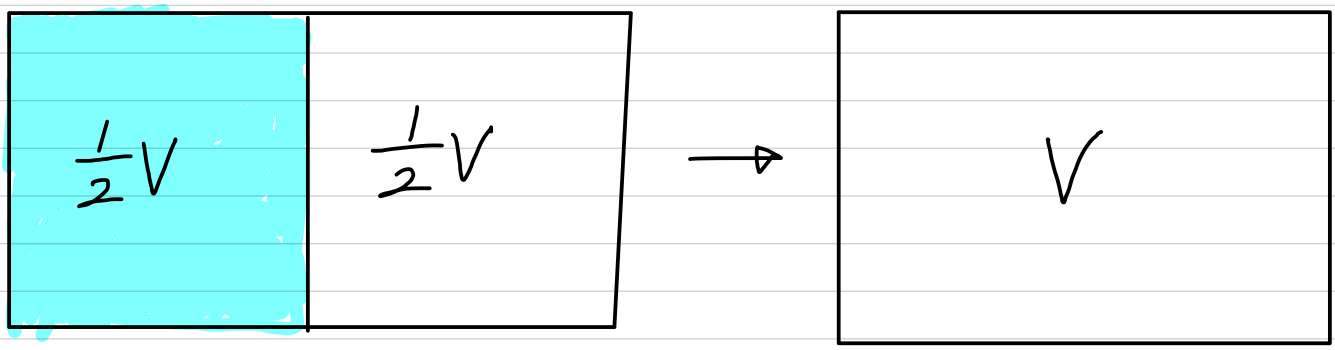
문제 1번



칸막이를 제거하기 이전에는 입자들이 $\frac{1}{2}V$의 공간에서 운동을 하다가

칸막이 제거 이후에는 V의 공간을 가지게 된다.

이로 인해 입자는 제자리에 머물거나 빈 공간으로 이동하는 두 가지

경우의 수를 말하는데, 각각의 확률은 $\frac{1}{2}$ 이므로,

가장 높은 확률을 가지는 상황은 V의 공간에 입자들이 균일하게

분포할 때이다. … ①

또한 엔트로피의 관점에서 역시 $\frac{1}{2}V$에 입자들이 모여있을 때보다

V 전체에 걸쳐 퍼질 때에 엔트로피의 값이 증가하므로 보다 안정성을

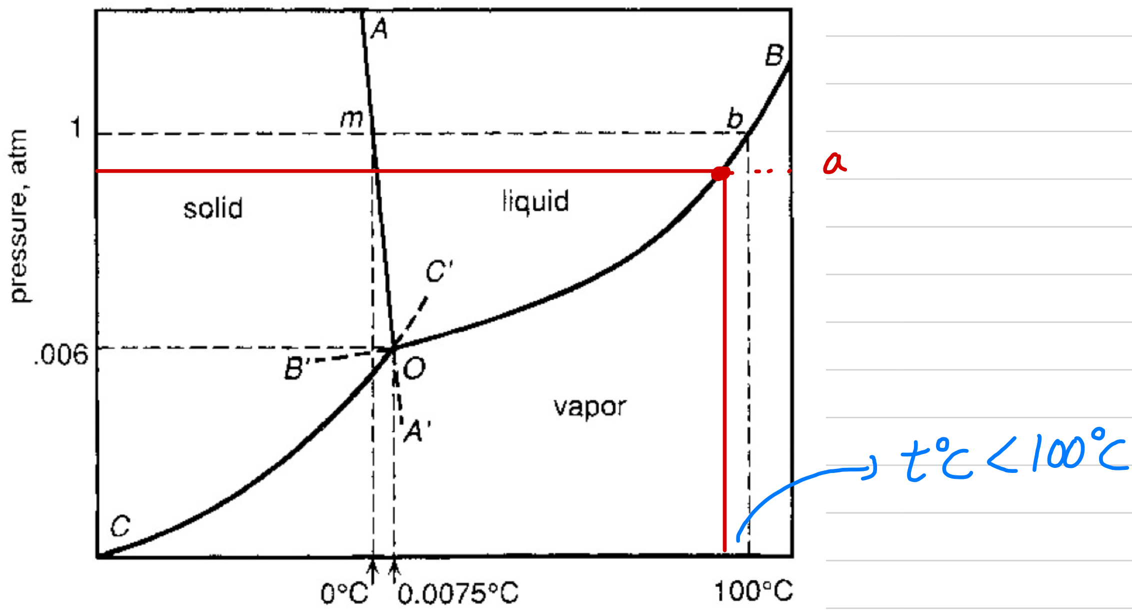
가질 수 있게 된다. … ②

① 과 ②를 통해 기체 입자는 칸막이 제거 시에 전체적으로 균일하게

퍼질 것으로 예측이 가능하며, 엔트로피가 증가하고자 하는 현상이

일종의 driving force로 작용할 것이라 생각한다.

문제 2번



일반적인 상황에서의 대기압 ≈ 1기압이므로 약 100℃ 에서 물이 끓게 된다.

여기서 고산 지대의 경우 기체의 분포 정도가 지면보다 적기 때문에

기압이 1기압 밑으로 내려가게 된다.

이는 곧 위의 그래프의 (a) 선을 통하여 표현할 수 있고,

물의 끓는점이 내려간다고 볼 수 있다.

따라서 물이 기존보다 더 빨리 끓어 열이 온전히 쌀의 상층까지

전달되지 못해 아래는 익고, 위는 설익은 3층밥이 형성되는 것이다.

기체가 빠져나가는 틈을 막기위해 냄비 뚜껑 위에 무거운 물체를 올려두어

내부의 압력이 상대적으로 높아질 수 있도록 하는 방법을 통해

문제를 해결할 수 있다.

문제 3번

case 1) reversible isothermal expansion

a) 처음 온도를 T_1, 나중의 온도를 T_2 라 하면

$T_1 = T_2 = 300K$

처음 압력을 P_1, 나중의 압력을 P_2 라 하면

$P_1 = 15\ atm$, $P_2 = 10\ atm$

처음 부피를 V_1, 나중의 부피를 V_2라 하자.

$V_1 = 15L$, 이때, ideal gas에서 $PV = nRT$ 이므로

$$n = \frac{P_1V_1}{RT_1} = \text{약 } 9.146\ (mol) \quad (R = 0.082\ atm \cdot L/mol \cdot K)$$

$\therefore$ V_2 에 대해 $V_2 = \dfrac{nRT_2}{P_2} = \underline{22.5(L)}$ 이다

b) $$w = nRT \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = 9.146 \times 8.314 \times 300 \times \ln\left(\frac{22.5}{15}\right)$$

$$\approx \underline{9249\ (J)}$$

c) $q = w = \underline{9249\ (J)}$

d) $\Delta U = C_v \Delta T = 0$

e) $\Delta H = \Delta U = 0$

case 2) reversible adiabatic expansion

a) $P_1 V_1^{\gamma} = P_2 V_2^{\gamma}$

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{2.5R}{1.5R} = \frac{2.5}{1.5} = \frac{5}{3}$$

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

b) $w = q - \Delta U = 0 - \Delta U = -\Delta U = -nC_v \Delta T$

이때, $T_2 = T_1 \times \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\frac{R}{C_v}} \approx 255(K)$

$\therefore w = -9.146 \times 1.5R \times (255 - 300) \approx$ 약 $5132J$

c) adiabatic $\rightarrow$ $q = 0$

d) $\Delta U = -w$ = 약 $-5132J$

e) $\Delta H = nC_p\Delta T$ = $9.146 \times 2.5R \times (255-300)$

≒ 약 $-8551J$

문제 4번

a) $V_1 = \dfrac{273 \times 0.082}{1} = 22.4\ (L)$

$\therefore V_a = 2V_1 = 44.8(L),\quad T_a = 546\ (K)$

$\rightarrow q_a = C_p \Delta T = 2.5R \times (546 - 273)$

$= \underline{약\ 5.67\ (kJ)}$ //

$W_a = P\Delta V = 22.4\ (atm \cdot L)$

$\approx \underline{약\ 2.27\ (kJ)}$ //

b) $P_b = 2P_a = 2(atm),\quad V_b = V_a = 44.8(L),\ T_b = 1092\ (K)$

$\underline{W_b = 0}$ // $(\because \Delta V = 0)$

$q_b = C_v \Delta T = 1.5R \times (1092 - 546) \approx \underline{약\ 6.81\ (kJ)}$ //

c)

$$W_c = \int_{V_b}^{V_c} P \cdot dV = \int_{V_b}^{V_c} (6.643\times10^{-4} V^2 + 0.6667) \cdot dV$$

$$= \left[\frac{6.643}{3} \times 10^{-4} V^3 + 0.6667 \right]_{44.8}^{22.4}$$

$$\approx \text{약 } -32.35 \,(atm \cdot L) = \text{약 } \underline{-3.28 \,(kJ)}$$

$$\Delta U = q_c - W_c = nC_v \Delta T$$

$$= 1.5R \times (273 - 1092) \approx -10213.75 (J)$$

$$\therefore q_c = W_c - 10213.75 (J)$$

$$\approx \text{약 } \underline{-13.5 \,(kJ)}$$