (**):

$$F_1 - \cancel{F_2} - F_{f,2} - F_{f,3} = (m_2 + 2m_3) a$$

$$\Rightarrow F_1 = (m_2 + 2m_3) a + F_{f,2} + F_{f,3}$$

$$= (m_2 + 2m_3) a + \mu_k m_2 g + \mu_k m_3 g$$

Denne kolonne er
forbeholdt sensor

This column is for
external examiner

(Bare for å være tydelig så er
 $F_{f,2}$ og $F_{f,3}$ friksjonskraft til hhv.
kloss 2 og 3).

Setter inn verdier og får

$$F_1 = (300 \text{ kg} + 2 \cdot 400 \text{ kg}) \cdot 1,00 \text{ m/s}^2$$

$$+ \mu_k m_2 g + \mu_k m_3$$

$$+ 0,100 \cdot 300 \text{ kg} \cdot 10,0 \text{ m/s}^2 + 0,100 \cdot 400 \text{ kg} \cdot 10,0 \text{ m/s}^2$$

$$= \underline{\underline{18,0 \text{ N}}}$$

X

Denne kolonne er
forbeholdt sensor

This column is for
external examiner

Oppgave 3

a) Siden $\Sigma F = -F_f = -\mu_k mg$ har vi
fra (N2)

$$-\mu_k mg = ma$$

$$\Rightarrow a = -\mu_k g$$

Numeriske verdier blir da

$$a = -0,100 \cdot 10,0 \text{ m/s}^2$$

$$= \underline{\underline{-1,00 \text{ m/s}^2}}$$

b) Med rotasjonsakse om masse-senteret får vi

$$\Sigma \tau = \cancel{+} F_f \cdot R \stackrel{\text{(N2-rot)}}{=} I \alpha$$

$$\text{Massiv kule} \Rightarrow I = \frac{2}{5} m R^2$$

Så

$$\alpha = \frac{\cancel{+} F_f \cdot R}{\frac{2}{5} m R^2}$$

$$= \frac{5}{2} \frac{\mu_k m g R}{m R^2}$$

Denne kolonne er
forbeholdt sensor

This column is for
external examiner

$$\Rightarrow \alpha = -\frac{5}{2} \frac{\mu_k g}{R}$$

Sånn gir

$$\alpha = -\frac{5}{2} \cdot \frac{0,100 \cdot 10,0 \text{ m/s}^2}{9,00 \cdot 10^{-2} \text{ m}}$$

$$= -50,0 \text{ rad/s}^2$$

b) Siden kraften er konstant (og dermed aks)

c) Siden akselerasjonen er konstant ^{har} vi

$$V_B^2 - V_A^2 = 2 \cdot a \cdot s$$

$$\Leftrightarrow s = \frac{V_B^2 - V_A^2}{2 \cdot a}$$

$$= \frac{\frac{5^2}{72} v^2 - v^2}{2a}$$

$$= -\frac{24 \cdot v^2}{981 \cdot a}$$

Dette gir

$$s = \frac{-24 \cdot (2,80 \text{ m/s})^2}{49 \cdot (-1,00 \text{ m/s}^2)} = \underline{\underline{1,92 \text{ m}}}$$

Denne kolonne er
forbeholdt sensor

This column is for
external examiner

d) Siden ^{Vinkelaksekrøftingen} ~~Kraftmomentet~~ er kjent kan
vi bruke

$$\omega_B^2 - \omega_A^2 = 2\alpha \cdot \theta$$

hvor θ =adianer mellom A og B.
 $\omega_A = 0$ og ren rulling ved B gir

$$\begin{aligned}\theta &= \frac{\omega_B^2}{2\alpha} \\ &= \frac{(v_B/R)^2}{2\alpha} \\ &= \frac{\left(\frac{5V}{7R}\right)^2}{2\alpha} \\ &= \frac{25}{98R^2} \cdot \frac{v^2}{\alpha}\end{aligned}$$

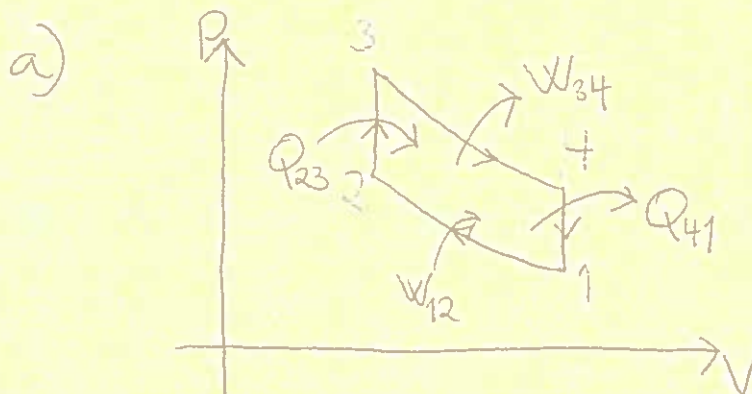
Dette gir

$$\begin{aligned}\theta &= \frac{25 \cdot (2,80 \text{ m/s})^2}{98 \cdot (0,05 \text{ m})^2 \cdot 50,0 \text{ rad/s}^2} \\ &= \underline{\underline{16 \text{ rad}}}\end{aligned}$$

Denne kolonne er
forbeholdt sensor

This column is for
external examiner

Oppgave 4



OBS: W_{12} - arbeid utføres på systemet
så $W_{12} < 0$

W_{34} - arbeid utføres av systemet
så $W_{34} > 0$

b) Adiabatt mellom 1 og 2:

$$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$$

$$\Leftrightarrow T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1}$$

$$\underline{\underline{T_2 = T_1 r^{\gamma-1}}}$$

~~For 1 til 4 vil den indre energien endres og
med $\Delta U_{14} = n C_V (T_4 - T_1)$
(Isokor) $Q_{14} = n C_V (T_4 - T_1)$~~

Denne kolonne er
forbeholdt sensor

This column is for
external examiner

Siden $1 \rightarrow 2$ er en isokor prosess vil

~~$$V_1 = V_2$$

$$\frac{nRT_1}{P_1} = \frac{nRT_2}{P_2}$$

$$T_1 = \frac{P_2}{P_1} T_2$$~~

Sammen med $2 \rightarrow 3$ gir

$$V_2 = V_3$$

$$\Leftrightarrow \frac{T_2}{P_2} = \frac{T_3}{P_3}$$

$$\Leftrightarrow T_3 = \frac{P_3}{P_2} \cdot T_2 = q \cdot T_2$$

$$\underline{\underline{T_3 = T_1 \cdot q \cdot r^{\gamma-1}}}$$

Siden $3 \rightarrow 4$ er en adiabat vil

~~$$P_3 V_3^{\gamma} = P_4 V_4^{\gamma}$$~~

~~$$P_3 V_3^{\gamma-1} = P_4 V_4^{\gamma-1}$$~~

$$T_3 V_3^{\gamma-1} = T_4 V_4^{\gamma-1}$$

Denne kolonne er
forbeholdt sensor

This column is for
external examiner

$$\begin{aligned}
 \Leftrightarrow T_4 &= T_3 \cdot \left(\frac{V_3}{V_4} \right)^{\gamma-1} \\
 &= T_3 \cdot \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{\gamma-1} \\
 &= T_3 \cdot r^{1-\gamma} \\
 &= T_3 \cdot \frac{1}{r^{\gamma-1}} \\
 &= T_1 \cdot q^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \cdot \frac{1}{q^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}} \\
 \underline{\underline{T_4}} &= \underline{\underline{T_1 \cdot q}}
 \end{aligned}$$

Med numeriske verdier får vi

$$T_1 = 305 \text{ K} \quad \checkmark$$

$$T_2 = 305 \text{ K} \cdot (12,0)^{\frac{7}{5}-1} = \underline{\underline{824 \text{ K}}} \quad \checkmark$$

$$T_3 = 305 \text{ K} \cdot 2,0 \cdot (12,0)^{\frac{7}{5}-1} = \underline{\underline{1648 \text{ K}}} \quad \checkmark$$

$$T_4 = 305 \text{ K} \cdot 2,0 = \underline{\underline{610 \text{ K}}} \quad \checkmark$$

Denne kolonne er
forbeholdt sensor

This column is for
external examiner

c) Generelt sett er $\eta = \frac{W}{Q_{inn}}$

Hier er $W = W_{12} + W_{34}$

$$= -nC_V(T_2 - T_1) + nC_V(T_3 - T_4)$$

og $Q_{inn} = Q_{23} = \Delta U_{23}$ siden det er en
~~isoterm~~ isokor.

$$\Rightarrow Q_{inn} = nC_V(T_3 - T_2)$$

Dette gir $\eta_0 = \frac{-nC_V(T_2 - T_1) + nC_V(T_3 - T_4)}{nC_V(T_3 - T_2)}$

$$= \frac{T_1 - T_2 + T_3 - T_4}{T_3 - T_2}$$

Med num. verdier får vi:

$$\eta_0 = \frac{305 - \cancel{164} 824 + 1648 - 610}{1648 - 824}$$

$$= 0,6430$$

$$= \underline{\underline{63,0\%}}$$

Denne kolonne er
forbeholdt sensor

This column is for
external examiner



I en isokor prosess er

$$\Delta S = nC_V \ln\left(\frac{T}{T_0}\right) + nR \ln\left(\frac{V}{V_0}\right)$$

$$\Rightarrow T(S) = \text{eksponentialfunksjon av } S.$$

Denne kolonne er
forbeholdt sensor

This column is for
external examiner

Oppgave 5

~~TFY4115~~
$$\Delta S_{\text{vann}} = \int_1^2 \frac{dQ}{T}$$

hvor $dQ = m C' \cancel{dT} dT$

$$\Rightarrow \Delta S_{\text{vann}} = \int_{100^\circ\text{C}}^{15^\circ\text{C}} m C' \frac{dT}{T}$$

$$= m C' \ln\left(\frac{T_{\text{slutt}}}{T_{\text{start}}}\right)$$

~~Ermerket (291)~~

Setter inn verdier og får

$$\begin{aligned} \Delta S_{\text{vann}} &= 1,00 \text{ kg} \cdot 4,20 \text{ kJ/kgK} \cdot \ln\left(\frac{291 \text{ K}}{373 \text{ K}}\right) \\ &= -1,043 \text{ kJ/K} \quad \checkmark \end{aligned}$$

For angivelsene får vi

$$\Delta S_{\text{ang}} = \frac{\Delta Q_{\text{vann}}}{T_{\text{ang}}} = \frac{m C' \cancel{\Delta T}}{T_{\text{ang}}}$$

~~TFY4115~~

Denne kolonne er
forbeholdt sensor

This column is for
external examiner

Setter inn verdier og får

$$\begin{aligned}\Delta S_{\text{omg}} &= 1,00 \text{ kg} \cdot 4,20 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot \frac{(18+100) \text{ K}}{\cancel{100} \text{ K}} \\ &= 344,184 \text{ kJ/K}\end{aligned}$$

Literen med vann får en entropiendring på

$$\underline{\underline{\Delta S_{\text{vann}} = -1,043 \text{ kJ/K}}}$$

Inngjøen får

$$\underline{\underline{\Delta S_{\text{omg}} = 1,184 \text{ kJ/K} \quad \checkmark}}$$

Totalt sett har vi da

$$\begin{aligned}\Delta S_{\text{netto}} &= \Delta S_{\text{vann}} + \Delta S_{\text{omg}} \\ &= \underline{\underline{0,141 \text{ kJ/K} \quad \checkmark}}\end{aligned}$$