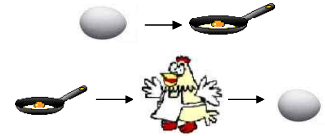


1(15). 다음을 간략히 설명하시오.

(a:5) 에너지의 형태로서 열(q)와 일(w)의 성질에 대해 설명하고, 제1법칙과의 연관성을 기술하시오.

(b:5) 가역과정(reversible process)의 과정을 정의하시오.

(c:5) 다음 주장에 대해 의견을 피력하고 판단근거를 제시하시오: “어떤 사람이 계란을 후라이하여 닭에게 먹이고 그 닭이 계란을 낳았다. 이 사람은 이를 가역 공정이라 선언하였다.”



2(20). 기체의 온도-압력-부피-몰수 관계를 나타내는 상태방정식(Equation-of-State, EOS)들의 특징을 (수식이 포함되지 않은) “글”로 설명하시오.

(a:5) Ideal EOS

(b:5) Virial EOS

(c:5) van der Waals EOS

(d:5) Principles of Corresponding States

3(20). 일정 압력(1 atm)하에서 각각 1 mol의 분자 A, B의 온도가 98 로부터 473 K로 올라갈 때,  $\Delta H$  와  $\Delta H_B^\theta$  를 계산하시오. 또한 473 K에서 A 2B의 반응이 일어날 때  $\Delta_r H^\theta$  를 계산하시오.

(298 K에서 standard enthalpy of formation는  $\Delta_f H_A^\theta = 294.1 \text{ kJmol}^{-1}$ ,  $\Delta_f H_B^\theta = 0$ )

[표3-1. Standard enthalpies of fusion and vaporization at the transition temperature]

|          | $T_f/K$ | $\Delta_{fus} H^\theta / (\text{kJmol}^{-1})$ | $T_b/K$ | $\Delta_{vap} H^\theta / (\text{kJmol}^{-1})$ |
|----------|---------|---|---------|---|
| <b>A</b> | 195.4   | 5.652   | 239.7   | 23.35   |
| <b>B</b> | 386.8   | 15.52   | 458.4   | 41.80   |

[표3-2. Temperature variation of molar heat capacities,  $C_{p,m} / (\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}) = a + bT + c/T^2$ ]

|             | $a$   | $b / (10^{-3} \text{K}^{-1})$ | $c / (10^5 \text{K}^2)$ |
|-------------|-------|-------------------------------|-------------------------|
| <b>A(g)</b> | 29.75 | 25.1                          | -1.55                   |
| <b>B(g)</b> | 37.40 | 0.59                          | -0.71                   |
| <b>A(l)</b> | 79.5  | 0                             | 0                       |
| <b>B(l)</b> | 80.33 | 0                             | 0                       |
| <b>A(s)</b> | 20.67 | 12.38                         | 0                       |
| <b>B(s)</b> | 40.12 | 49.79                         | 0                       |

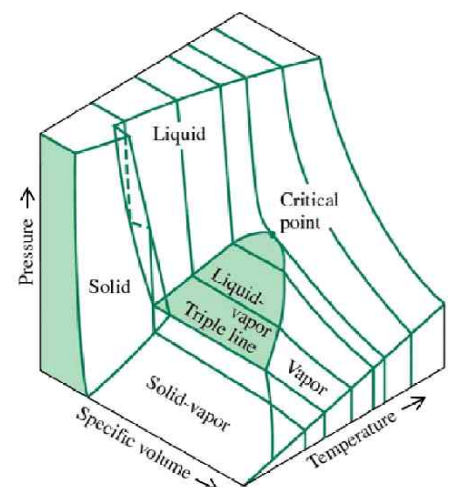
4(25). 다음에 답하시오.

(a:10) 오른쪽 그림은 순수물질의 PVT phase diagram이다. 이를 이용하여 이 물질의 PT diagram 및 PV diagram을 그리시오. (핵심적인 특성이 포함되면 OK.)

(b:5) 임계점(critical point)을 정의하시오.

(c:5) Triple line에서의 DOF(degree of freedom)을 계산하고 그 의미를 설명하시오. (+2점: 물의 삼중점을 적으시오.)

(d:5) 증기압(vapor pressure)을 정의하고, 온도가 증기압에 미치는 영향과 그 이유에 대해 설명하시오.



5(35). 다음의 a generic cubic equation of state와 관련된 문제들에 답하시오.

$$\frac{RT}{(V-b)} - \frac{a(T)}{(V_m + \epsilon b)(V_m + \sigma b)} \quad (a(T) = \psi \frac{\alpha(T_r) R^2 T_c^2}{P_c})$$

[표5. Parameter Assignments for Equations of State]

| Eq. of State | $\alpha(T_r)$              | $\sigma$ | $\epsilon$     | $Z_c$   |
|--------------|----------------------------|----------|----------------|---------|
| vdW (1873)   | ①                          | ②        | ③              | ⑨       |
| RK (1949)    | ④                          | ⑤        | ⑥              | 1/3     |
| SRK (1972)   | $\alpha_{RK}(T_r; \omega)$ | ⑦        | ⑧              | 1/3     |
| PR (1976)    | $\alpha_{PR}(T_r; \omega)$ | + 2      | $1 - \sqrt{2}$ | 0.30740 |

$$= \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V_m^2} \quad P = \frac{RT}{V_m-b} - \frac{a}{T^{1/2} V_m (V_m+b)} \quad P = \frac{RT}{V_m-b} - \frac{\alpha(T) a_c}{V_m (V_m+b)} \quad P = \frac{RT}{(V_m-b)} - \frac{a_c \alpha(T)}{V_m (V_m+b) + b (V_m-b)}$$

(a:10) 표 5의 ①~⑧에 알맞은 값이 무엇인지 쓰고, vdW, RK, PR 모델의 차이점을 설명하시오.

(b:15) ⑨에 들어갈 critical compression factor( $Z_c$ )를 구하시오.

(c:10) Perfect gas의 경우에는 모든 압력에서  $Z_c=1$ 이다. Nonideal gas의  $Z_c$ 가 이 값에서 벗어나는 원인에 대해 “상세히” 설명하시오.

6(40). 아래의 식들을 이용하여 다음에 답하시오.

$$\left[ \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{\partial f}{\partial x} \right)_y \right]_x = \left[ \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{\partial f}{\partial y} \right)_x \right]_y \quad f: \text{state function}$$

$$dU = TdS - PdV, dH = TdS + VdP, dA = -SdT - PdV, dG = -SdT + VdP$$

where,  $U, H, A$ , and  $G$  are state functions

(a:4) Maxwell relation을 유도하시오.

(b:10) Perfect gas인 경우와 van der Waals gas인 경우의  $\Pi_T$ (internal pressure)에 대해 분석하시오.

(c:13) 위의 분석을  $C_p - C_v$ 에 대해 시행하시오.

(d:13)  $\mu$ (Joule-Thomson coefficient)를 구하고 의미를 설명하시오.  $Z = 1 + B/V_m + C/V_m^2 + \dots$ 를 만족하는 기체가 Joule-Thomson expansion 공정을 거칠 때 온도변화를 예측하시오. ( $B = \beta/RT, C=0, C_{v,m}$  상수,  $B>0$ )

7(45). 1 mol의 단원자분자 perfect gas가 closed system에서 그림 7-1과 같이 isobaric process (1→2), reversible adiabatic process (2→3), isochoric process (3→4), 그리고 reversible isothermal process (4→1)의 공정으로 구성되어 있다.

(a:4) 각 공정단계 (A), (B), (C), (D)에 대해 q와 w의 부호를 나타내시오. (설명 제시하여야 함)

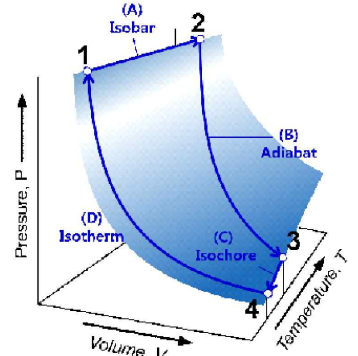
(b:16) 각 공정단계 (A), (B), (C), (D)와 전체 Cycle에 대해 q, w,  $\Delta U$ ,  $\Delta H$ 의 계산식을 구하시오.

[※(c)~(e)는 계산문제임.]

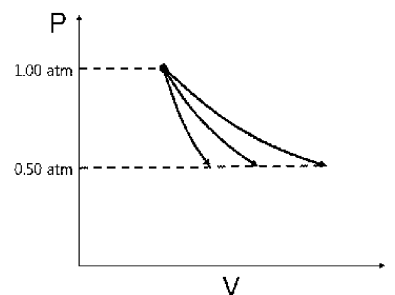
(c:5) 기체의 초기 상태가 1.00 atm, 22.44 dm<sup>3</sup>, 298 K 이다. (A)단계에서 부피는 2배로 증가하였고, (B)단계에서 압력이 반으로 감소하였을 때, 각 공정단계 (A), (B), (C), (D) 및 전체 Cycle에 대해 q, w,  $\Delta U$ ,  $\Delta H$ 의 값을 계산하시오.

(d:10) 선형분자 및 비선형분자 perfect gas가 각각 공정 (B)를 거친다고 하자. 그 때 단원자분자, 선형분자, 비선형분자에 대해 각각 부피변화( $\Delta V$ )와 w를 구하고 비교분석하시오. (그림 7-2 참조)

(e:10)  $p(V-nb)=nRT$ 를 만족시키는 단원자분자 기체가 공정 (B)를 거칠 경우  $\Delta V$ , w, 및 q를 구하고 perfect gas 단원자분자일 때와 비교하시오. (여기서,  $C_v$  값은 상수이고, perfect gas와 동일하다고 가정,  $b = 3.2 \times 10^{-2} \text{ dm}^3$ )



[그림 7-1]



[그림 7-2]

※ 총점 200점