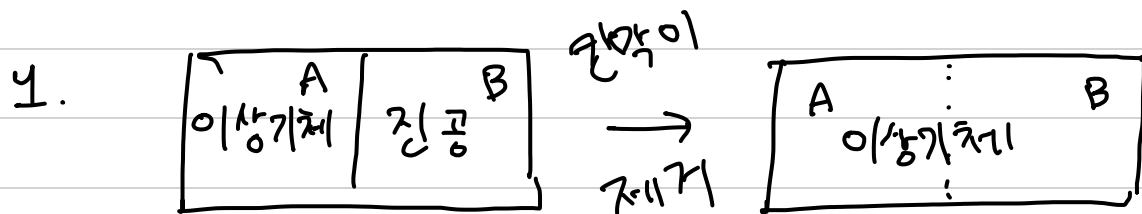


HW 1 problem set #1
2019 0014 김동규



$$P_i V_i = n R T_i$$

$$P_f V_f = n R T_f$$

위와 같은 이상기체를 자유팽창에서, 초기상태의 이상기체는 활발하게 random walk 하고 있다. ($T \neq 0K$ 라고 가정)

그 과정에서 어떤 기체 분자는 box 벽에 충돌할 수도 있다.

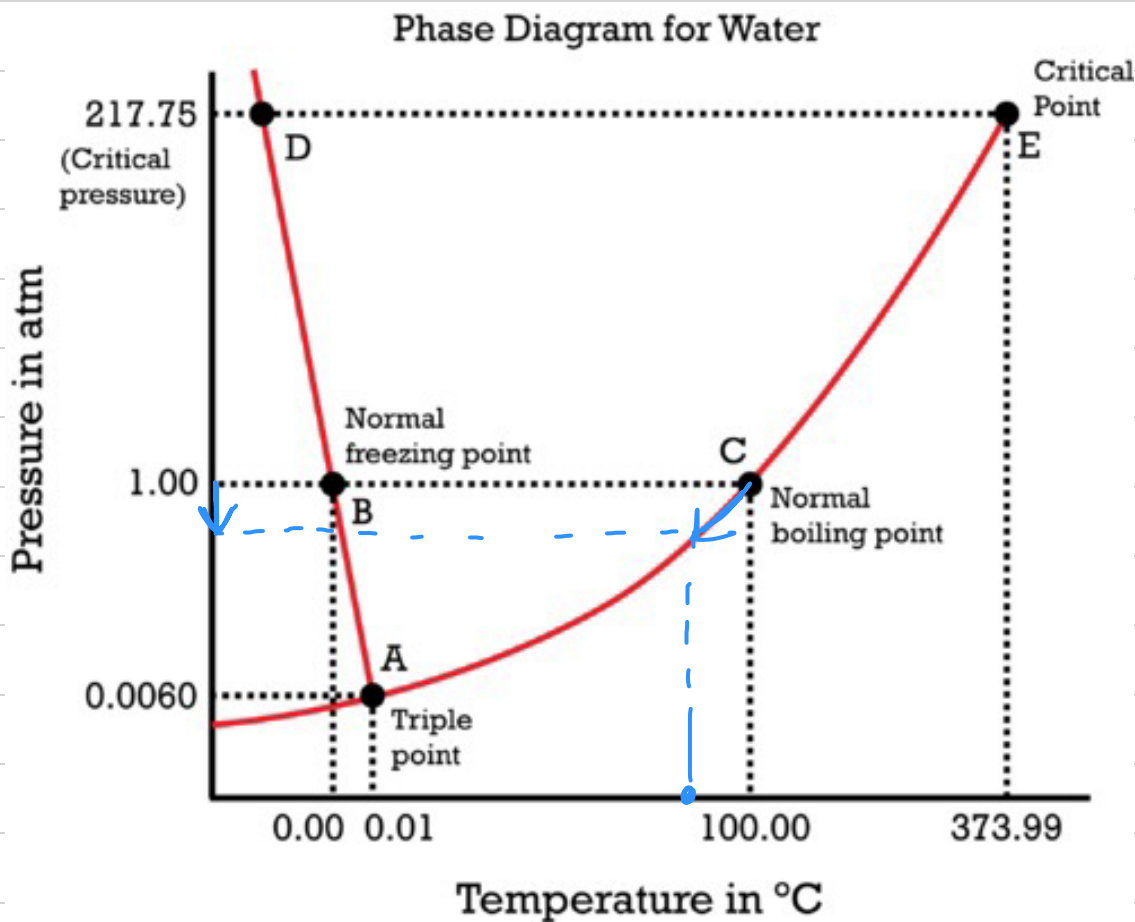
칸막이가 제거되면, 임의의 기체 분자는 칸막이에 충돌하여 튕겨나갈 것이 아니라 칸막이가 있던 곳을 지나 box의 다른 부분으로 갈 수 있는

확률을 갖게 된다. 처음에는 $A \rightarrow B$ 로 random motion이 일어날 수 있는 분자가 존재하고 그 반대로 $(B \rightarrow A)$ 점액은 존재하지 않는다.

그러나 어느 순간 부터는 $(A \rightarrow B)$, $(B \rightarrow A)$ 이동하는 양과 수가 비슷해질 것이고, 이때는 기체가 box에 균일하게 분포한 상태이다.

칸막이를 제거한 순간에 기체 분자가 힘을 받아 B로 퍼져나가는 확률이 증가된 게 아니라, 각 이상 기체 분자들이 매 순간 제비뽑기를 해 이동할 곳을 정하는 것에 가깝다.

2.



물의 증기압이 외부 압력과 같은 온도에서 기화가 일어날때 물이 끓는다고 한다.
 이때는 액체 내부에서도 기화가 일어나므로 물이 끓을때 기포를 볼 수있다.
 상평형도에서 알 수 있듯이 외부압이 감소하면 끓는점도 낮아진다.

기압이 낮은 높은 산에서 냄비에 물을 끓이면 물이 100 °C 보다 낮은 온도에서 끓어 냄비 윗부분의 수증기는 충분히 뜨겁지 못해 삶이 잘 익게된다. 그렇다면 설 익은 부분을 익히겠다고 열을 오래 가하면 아래쪽이 타버리는 참사가 일어난다.

냄비에 무거운 물체 (돌 등) 를 얹어 뚜껑 틈새가 잘 벌어지지 않도록 하여 압력을 조금 높여주면 물을 더 잘 지을 수 있다
 열이 골고루 전달되는 이중 코팅을 사용하거나 뜸을 오래 들이는 방법도 삼중압을 피하는게 도움이 된다.

8. T V P
 300 K , 15 L , $15\text{ atm} \rightarrow \text{State 1}$

a. When the gas undergoes a reversible isothermal expansion to a pressure of 10 atm . (State 1 $\rightarrow$ 2)

$$P_1 V_1 = n R T_1, \quad n = \frac{15 \times 15}{0.082 \times 300} = 9.14 \text{ moles.}$$

T 가 300 K 일 때 일정한 $P_1 V_1 = P_2 V_2$, $P_2 = 10\text{ atm}$ 이므로
 (1) $V_2 = \frac{15 \times 15}{10} = 22.5\text{ L}$

(2) 팽창 시 계가 한 일 $W = \int P dV = \int \frac{nRT}{V} dV$

$$W = nRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V} dV = 9.14 \times 8.3144 \times 300 \left[\ln V \right]_{15}^{22.5}$$

$$= 9244\text{ J}$$

(3) $\Delta U = 0$, $Q = W = 9244\text{ J}$

(4) $\Delta U = 0$ ($\because \Delta T = 0$)

(5) $\Delta H = 0$ ($\because \Delta T = 0$, $\Delta(PV) = 0$)

b. When the gas undergoes a reversible adiabatic expansion to a pressure of 10 atm (State 1 $\rightarrow$ 3)

$$dU = \delta q - \delta w' \quad \text{나서} \quad \delta q = 0, \quad dU = -\delta w' = -P dV, \quad P V^{\frac{5}{3}} = \text{const.}$$

(1) $P_1 V_1^{\frac{5}{3}} = P_3 V_3^{\frac{5}{3}} \quad \therefore V_3 = \left(\frac{15 \times 15^{\frac{5}{3}}}{10} \right)^{\frac{3}{5}} = 19.13\text{ L}$

(2) $W = -\Delta U = -nC_V(T_3 - T_1) = -9.14 \times \frac{3}{2} \times 8.3144 \left(\frac{10 \times 19.13}{9.14 \times 0.082} - 300 \right)$
 $= 5130\text{ J}$

(3) 단열 팽창이므로 $Q = 0$

(4) $\Delta U = -W$ 에서 $\Delta U = -5130\text{ J}$

(5) $\Delta H = n C_P (T_3 - T_1) = 9.14 \times \frac{5}{2} \times 8.3144 \times (255 - 300) = -9549\text{ J}$

4. 초기 상태 $T = 273\text{K}$, $P = 1\text{atm}$, 1mole , $V = 22.4\text{L}$
(0°C , 1atm)

(a) 일정한 압력 하에서 부피가 2배 증가 ($22.4 \rightarrow 44.8\text{L}$)

$$P_2 V_2 = n R T_2$$

$$1 \times 44.8 = 1 \times 0.082 \times T_2, \therefore T_2 = 546\text{K}$$

$$W = P \Delta V = 22.4\text{L} \cdot \text{atm} = 22.4 \times 0.101325\text{J} = 2270\text{J}$$

$$\Delta U = n C_v \Delta T = 1 \times \frac{3}{2} \times 8.3144 (546 - 273) = 3405\text{J}$$

$$Q = \Delta U + W = 2270 + 3405 = 5675\text{J}$$

(b) 부피 일정, 압력 2배 $1\text{atm} \rightarrow 2\text{atm}$ $T_3 = \frac{2 \times 273}{0.082} = 1092\text{K}$

$$\Delta V = 0, P \Delta V = 0, W = 0$$

$$Q = \Delta U + 0 = n C_v \Delta T = \frac{3}{2} \times 8.3144 \times (1092 - 273) = 6809\text{J}$$

(c) 초기 상태로 path $P = 6.643 \times 10^{-4} V^2 + 0.6667$ 을 따라 돌아옴

$$W = \int_3^1 P dV = \int_3^1 (6.643 \times 10^{-4} V^2 + 0.6667) dV$$

$$= \left[\frac{1}{3} \times 6.643 \times 10^{-4} V^3 + 0.6667 V \right]_3^1$$

$$= \frac{6.643 \times 10^{-4}}{3} (22.4^3 - 44.8^3) + 0.6667 (22.4 - 44.8)$$

$$= -3278\text{J}$$

$$Q = \Delta U + W = \frac{3}{2} \times 8.3144 (273 - 1092) - 3278$$

$$= -10214 - 3278$$

$$= -13492\text{J}$$