

Øving 1: Termodynamikk

Oppgave 1. a) Lukket system: Ingen utveksling av masse med omgivelsene, men varme utveksles

b) Åpent system: Utveksling av masse og varme med omgivelsene

c) Isolert system: Ingen utveksling av masse eller varme med omgivelsene

d) Isokor prosess: V er konstant

e) Isobar prosess: P er konstant

f) Isoterm prosess: T er konstant

g) Adiabatisk prosess: $q=0$

2. Forskjellen på entalpi og indre energi er at entalpi er varmen som absorberes eller dannes i en kjemisk reaksjon, mens indre energi er summen av den kinetiske og potensielle energien i et system.

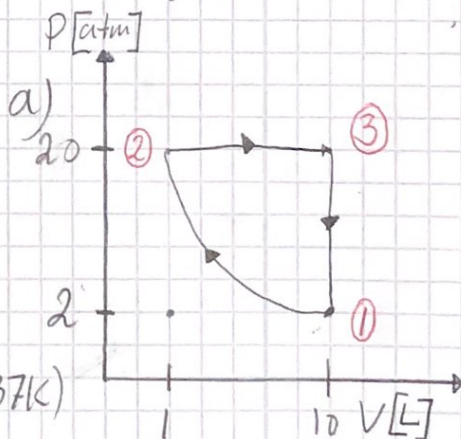
Oppgave 2

$$p = \frac{nRT}{V}$$

$$b) T_1 = \frac{PV}{nR} = \frac{2 \cdot 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0,01 \text{ m}^3}{1 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ (J/mol}\cdot\text{K)}} = 243,7 \text{ K} \approx 244 \text{ K}$$

$$\underline{T_1 = 244 \text{ K}}$$

$$\text{Ved samme formel: } \underline{T_3 = 2440 \text{ K} (=2437 \text{ K})}$$



c) Trinn 1 Isoterm: $\Delta T = 0 \Rightarrow \Delta U = 0$

$$\Delta T = 0 \Rightarrow \Delta H = 0$$

$$W = RT \ln \frac{V_1}{V_2} = 4,67 \text{ kJ}$$

$$q = -4,67 \text{ kJ}$$

$$\Delta U = 0 \Rightarrow q = -W = -4,67 \text{ kJ}$$

$$W = 4,67 \text{ kJ}$$

Trinn 2

Iso-bar: $\Delta P = 0$

$$\Delta U = C_V \Delta T = \frac{3}{2} R \cdot (2440 \text{ K} - 244 \text{ K}) = 27,4 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = C_P \Delta T = \frac{5}{2} R (2440 \text{ K} - 244 \text{ K}) = 45,6 \text{ kJ}$$

$$W = -P \Delta V = -18,2 \text{ kJ}$$

$$q = \Delta H = 45,6 \text{ kJ}$$

$$\Delta U = 27,4 \text{ kJ}, \Delta H = 45,6 \text{ kJ}, q = 45,6 \text{ kJ}, W = -18,2 \text{ kJ}$$

Trinn 3

Iso-kor $\Delta V = 0$

$$\Delta U = C_V \Delta T = -27,4 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = C_P \Delta T = -45,6 \text{ kJ}$$

$$W = 0$$

$$q = \Delta U = -27,4 \text{ kJ}$$

$$\Delta U = -27,4 \text{ kJ}, \Delta H = -45,6 \text{ kJ}, W = 0, q = -27,4 \text{ kJ}$$

Totalt

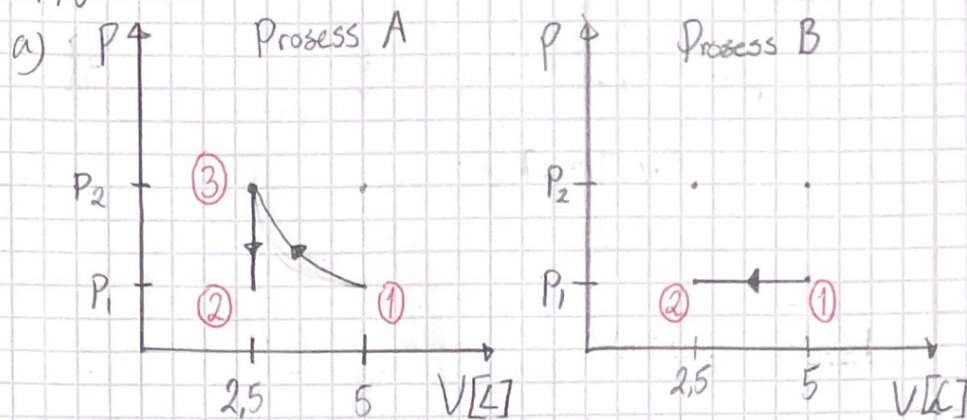
$$\Delta U = \Delta H = 0 \text{ siden de er tilstandsfunksjoner}$$

$$W = \sum W_i = 4,67 \text{ kJ} + (-18,2 \text{ kJ}) + 0 = -13,5 \text{ kJ}$$

$$\Delta U = 0 \Rightarrow q = -W = 13,5 \text{ kJ}$$

$$\Delta U = 0, \Delta H = 0, q = 13,5 \text{ kJ}, W = -13,5 \text{ kJ}$$

Oppgave 3



b) $PV = nRT \Rightarrow P = \frac{nRT}{V}$

$$P_1 = \frac{1.8,314 \cdot 298}{0,005} = 495514 \text{ Pa} = \underline{4,96 \text{ bar}}$$

$$\underline{P_1 = 4,96 \text{ bar}}$$

$$V_2 = \frac{1}{2} V_1 \Rightarrow P_2 = 2 \cdot P_1 = 991028 \text{ Pa} = \underline{9,91 \text{ bar}}$$

$$\underline{P_2 = 9,91 \text{ bar}}$$

$$T_2 = \frac{P_1 V_2}{n \cdot R} = \frac{4,96 \cdot 10^5 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3}}{1.8,314} = 149 \text{ K}$$

$$\underline{T_2 = 149 \text{ K}}$$

c) $T_{\text{inn}} 1 \quad \Delta T = 0$

$$q = -w = RT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = \underline{-1,717 \text{ kJ}} \Rightarrow \underline{w = 1,717 \text{ kJ}}$$

$$\Delta H = \Delta U = 0 \quad \underline{q = -1,717 \text{ kJ}, w = 1,717 \text{ kJ}, \Delta U = 0, \Delta H = 0}$$

$T_{\text{inn}} 2 \quad \Delta V = 0$

$$q = \Delta U = C_V \Delta T = \underline{-1,858 \text{ kJ}}$$

$$\underline{w = 0}$$

$$\Delta H = C_P \Delta T = \underline{-3,096 \text{ kJ}}$$

$$\underline{q = -1,858 \text{ kJ}, w = 0, \Delta U = -1,858 \text{ kJ}, \Delta H = -3,096 \text{ kJ}}$$

$$d) \Delta p = 0$$

$$q = \Delta H = C_p \Delta T = -3,096 \text{ kJ}$$

$$\Delta U = C_v \Delta T = -1,858 \text{ kJ}$$

$$w = -P \Delta V = 1,240 \text{ kJ}$$

$$q = -3,096 \text{ kJ}, w = 1,240 \text{ kJ}, \Delta U = -1,858 \text{ kJ}, \Delta H = -3,096 \text{ kJ}$$

$$\sum \Delta H_i^A = -3,096 \text{ kJ} = \Delta H^B$$

$$\sum \Delta U_i^A = -1,858 \text{ kJ} = \Delta U^B$$

$$\sum w_i^A = 1,717 \text{ kJ} \neq w^B$$

$$\sum q_i^A = -3,575 \text{ kJ} \neq q^B$$

Se at ΔH og ΔU er tilstandsfunksjoner, og at w og q ikke er tilstandsfunksjoner ettersom de avhenger av 'vei'.