1.

chp 2-1

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{15atm \cdot 15L}{0.08206\ atm \cdot L/mol \cdot K \times 300K} = 9.14\ mol$$

(i) reversible isothermal expansion 일때

(a) $\hookrightarrow P_1V_1 = P_2V_2$

$$V_2 = \frac{P_1V_1}{P_2} = \frac{15atm \cdot 15L}{10atm} = 22.5L$$

(b)

$$w = \int PdV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V} dV = nRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

$$= 9.14mol \cdot 8.3144J/mol \cdot K \cdot 300K \cdot \ln\left(\frac{22.5}{15}\right) = 9243.8J$$

(c)

$$q = w = +9243.8J$$

(d) isothermal expansion $\Delta T = 0 \rightarrow \Delta U = 0$

(e) isothermal expansion $\Delta T = 0 \rightarrow \Delta T = 0$

ii) reversible adiabatic expansion 일때

(a) $P_1V_1^{\gamma} = P_2V_2^{\gamma}$

$V_2 = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1}{\gamma}} \cdot V_1 = \left(\frac{15}{10}\right)^{\frac{3}{5}} \cdot 15L = 19.13L$

(b) $T_2 = \frac{P_2V_2}{nR} = \frac{10atm \cdot 19.13L}{9.14mol \cdot 0.08206 atm \cdot L/mol \cdot K} = 255K$

$\Delta U = \cancel{q}^{0} - w$

$w = -\Delta U = -nC_v\Delta T$

$= -9.14mol \times \frac{3}{2} \times 8.3144 J/mol \cdot K \cdot (255K - 300K) = 5130J$

(c) adiabatic ∴ $q = 0$

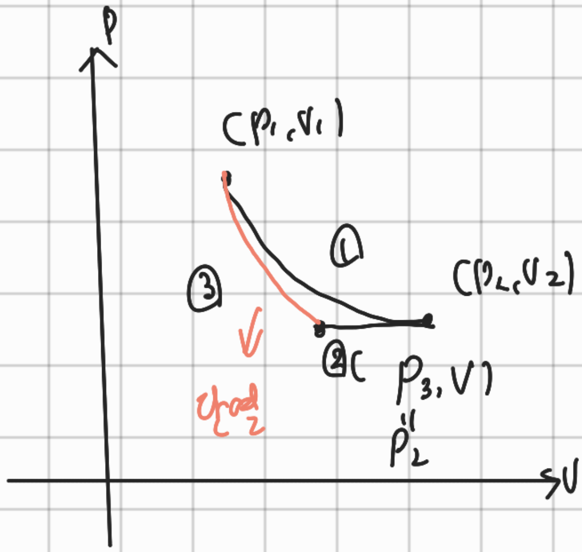
(d) $\Delta U = -w = -5130J$

(e) $\Delta H = q_p = nC_p \Delta T$

$= 9.14mol \times \frac{5}{2} \times 8.3144J/mol \cdot K \times (255K - 300K) = -8549J$

2.

Chp 2 #3



① isothermally expanded $(\Delta T = 0)$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{1\,atm \cdot 1L}{0.08206\ atm \cdot L/mol \cdot K \cdot 373K} = 0.0327\ mol$$

$$P_1V_1 = P_2V_2 \qquad P_2 = \frac{P_1V_1}{V_2} = \frac{1atm \cdot 1L}{2L} = 0.50atm$$

$$w = \int P\,dV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V}\,dV = nRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

$$= 0.0327\ mol \times 8.3144\,J/mol \cdot K \times 373K \times \ln 2 = 70.3\,J$$

③ adibatic compression

$$P_1V_1^{\gamma} = P_3V^{\gamma}$$

$$V = \left(\frac{P_1}{P_3}\right)^{\frac{1}{\gamma}} \cdot V_1 = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1}{\gamma}} \cdot V_1 = \left(\frac{1atm}{0.5atm}\right)^{\frac{3}{5}} \cdot 1L = 1.516L$$

$$T_3 = \frac{P_3 V}{nR} = \frac{P_2 V}{nR} = \frac{0.5atm \cdot 1.516L}{0.0327\,mol \times 0.08206\,atm \cdot L/mol \cdot K} = 282.48K$$

$$\Delta U = \cancel{q}^{0} - w$$

$$w = -\Delta U = -nC_v \Delta T$$

$$= -0.03267\,mol \times \frac{3}{2} \times 8.3144\,J/mol \cdot K \times (373K - 282K)$$

$$= -37.1J$$

② const pressure

$$w = P\Delta V = P_2(V - V_1) = 0.5atm\,(1.516L - 1L) \times 101.325\,J/atm \cdot L$$

$$= -24.5J$$

$$w_{tot} = 70.3J - 37.1J - 24.5J = 8.7J$$

3.

chap 2 #5 N_2 → 273K, 1atm

i)

$$V_1 = \frac{nRT_1}{P_1} = \frac{1mol \times 0.08206\, atm\cdot L/mol\cdot K \times 273K}{1atm} = 22.4L$$

$$W = P\Delta V = P(V_2 - V_1) = 832J$$

$$V_2 = \frac{832J}{101.325J/atm\,L} \cdot \frac{1}{1atm} + 22.4L = 30.61L$$

$$T_2 = \frac{P_2V_2}{nR} = \frac{1atm \cdot 30.61L}{1mol \times 0.08206\,atm\cdot L/mol\cdot K} = 373K$$

state: $P_2 = 1atm$ $V_2 = 30.61L$ $T_2 = 373K$

ii)

$$\Delta U = q - w = 3000J - 832J = 2168J$$

$$\Delta H = q_p = 3000J$$

iii)

$$\Delta U = nC_V \cdot \Delta T \qquad C_V = \frac{\Delta U}{n\Delta T} = \frac{2168J}{1mol(373K - 273K)} = 21.68 J/mol\cdot K$$

$$\Delta H = nC_p \Delta T \qquad C_p = \frac{\Delta H}{n\Delta T} = \frac{3000J}{1mol(373K - 273K)} = 30J/mol\cdot K$$

4.

Chap 3 #1

$P_1 = 10\text{atm}$ $\quad T_1 = 300K$ $\quad V_1 = \frac{nRT_1}{P_1} = \frac{1\text{mol} \times 0.08206\,\text{atm}\cdot L/\text{mol}\cdot K \times 300K}{10\text{atm}}$

$= 2.462L$

(a) isothermal decrease

$P_2 = 5\text{atm}$ $\quad T_2 = 300K$ $\quad V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{10\text{atm} \cdot 2.462L}{5\text{atm}} = 4.924L$

$\Delta S = \frac{q}{T} = nR \ln \frac{V_2}{V_1}$

$= 1\text{mol} \times 8.3144 J/\text{mol}\cdot K \times \ln\left(\frac{4.924}{2.462}\right) = 5.76 J/K$

b) adiabatic expansion

$\cancel{\Delta} q = 0$

$\Delta S = \frac{q}{T} = 0$

(c) $P_2 = 5\text{atm}$ $\quad V_2 = 2.462L$ $\quad T_2 = \frac{P_2 V_2}{nR} = 150K$

$\Delta U = q - \cancel{w}^{0}$ $\quad q = nC_v \cdot \Delta T$

$\Delta S = \int \frac{dq}{T} = \int_{T_1}^{T_2} \frac{nC_v\,dT}{T} = nC_v \ln \frac{T_2}{T_1} = 1\text{mol} \times \frac{3}{2} \times 8.3144 J/\text{mol}\cdot K \times \ln\left(\frac{150}{300}\right)$

$= -8.65 J/K$

5.

Chap 3 #2

$P_1 = 10atm$ $\quad T_1 = 300K$ $\quad V_1 = \frac{nRT_1}{P_1} = 2.462L$

a.

$T_2 = 300K$ $\quad V_2 = 3 \times V_1 = 7.386L$ $\quad P_2 = \frac{V_1 P_1}{V_2} = 3.33atm.$

$q = w = \Delta U = \Delta H = 0$

$\Delta S = \frac{q}{T} = nR\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = 1mol \times 8.3144 J/mol.K \times \ln(3)$

$= 9.134 J/K$

b.

$T_3 = 400K$ $\quad V_3 = 7.386L$ $\quad P_3 = \frac{T_3 P_2}{T_2} = 4.44atm$

$w = 0$

$q = \Delta U = nC_v \cdot \Delta T = 1mol \times \frac{3}{2} \times 8.3144 J/mol.K \times (400-300)K$

$= 1247J$

$\Delta H = nC_p \cdot \Delta T = \frac{5}{3} \times 1247J = 2078J$

$\Delta S = \int_{T_2}^{T_3} \frac{dq}{T} = nC_v \cdot \ln\left(\frac{T_3}{T_2}\right) = \frac{3}{2} \times 8.3144 J/mol.K \ln\frac{400}{300} = 3.588 J/K$

c.

$T_4 = 400K \quad V_4 = 3 \times V_3 = 22.158L \quad P_4 = \frac{P_3V_3}{V_4} = 1.481atm$

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

$w = q = nRT\ln\left(\frac{V_4}{V_3}\right)$

$= 1mol \times 8.3144 J/mol\cdot K \times 400K \times \ln(3) = 3654J$

$\Delta S = \frac{q}{T} = nR\ln\left(\frac{V_4}{V_3}\right) = 1mol \times 8.3144J/mol\cdot K \ln 3 = 9.134J/K$

(d)

$T_5 = 300K \quad P_5 = 1.481atm \quad V_5 = \frac{nRT_5}{P_5} = 16.623L$

$\Delta U = nC_v \cdot \Delta T = 1mol \times \frac{3}{2} \times 8.3144J/mol\cdot K \times (300 - 400)K$

$= -1247J$

$q = q_p = \Delta H = nC_p \cdot \Delta T = \frac{5}{3} \times -1247J = -2078J$

$w = q - \Delta U = -2078J + 1247J = -831J$

$\Delta S = nC_p\ln\left(\frac{T_5}{T_4}\right) = 1mol \times \frac{5}{2} \times 8.3144 J/mol\cdot K \times \ln\left(\frac{300}{400}\right) = -5.98J/K$

$$\Delta U_{tot} = (0 + 1247 + 0 - 1247)\,J = 0$$

$$\Delta H_{tot} = (0 + 2078 + 0 - 2078)\,J = 0$$

$$W_{tot} = (0 + 0 + 3654 - 831)\,J = 2823\,J$$

$$q_{tot} = (0 + 1247 + 3654 - 2078)\,J/K = 2823\,J/K$$

$$\Delta S_{tot} = (9.134 + 3.588 + 9.134 - 5.98) = 15.88\,J/K$$

6.

Chap3 # 3

const pressure

$\Delta S = nC_p \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = 1mol \times \frac{5}{2} \times 8.3144 J/mol\cdot K \times \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = 14.4$

$\hookrightarrow \frac{T_2}{T_1} = 2$

$q = q_p = nC_p \cdot \Delta T = 1mol \times \frac{5}{2} \times 8.314 J/mol\cdot K (T_2 - T_1) = 6236J$

$\hookrightarrow T_2 - T_1 = 300K$

$\therefore T_2 = 600K \qquad T_1 = 300K$

---

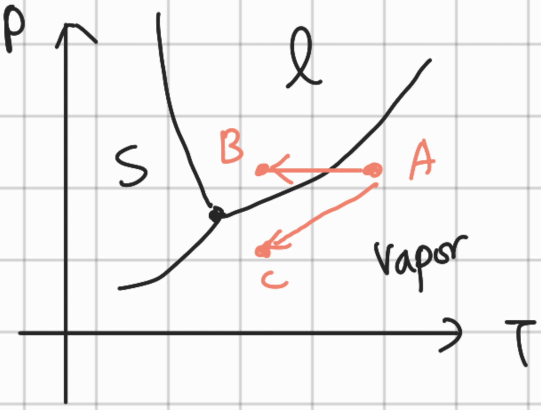
isothermal

$\Delta T = 0 \quad \Delta U = 0 \qquad q = w = 1729J$

$\Delta S = \frac{q}{T} = 5.763 J/K$

$T = \frac{1729J}{5.763J/K} = 300K$

17.



늦가을에 자동차를 운전하게 되면 상대적으로 자동차 외부는 춥고 건조함에 비해 자동차 내부의 온도는 높다. 이때 자동차 유리창 내부에는 외부와 내부의 온도차이로 인하여 김이 서리게 된다.

이를 P-T 그래프를 이용하여 나타내어 보면 A 상태에 있던 차 내부의 공기가 유리창 부근에서 안과 밖의 온도차이 때문에 B 상태로 이동하게 된다. 이때 상변이가 vapor → liquid로 일어나는 현상이 김이 서리는 현상인 것이다.

이와 같은 상황은 김이 서리는 원인인 온도차이를 다시 줄여 해결할 수 있다. 냉난방 장치를 이용하여 창 쪽으로 더운 공기를 나오게 한다면 다시 공기가 B → A 과정을 통해 김서림을 제거할 수 있다.

물론 외에도 창문을 열어 환기를 시키거나

외기 순환과 에어컨을 동시에 활용하여 차 내부 공기 자체가

C로 이동하게 하면 김서림을 방지할 수 있다.

8\. 분리되어 있던 두 종류의 gas 입자들은 한쪽으로 제거할 경우 서로 섞여 균일한 혼합체를 이룬다. 이는 한쪽에 기체가 모여 있는 것보다 균일하게 섞여있는게 확률적으로 우세하다. (경우의 수가 많다.) 따라서 농도 차이로 인한 driving force로 인하여 엔트로피가 증가하는 방향, 즉, 균일하게 혼합되는 쪽으로 기체들이 이동한다.