

1. Chap 2, problem #1

물수를 구하면

$$\frac{PV}{RT} = n \quad n = \frac{15 \times 15}{0.08206 \times 300} = 9.14 \text{ mol}$$

가역등온 과정 (Isothermal expansion)

$$a. P_a V_a = P_b V_b \quad V_b = \frac{P_a V_a}{P_b} = \frac{15 \times 15}{10} = 22.5 \text{ L}$$

$$b. \Delta U = 0, \quad q = w = \int_a^b P dV = nRT \ln \frac{V_2}{V_1} = 9.14 \times 8.3144 \times 300 \times \ln \frac{22.5}{15} = 9243.8 \text{ J}$$

$$c. q = w = 9243.8 \text{ J}$$

$$d. \Delta T \text{ 는 } 0 \text{ 이어서 } \Delta U = 0 \text{ } \therefore 0$$

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

가역 단열 팽창 (adiabatic expansion)

$$a. \left(\frac{P_1 V_1^\gamma}{P_3} \right)^{\frac{1}{\gamma}} = V_3 \quad \left(\frac{15 \times 15^\gamma}{10} \right)^{\frac{1}{\gamma}} = 19.13 \text{ L}$$

$$b. T_3 = \frac{P_3 V_3}{nR} = \frac{10 \times 19.13}{9.14 \times 0.08206} = 255 \text{ K}$$

$$w = -nC_V (T_3 - T_1) = 9.14 \times 1.5 (255 \text{ K} - 300 \text{ K}) \times 8.3144 = -5130 \text{ J}$$

$$c. \text{ 단열이므로 } q = 0$$

$$d. \Delta U = w \text{ 이다. } \therefore \text{그래서 내부에너지 감소량은 } 5130 \text{ J 이다.}$$

$$\Delta U = -5130 \text{ J}$$

$$e. \Delta H = nC_p (T_3 - T_1) = 9.14 \times 2.5 \times 8.3144 \times (255 \text{ K} - 300 \text{ K}) = -8549 \text{ J}$$

$$\Delta H = -8549 \text{ J}$$

2. chap #2 problem 3

물속을 구하면 $n = \frac{PV}{RT} = \frac{1 \times 1}{0.08206 \times 313} = 0.3217 \frac{\text{mol}}{2}$

등온 팽창: $V_2 = 2V_1$ $P_1V_1 = P_2V_2$ $\frac{1}{2}P_1 = P_2 = \frac{1}{2}P_1$

등압 과정 $\rightarrow P_1V_1^\gamma = P_3V_3^\gamma$ 이기 때문에 $\gamma = \frac{5}{3}$

단열 압축할 때 $V_3 = \left(\frac{P_1V_1^\gamma}{P_3} \right)^{\frac{1}{\gamma}} = 1.52 \text{ L}$ 이다. $V_3 = 1.515 \approx 1.52 \text{ L}$
 제가 원상대로 $T_3 = \frac{0.5 \times 1.515}{0.3217 \times 0.08206} = 282 \text{ K}$

돌아오는 부피이기 때문에 $P_1V_1^\gamma = P_3V_3^\gamma$ 가 성립

$W_{1 \rightarrow 2} = \int_a^b P dV = nRT \ln \frac{V_2}{V_1} = 0.3217 \times 8.3144 \times 313 \times \ln 2 = 70.3 \text{ J}$

$W_{2 \rightarrow 3} = P(V_3 - V_2) = \frac{1}{2}(1.515 - 2) = -0.2425 \text{ L} \cdot \text{atm} = -24.5 \text{ J}$

$W_{3 \rightarrow 1} = -\Delta U = W = -nC_V(T_1 - T_3) = -0.3217 \times 1.5 \times 8.3144 \times (313 - 282)$
 $= 37.1$

$W_{\text{total}} = 70.3 \text{ J} - 24.5 \text{ J} - 37.1 = 8.7 \text{ J}$

3. chap #2 problem 5

a) N_2 의 첫 부피 $\therefore V_1 = \frac{nRT}{P} = \frac{1 \times 0.08206 \times 213}{1} = 22.4 \text{ L}$

$P(V_2 - V_1) = 832 \text{ J}$

$1(V_2 - V_1) \text{ L} \cdot \text{atm} = 832 \text{ J}$

$= 8.21 \text{ atm} \cdot \text{L}$

$T_2 = \frac{P_2V_2}{nR} = \frac{30.61}{1 \times 0.08206} = 373 \text{ K}$

$V_2 = 30.61 \text{ L}$

b, c) $\Delta U = q - w = 3000 \text{ J} - 832 \text{ J} = 2168 \text{ J}$ $C_V(T_2 - T_1) = 100 C_V$ $C_V = 21.68$

$\Delta H = q_p = 3000 \text{ J}$

$C_P(T_2 - T_1) = 100 C_P$ $C_P = 30$

$C_V = 21.68 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$

$C_P = 30 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$

3. Chap 3, problem #1

$$\text{초기상태 } V_1 = \frac{nRT_1}{P_1} = \frac{1 \times 0.0826 \times 300}{10} = 2.462 \text{ L}$$

$$\text{a) } P_2 = 5 \quad P_2 V_2 = P_1 V_1 \quad V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{2.462 \times 10}{5} = 4.924 \text{ L}$$

$$\text{동온과정에서 } \Delta S = R \ln \frac{V_2}{V_1} = 8.3144 \times \ln 2 = 5.76 \text{ J/K}$$

reversible

$$\text{b) 단열팽창 } q = 0 \quad \Delta S = \frac{q}{T} = 0 \text{ J/K}$$

$$\text{c) } V = \text{일정} \quad T_2 = \frac{P_2 V}{nR} = \frac{5 \times 2.462}{1 \times 0.08206} = 150 \text{ K}$$

$$\Delta S = \int \frac{dq}{T} = n \int_{300}^{150} \frac{C_V}{T} dT$$

$$= n C_V \ln \frac{150}{300} = -1 \times \frac{3}{2} \times 8.3144 \times \ln 2 = -8.66 \text{ J/K}$$

4. Chap 3, problem #2.

1 → 2

$$\text{a. 자유팽창 과정} \quad T = 300 \text{ K} \quad P_1 = 10 \text{ atm} \quad V_1 = 2.462 \text{ L}$$

$$V_2 = 3V_1 \quad P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad P_2 = \frac{10}{3} \text{ atm} = 3.33 \text{ atm} \quad V_2 = 7.386$$

$$q = w = \Delta U = \Delta H = 0 \quad (\text{자유팽창 과정}) \quad \Delta S = R \ln \frac{V_2}{V_1} = 8.3144 \times \ln 3 = 9.134 \text{ J/K}$$

2 → 3

$$\text{b. } V_3 = V_2 \quad T_3 = 400 \text{ K} \quad \text{reversible}$$

$$P_3 = \frac{T_3 P_2}{T_2} = \frac{4}{3} \times 3.33 \text{ atm} = 4.44 \text{ atm}$$

$$\Delta V = 0 \Rightarrow W = 0 \text{ 이고, } q = \Delta U = C_V (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \times 8.3144 \times (400 - 300) = 1247 \text{ J}$$

$$\Delta H = C_P (T_3 - T_2) = \frac{5}{2} \Delta U = 2078 \text{ J}$$

$$\Delta S = C_V \ln \frac{T_3}{T_2} = 1.5 \times 8.3144 \times \ln \frac{400}{300} = 3.588 \text{ J/K}$$

$$C. \quad T_4 = 400K = T_3 \quad V_4 = 3V_3 = 22.158L$$

$$\text{등온 과정에 } \Delta H, \Delta U = 0$$

$$q = w = \int p dV = nRT_4 \ln \frac{V_4}{V_3} = 1 \times 8.3144 \times 400 \times \ln 3 = 3654J$$

$$\Delta S = \frac{q}{T} = \frac{3654J}{400K} = 9.134J/K$$

4→5

$$d. \text{ 등압 과정 } P_4 = P_5 = \frac{P_3}{3} = 1.48 \text{ atm}$$

$$V_5 = \frac{nRT_5}{P_5} = \frac{1 \times 0.08206 \times 300}{1.48} = 16.623L$$

등압과정

$$\Delta U = C_V (T_5 - T_4) = 1.5 \times 8.3144 (300 - 400) = -1247J$$

$$q_p = \Delta H = C_p (T_5 - T_4) = \frac{5}{2} \Delta U = -2078J$$

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

$$\Delta S = C_p \ln \frac{T_5}{T_4} = 2.5 \times 8.3144 \times \ln \frac{3}{4} = -5.980J/K$$

최종과정 1→2→3→4→5를 끝냈을 때

$$\Delta U = 0 + 1247 + 0 - 1247 = 0$$

$$\Delta H = 0 + 2078 + 0 - 2078 = 0$$

$$W = 0 + 0 + 3654 - 831 = 2823$$

$$q = 0 + 1247 + 3654 - 2078 = 2823$$

$$\Delta S = 9.134 + 3.508 + 9.134 - 5.980 = 15.88 \text{ J/K}$$

3.3 chap 3, problem #3

p가 일정한 가역 팽창 $p = \text{constant}$ reversible

$$\Delta S = 14.41J/K$$

$$q = 6236$$

$$q = C_p (T_2 - T_1) = 2.5 \times 8.3144 \times (T_2 - T_1)$$

$$\Delta S = C_p \ln \frac{T_2}{T_1} = 2.5 \times 8.3144 \times \ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$q = C_p (T_2 - T_1) = 6236 = 2.5 \times T_1 \times 8.3144$$

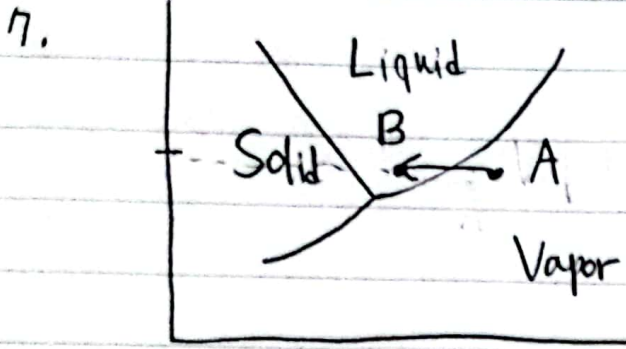
$$T_1 = 300K$$

$$T_2 = 600K$$

$$T_2 = 2T_1$$

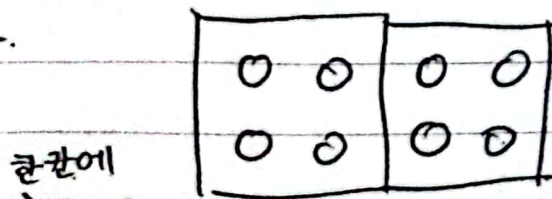
가역 등온 온도: $\Delta U=0$ $q=w=1729J$

$$\Delta S = \frac{q}{T} = \frac{1729}{T} = 5.763J/K \quad T=300K$$



높은 자온과 내부의 온도는 외부의 온도보다 더 높다. 점 A가 차 내부에서 차 내부와 외부가 만나는 유리창에서 공기가 급속도로 온도가 내려가 이슬점을 지나 Liquid가 안정한 상태가 된다. 그래서 창 내부에 정지 서 있는데 김의 양은 현재 수증기량에서 유리창 온도에서의 포화 수증기량일 것이다. 그래서 이 문제를 해결하기 위해서는 에어컨을 틀어야 한다. 에어컨을 틀어 현재 수증기량을 줄이고 차 내부와 외부의 온도 차이를 줄여 기체분과(수증기)의 운동에너지 차이를 줄이면 에너지 이동이 줄어들어 액체 형태로 유리창에 Trap 되는 분과 수가 감소할 것이다.

8. 칸막이를 제거하였을 때 A와 B의 위치에 따른 확률을 통해 문제를 생각해 보라. A와 B가 처음 상태처럼 나뉘어 있을 확률보다 섞여 있을 확률보다 훨씬 높다. gas 입자들의 위치를 8개의 입자로 판단하여 보라.



다음과 같이 상자의 A가 2개, B가 2개씩 있을 확률은 각 칸에 A 4개, B 4개 있을 확률보다 높다. ($\frac{36}{10} > \frac{2}{10}$). 이를 통해 미주어 볼 때 균일하게 섞인 확률이 나뉘어 있을 확률보다 높고 균일하게 섞일 때가 엔트로피가 높은 상태라고 할 수 있다. 그래서 gas 입자는 엔트로피가 증가하는 방향으로 driving force로 받았다고 생각한다. 왜냐하면 Box라는 소우주에서 엔트로피는 증가하는 방향으로 변화가 일어나기 때문이다.