

2.1

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{15 \times 15}{0.082 \times 300} = 9.14 \text{ mol}$$

(i)

$$a. P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \therefore V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{15 \times 15}{10} = 22.5 \text{ l}$$

$$b. \text{ in isothermal state, } w = q = nRT \ln \frac{V_2}{V_1} = 9244 \text{ J}$$

$$c. \text{ same as b, } q = 9244 \text{ J}$$

$$d. \Delta T = 0 \quad \therefore \Delta U = 0$$

$$e. \Delta T = 0 \quad \therefore \Delta H = 0$$

(ii)

$$a. P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma \quad (\gamma = 5/3) \quad \therefore V_2 = \left(\frac{P_1 V_1^\gamma}{P_2} \right)^{1/\gamma} = 19.13 \text{ l}$$

$$b. w = -\Delta U = -n C_v \Delta T = -9.14 \times \frac{3}{2} \times 8.314 \times (-45) = 5130 \text{ J}$$

$$c. \text{ in adiabatic, } q = 0$$

$$d. \Delta U = n C_v \Delta T = -5130 \text{ J}$$

$$e. \Delta H = n C_p \Delta T = -5130 \times \frac{5}{3} = -8549 \text{ J}$$

2.3

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{1 \times 1}{0.082 \times 313} = 0.0321 \text{ mol}$$

$$P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2} = \frac{1}{2} \text{ atm}$$

$$P_1 V_1^\gamma = P_3 V_3^\gamma \quad (\gamma = 5/3) \quad \therefore V = \left(\frac{P_1 V_1^\gamma}{P_3} \right)^{1/\gamma} = (2)^{3/5} = 1.52 \text{ l}$$

($P_3 = P_2$)

$$w_1 = nRT \ln \frac{V_2}{V_1} = 10.3 \text{ J}$$

$$w_2 = P \Delta V = \frac{1}{2} \times (V - V_1) \times \frac{8.314}{0.082} = -24.5 \text{ J}$$

$$w_3 = -\Delta U = -n C_v \Delta T = -n C_v (T_1 - T_3) = -31.1 \text{ J}$$

$$\hookrightarrow T_3 = \frac{P_3 V}{nR}$$

$$\therefore w_{\text{total}} = w_1 + w_2 + w_3 = 10.3 - 24.5 - 31.1 = \underline{8.1 \text{ J}}$$

2.5

$$a. V_1 = \frac{nRT}{P_1} = 0.082 \times 213 = 22.4 \text{ l}$$

$$W = P \Delta V = \frac{8.314}{0.082} = (V_2 - V_1) \cdot \frac{8.314}{0.082} = 832$$

$$\therefore V_2 = 30.61 \text{ l}$$

$$T_2 = \frac{P_2 V_2}{nR} = \frac{30.61}{0.082} = 313 \text{ K}$$

$$b. \Delta U = q - w = 3000 - 832 = 2168 \text{ J}$$

$$\Delta H = q = 3000 \text{ J} \quad (\because p \text{ is constant})$$

$$c. \Delta U = n C_V \Delta T = 2168 \text{ J}$$

$$\therefore C_V = \frac{2168}{n \Delta T} = 21.68 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

$$\Delta H = n C_P \Delta T = 3000 \text{ J}$$

$$\therefore C_P = \frac{3000}{n \Delta T} = 30 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

3.1

$$P_1 = 10 \text{ atm}, T_1 = 300 \text{ K}$$

$$V_1 = \frac{nRT_1}{P_1} = \frac{0.082 \times 300}{10} = 2.462 \text{ l}$$

$$a. P_2 = 5 \text{ atm}, T_2 = 300 \text{ K}$$

$$V_2 = \frac{nRT_2}{P_2} = \frac{0.082 \times 300}{5} = 4.924 \text{ l}$$

$$\Delta S = nR \ln \frac{V_2}{V_1} = 8.314 \cdot \ln 2 = 5.76 \text{ J/K}$$

$$b. \text{adiabatic} \rightarrow q = 0$$

$$\therefore \Delta S = 0$$

$$c. P_2 = 5 \text{ atm}, V_2 = V_1$$

$$T_2 = \frac{P_2 V_2}{nR} = \frac{5 \times V_1}{0.082} = 150 \text{ K}$$

$$\Delta S = C_V \ln \frac{T_2}{T_1} = \frac{3}{2} R \cdot \ln \frac{1}{2} = -8.65 \text{ J/K}$$

3.2

$$a) P_1 = 10 \text{ atm}, T_1 = 300 \text{ K},$$

$$V_1 = \frac{0.082 \times 300}{10} = 2.462 \text{ l}$$

expand freely.

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

$$V_2 = 3V_1$$

$$P_2 = \frac{P_1}{3}$$

$$q = w = \Delta H = \Delta U = 0, \quad \Delta S = nR \ln \frac{V_2}{V_1} = 8.314 \cdot \ln 3 = 9.134 \text{ J/K}$$

$$b) T_3 = 400 \text{ K}, V_3 = V_2$$

$$P_3 = \frac{T_3 \cdot P_2}{T_2} = \frac{4}{3} P_2$$

$$\Delta V = 0, \therefore w = 0.$$

$$q = \Delta U = n C_V \Delta T = \frac{3}{2} \times 8.314 \times 100 = 1241 \text{ J}$$

$$\Delta H = n C_P \Delta T = \frac{5}{2} \times 8.314 \times 100 = 2078 \text{ J}$$

$$\Delta S = n C_V \ln \frac{T_3}{T_2} = 1.5 \times 8.314 \times \ln \frac{4}{3} = 3.588 \text{ J/K}$$

$$c) T_4 = 400 \text{ K}, V_4 = 3V_3, P_4 = \frac{P_3}{3}$$

$$\Delta U = \Delta H = 0 \quad (\because \Delta T = 0), \quad q = w = RT \ln \frac{V_4}{V_3} = 8.314 \times 400 \times \ln 3 = 3654 \text{ J}$$

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

$$d) T_5 = 300K, P_5 = P_4, V_5 = \frac{0.082 \times 100}{P_4} = 16.623l$$

$$\Delta U = nC_v \Delta T = \frac{5}{2} \times 8.314 \times (-10) = -1247J$$

$$\Delta H = nC_p \Delta T = \frac{5}{2} \times 8.314 \times (-10) = -2018J$$

$$w = q - \Delta U = -831J$$

$$\Delta S = nC_p \ln \frac{T_5}{T_4} = \frac{5}{2} \times 8.314 \times \ln \frac{3}{4} = -5.98 J/K$$

$$a) + b) + c) + d)$$

$$\rightarrow \Delta U_{tot} = 0, \Delta H_{tot} = 0, w_{tot} = 2823J, q_{tot} = 2823J, \Delta S_{tot} = 15.88 J/K$$

3.3

$$i) \Delta S = nC_p \ln \frac{T_2}{T_1} = \frac{5}{2} \times 8.314 \times \ln \frac{T_2}{T_1} = 14.91$$

$$\therefore \ln \frac{T_2}{T_1} = \ln 2 \rightarrow T_2 = 2T_1$$

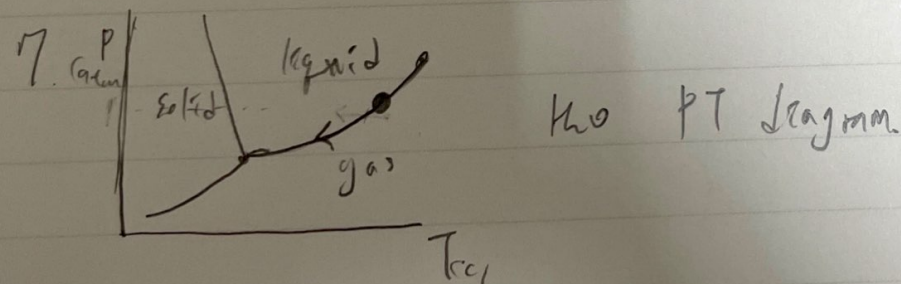
$$q = nC_p \Delta T = \frac{5}{2} \times 8.314 \times (T_2 - T_1) = 6236$$

$$\therefore T_2 - T_1 = 300$$

$$\Rightarrow T_1 = 300K, T_2 = 600K$$

$$ii) w = q = 1729J, \Delta S = \frac{q}{T} = 5.763 J/K$$

$$T = 1729 / 5.763 = 300K$$



김서림은 gas 상에서 물이 liquid로 변하여 생기는 현상이다.

낮아진, 자온차 덕분에 내부의 온도는 다르다. 내부의 수증기 온기는 자동하여 열기 위해 외부에서 온도가 올라간다. 이때, 내부의 수증기

유리함으로 통해 외부로 나가게 되면서 온도가 낮아진다

온도가 낮아지면서, 물의 증기압이 낮아진다. 따라서 gas와 liquid가 된다

김이 서리는 것이다. 이때, 김서림은 방지하기 위해 내부

내부의 온도를 낮추어야 하기 때문에 창문으로 기체온도 낮추기 위해

해야한다.

8. 동계제2로 보았을 때, 각각의 양자들은 원래의 양에 있거나, 양의 양으로 이동하는 2가지 양이 있다. 두 개의 양이 양으로 각 양의 양을 $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 동계제2로 양들이 가장 높은 양을 $\frac{1}{2}$ 은 원래의 양에, $\frac{1}{2}$ 을 이동하는 양이다. 따라서 양의 양들이 양이하게 되는 것이, 이는 어떤 force에 의한 것이 아니다.