

Øving 4 - Prosesssteknikk

Oppgave 1:

$$a) n = \frac{m}{M} = \frac{1000g}{29g/mol} = 34,48 \text{ mol}$$

$$V_1 = \frac{nRT_1}{P_1} = \frac{34,48 \cdot 8,31 \cdot 300}{50 \cdot 10^5} P_1 = 0,0172 \text{ m}^3$$

$$V_1 = 17,2 \text{ L}$$

$$V_2 = \frac{nRT_2}{P_2} = \frac{34,48 \cdot 8,31 \cdot 300}{10 \cdot 10^5} P_2 = 0,08597 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 86,0 \text{ L}$$

$$\underline{V_1 = 17,2 \text{ L}, V_2 = 86,0 \text{ L}}$$

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

$$P_1 = 50 \text{ bar}$$

$$T_2 = 300 \text{ K}$$

$$P_2 = 10 \text{ bar}$$

$$R = 8,31 \text{ J/(K}\cdot\text{mol)}$$

$$C_p = 29 \text{ J/(K}\cdot\text{mol)}$$

$$M = 29 \text{ g/mol}$$

b) Følgende likning gjelder:

$$\frac{T_3}{T_1} = \left(\frac{P_3}{P_1}\right)^{\frac{R}{C_p}}$$

$$P_3 = 10 \text{ bar}$$

$$V_3 = \frac{nRT_3}{P_3} = \frac{34,48 \cdot 8,31 \cdot 189,2}{10 \cdot 10^5} P_3$$

$$= 0,054199 \text{ m}^3$$

$$= 54,2 \text{ L}$$

$$T_3 = T_1 \left(\frac{P_3}{P_1}\right)^{\frac{R}{C_p}}$$

$$T_3 = 300 \text{ K} \cdot \left(\frac{10}{50}\right)^{\frac{8,31}{29}} = 189,2 \text{ K}$$

setter inn
tallverdiene

$$\underline{V_3 = 54,2 \text{ L}, T_3 = 189,2 \text{ K}}$$

c) Delprosess A1: Adiabatisk ekspansjon
v/ Termodynamikk 1. lov + adiabatisk: $\Delta U = W$

$$\text{Vi vet at } \Delta U = nC_v\Delta T = n(C_p - R)\Delta T$$

$$C_p = C_v + R \Rightarrow C_v = C_p - R$$

$$\Delta U = W = 34,5(29 - 8,31)(189,2 - 300) \text{ J}$$
$$= \underline{-79090 \text{ J}} = -79 \text{ kJ}$$

Delprosess A2: Isobar ekspansjon
trykket er konstant, reversibel prosess $\Rightarrow W = -p\Delta V$

$$W = -p(V_2 - V_1) = -10 \cdot 10^5 \text{ Pa} (86 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 - 54,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3)$$
$$= \underline{-31800 \text{ J}} = -31,8 \text{ kJ}$$

$$\Delta U = n(C_p - R)\Delta T = 34,5(29 - 8,31)(300 + 189,2) \text{ J}$$
$$= \underline{79090 \text{ J}} = 79 \text{ kJ}$$

$$\text{1. lov: } \Delta U = Q + W \Rightarrow Q = \Delta U - W$$
$$= (79090 - (-31800)) \text{ J}$$
$$= \underline{110890 \text{ J}} \approx 111 \text{ kJ}$$

Delprosess B: Isoterm ekspansjon
isoterm + reversibel $\Rightarrow$ (v/ 2. lov) $nRT \ln \frac{P_2}{P_1} = W$

$$W = (34,5 \cdot 8,31 \cdot 300 \cdot \ln(\frac{10}{50})) \text{ J} = \underline{-138425 \text{ J}} = -138,4 \text{ kJ}$$

$$\text{1. lov } \Delta U = Q + W, \text{ isoterm prosess } \Leftrightarrow \Delta U = 0 \Rightarrow Q = -W$$

$$\underline{Q = 138425 \text{ J}} = 138 \text{ kJ}$$

c)

Prosess	Type	ΔU [kJ]	W [kJ]	Q [kJ]
Delprosess A1	Adiabatisk	-79	-79	0
Delprosess A2	Isobar	79	-31,8	111
Prosess A totalt	N/a	0	-111	111
Prosess B	Isoterm	0	-138	138

* [J]: oppgitt i J (Joule)

d) Mest arbeid ettersom W er indre arbeid, vil arbeid utført på omgivelsene være $-W$.

$-W_B > -W_{A_{tot}} \Rightarrow$ Prosess B er best egnet for å utføre arbeid.

kjøle ned omgivelsene: Prosess B utføres uten varmetilførsel
 A innebærer at gassen mottar varme fra omgivelsene i A2 steget, dermed kjøles omgivelsene ned
 $\Rightarrow$ Prosess A er best egnet til å kjøle omgivelsene.

Oppgave 2:

a) Isoterm: $\Delta U = 0 \Rightarrow W + Q = 0$

$Q = -W$, siden det utføres arbeid på gassen fra omgivelsene, vil W være større enn 0 $\Rightarrow$ $Q < 0$

b) Adiabatisk: $Q = 0 \Rightarrow \Delta U = W$

$nC_v \Delta T = W$, nok en gang arbeid fra omgivelser
 $\Rightarrow W > 0 \Rightarrow$ $\Delta T > 0$ (C_v og n alltid > 0)

c) Isobar: p er konstant. $\Delta H = \Delta U + p \Delta V = \Delta U + p \Delta V$

$$\Delta U = q_p + W = C_p \Delta T - p \Delta V \Rightarrow \Delta H = C_p \Delta T - p \Delta V + p \Delta V = C_p \Delta T$$

$$\Delta H = C_p \Delta T, \text{ Ideell gasslov: } \Delta V = \frac{nR}{p} \Delta T$$

Videre er det en kompresjon: $\Delta V < 0 \Rightarrow \Delta H < 0$

$$\underline{\underline{\Delta H < 0}}$$