Termo, øving 3, Vegard G. Jervell

1.1a) Entropien til et system er et mål på antall tilgjengelige mikrotilstander

1b) 2. lov) $\Delta S_{univers} \geq 0$

For en spontan prosess må entropien til systemet øke.

2c) $S = 0$ for en perfekt krystall v/ 0K

1d) Virkningsgrad:

$$\mu = \frac{W}{W_{rev}} \leq 1$$

1e) En Carnot-syklus er en syklus hvor et arbeidsmedie komprimeres ved lav temperatur og ekspanderes ved høy temperatur for å hente ut arbeid

1.2) Irreversibel prosess: $\Delta S > 0$

Alle reelle prosesser er irreversible

2.3) En gass vil fordele seg uniformt i det tilgjengelige volumet (maksimere mikrotilstander → maksimere Entropi)

Oppg 2.1)

For en adiabatisk ekspansjon er:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{-\frac{R}{C_v}}$$

ΔS for prosessen er:

$$\Delta S = R\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) + C_v\ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$$

$$= R\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) + C_v\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{-\frac{R}{C_v}}$$

$$R\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) + C_v\left(-\frac{R}{C_v}\right)\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

Oppg. 2.1)

$\Delta S > 0$ fordi prosessen er irreversibel

2.2)

$\Delta U = q + w = -1197J$, $q = 0$

~~$dU = C_v dT = TdS - pdV$~~

~~$\frac{C_v}{T} dT + \frac{P}{T} dV = dS$~~

$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2$

Tilstand 1 $\xrightarrow[\text{isobar}]{\Delta S_1}$ tilst. 3 $\xrightarrow[\text{isoterm}]{\Delta S_2}$ Tilstand 2

$\Delta U = nC_v \Delta T$

$\Delta U = nC_v (T_2 - T_1)$, $T_3 = T_2$

$\frac{\Delta U}{nC_v} + T_1 = T_2 \rightarrow T_2 = 204K$

$\Delta S_1 = nC_p \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = -8{,}0J$

$\Delta S_2 = -nR \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right) = 13{,}4J$

$\Delta S = 5{,}38J$

Oppg. 2.3)

$$\Delta U = nC_V\Delta T = T\Delta S - p\Delta V = \cancel{q} + w$$

$q \xrightarrow{} = 0$

$$w = -\int_{V_1}^{V_2} P_{ex}\,dV = -P_{ex}\,\Delta V = -2\,\text{bar}\,(V_2 - V_1)$$

$$w = -2\,\text{bar}\left(\frac{nRT_2}{P_2} - \frac{nRT_1}{P_1}\right)$$

$$\underline{w = -1197\,J}$$

$$nC_V\Delta T = -1197\,J$$

$$\Delta T = 96\,K$$

$$\underline{\underline{T_2 = 204\,K}}$$

Oppg 3.1)

$\Delta T = 0 \rightarrow \Delta U = 0$

$q = -w$

$$dS = \int_{T_1}^{T_2} \frac{q_{rev}}{T} dT = \int_{T_1}^{T_2} \frac{p\,dV}{T} \quad , \quad p = \frac{nRT}{V}$$

$$dS = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nR}{V} dV = nR \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

$\underline{\Delta S_{sys} = 19{,}14 J}$

3.2)

$\Delta T = 0 \rightarrow \Delta U = 0 \rightarrow q = -w$

$q_{omg} = -q_{sys} = w = -p_{ex} \Delta V$

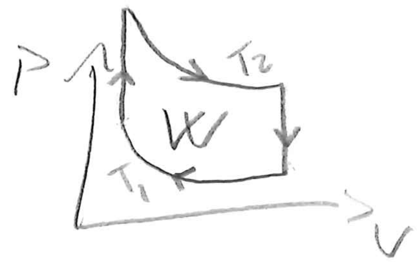
$$\Delta S_{omg} = \frac{q_{omg}}{T} = \frac{-p_{ex} \Delta V}{T} = -7{,}2 J$$

3.3) $\Delta S = \Delta S_{sys} + \Delta S_{omg}$

$\underline{\Delta S = 11{,}94 J}$

Oppg 4.1)

Carnotmaskinen funker ved at ~~ett~~ arbeidsmedie komprimeres ved lav temp varmes i varmt reservoar, ekspanderes ved høy temp og kjøles i kaldt reservoar



4.2) $\eta = \frac{w}{q_H}$, $w = \int_{V_1}^{V_2} p(T_1)\,dV + \int_{V_2}^{V_1} p(T_2)\,dV$

$$w = nRT_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) + nRT_2 \ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right)$$

$$w = nR\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)(T_1 - T_2)$$

$$\Delta S_{syklus} = 0 = \frac{q_C}{T_C} + \frac{q_H}{T_H}$$

$$\Delta U_{syklus} = W + q_C + q_H = 0$$

$$\eta = \frac{q_C + q_H}{q_H} = 1 - \frac{T_C}{T_H}$$

4.3) $\underline{w = 1000\,MW}$

$\eta = 0{,}34$

$q_H = \frac{1000\,MW}{0{,}34} = 2941\,MW$

$q_C = q_H - W = 1941\,MW$

$mC_p\Delta T = q_C \rightarrow \underline{\Delta T = 1{,}16\,K}$