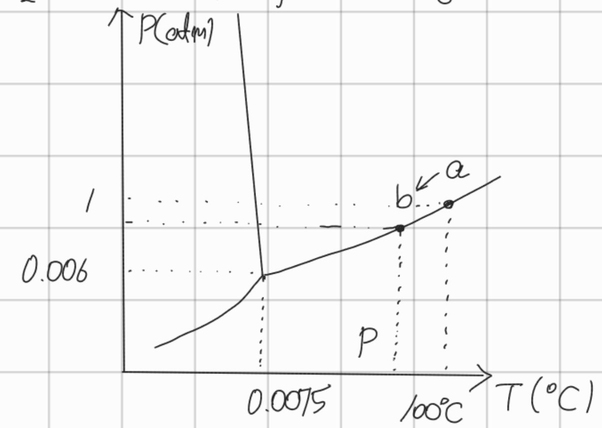
1.

box를 그림과 같이 두 부분으로 나누었을 때, 모든 gas 입자가 왼쪽에 몰려 있는 것은 1가지 경우 뿐이지만, box 전체에 골고루 퍼지는 경우는 무수히 많다. 존재 가능한 경우의 수가 많을수록 안정하며, 모든 물질은 안정해지려고 하므로 gas 입자는 자연히 vacuum으로 퍼져나가게 된다.

2.

H_2O 의 P-T phase diagram 은 다음과 같다



H_2O가 끓는다는 것은, H_2O의 증기압과 외부의 기압이 같아져 H_2O의 표면 뿐만 내부에서도 기화가 발생함을 의미한다. 대기압은 고도가 높아질수록 낮아지므로, 높은 산에서의 대기압은 1기압보다 낮다. 즉, H_2O의 P-T diagram 의 a점에서 b점으로 이동한다. H_2O가 낮은 온도에서 끓기 때문에 쌀이 잘 익지 않게 되고, 이를 무리하게 익히려고 더 많은 열을 가하게 되면 열이 많이 전달된 아래쪽은 탄밥, 중간은 익은 밥, 물의 끓음에 의해 상대적으로 낮은 온도가 유지된 위쪽은 설익은 밥이 만들어지는 삼층밥이 만들어지게 된다.

이를 피하기 위해서는 물의 끓는점을 높여야 하며, 이는 냄비 내의 압력을 높이는 것으로 실현할 수 있다. 냄비 뚜껑 위에 무거운 물체(돌 등)를 올림으로써 냄비 외부의 기압을 높이는 것과 같은 효과를 낼 수 있으며, 결과적으로 물의 끓는점을 높여 삼층밥을 피할 수 있다.

3.

$T_i = 300K$, $V_i = 15L$, $P_i = 15atm$, $P_f = 10atm$

$$n = \frac{P_i V_i}{RT_i} = \frac{15atm \cdot 15L}{300K \cdot 0.08206 atm \cdot L/mol \cdot K} = 9.14 mol$$

i) reversible isothermal

a. $PV =$ constant. $\therefore P_i V_i = P_f V_f$ $\quad V_f = 22.5L$

b. $dw = PdV$

$$\therefore W = \int PdV = \int_{15}^{22.5} \frac{225}{V} dV = 225 \ln 1.5 = 91.23 atm \cdot L = 9.24 kJ$$

C. in isothermal process, $\Delta T = 0$ $\quad \therefore \Delta U = q - w = 0$

$\therefore q = w = 91.23 atm \cdot L = 9.24 kJ$

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

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

ii) reversible adiabatic

$n = 9.14\,mol$, $C_v = 1.5R$. ideal gas 이므로 $C_p - C_v = R$, $\gamma = C_p/C_v = \frac{5}{3}$

a. $PV^{\gamma} = constant$ $\therefore P_i V_i^{\gamma} = P_f V_f^{\gamma}$

$$V_f = V_i \cdot \left(\frac{P_i}{P_f}\right)^{1/\gamma} = 15 \cdot \left(\frac{15}{10}\right)^{\frac{3}{5}} = 19.13L$$

b. final state 에서의 T는

$$T = \frac{P_f V_f}{nR} = 255K$$

adiabatic process 에서 $q=0$ 이므로

$$w = -\Delta U = -\int_{300}^{255} nC_v dT = 9.14mol \cdot 1.5R \cdot (300-255)K = 5.13kJ$$

c. adiabatic process 이므로 $q=0$

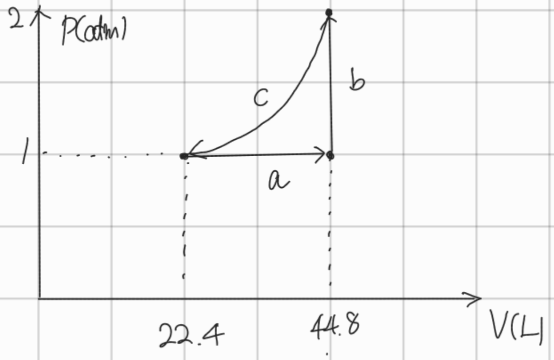
d. b에서 $\Delta U = -w = -5.13kJ$

e. $\Delta H = \Delta U + \Delta(PV) = -5.13kJ + (10 \cdot 19.13 - 15 \cdot 15) \times 101.325\,J = -8.54kJ$

4.

monoatomic ideal gas. $n = 1\,mol$ $T_0 = 273K$, $P_0 = 1\,atm$, reversible process

$$V_0 = \frac{nRT_0}{P_0} = 22.4L$$



heat, work.

a. $V_a = 44.8L$. $\Delta V = 22.4L$

$\therefore W = P_a \Delta V = 22.4\,atm\cdot L = 2.27kJ$

$$T_a = \frac{P_a V_a}{nR} = 546K, \quad \Delta U = \int_{ini}^{fin} C_v dT = 1.5R(546-273)K = 3.40kJ$$

$\Delta U = q - W$ $\therefore q = \Delta U + W = 5.67kJ$ $W = 2.27kJ$, $q = 5.67kJ$

b. $\Delta V = 0$ $\therefore W = 0$

$$T_b = \frac{P_b V_b}{nR} = 1092K \quad \Delta U = \int_{ini}^{fin} C_v dT = 1.5R(1092-546)K = 6.81kJ$$

$q = \Delta U = 6.81kJ$ $W = 0$, $q = 6.81kJ$

c. $$W = \int P dV = \int_{44.8}^{22.4} (6.643\times10^{-4}V^2 + 0.6667)dV$$

$$= \frac{6.643}{3}\times10^{-4}V^3 + 0.6667V \Big|_{44.8}^{22.4} = -32.4\,atm\cdot L = -3.28kJ$$

$$\Delta U = \int_{1092}^{273} C_v dT = 1.5R(273-1092) = -10.2kJ$$

$q = \Delta U + W = -13.5kJ$ $W = -3.28kJ$, $q = -13.5kJ$