

1(30). 다음 질문에 답하시오.

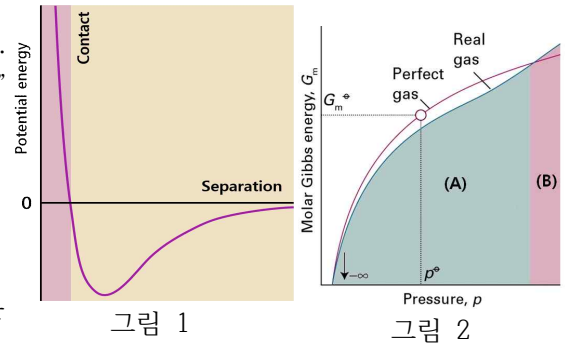
(a:5) Perfect gas의 경우에는 모든 압력에서 $Z=1$ 이다. Nonideal gas의 Z 가 이 값에서 벗어나는 원인에 대해 “상세히” 설명하시오.

(b:10) 관계식 $\ln \phi = \int_0^p \frac{Z-1}{p} dp$ 를 유도하고 G^R 을 구하시오.

($M^R \equiv M - M^{ig}$)

(c:5) 그림 2에서 (A)영역과 (B)영역에서의 G^R 값의 부호를 지정하고 그 이유를 Z 의 값과 관련지어 설명하시오.

(d:10) $\frac{pV_m}{RT} = 1 + \frac{B}{V_m} + \frac{C}{V_m^2}$ 를 만족하는 기체의 fugacity coefficient를 구하고 그림 2의 어느 영역에 해당 하는지 서술하시오. (1.00 atm , 100 K , $B = -21.13 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$ and $C = 1054 \text{ cm}^6 \text{ mol}^{-2}$)

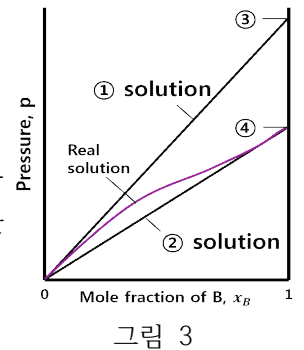


2(20). 다음 질문에 답하시오.

(a:6) 그림 3의 ①~④를 채우고, ① 용액과 ② 용액에 대해 적용되는 모델을 적으시오.

(b:10) 두 액체가 이상 용액을 만들 때의 $\Delta_{mix}G$, $\Delta_{mix}S$, $\Delta_{mix}H$ 를 구하시오.

(c:4) 298 K에서 2.00 mol 의 C_6H_{14} (hexane)과 2.00 mol 의 C_7H_{16} (heptane)이 동시에 존재할 때 $\Delta_{mix}G$, $\Delta_{mix}S$, $\Delta_{mix}H$ 를 계산하고 두 물질은 어떻게 되는지 그 판단 근거를 설명하시오.



3(30). Raoult's Law을 따르는 두 물질에 대한 이성분계 Pxy VLE 상평형도가 그림 4에 주어졌다. 순수한 경우의 증기압이 37.38 kPa, 47.12 kPa이다.

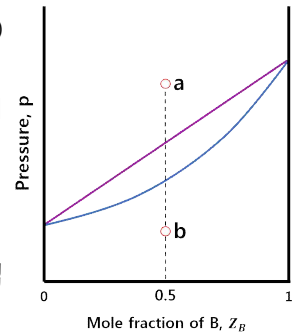
(a:5) 일반적으로 상의 수 Π 개, 화학종의 수 N 개가 있을 때, DOF(degree of freedom)을 유도하시오.

(b:5) 그림 4에서 점 a에서 b로 압력을 낮출 때 상변화와 DOF의 변화에 대해 서술하시오.

(c:10) Bubble-point line과 dew-point line을 묘사하는 관계식을 각각 유도하시오.

(d:4) Pxy 상평형도에 대응하는 Txy 상평형도를 개념적으로 도시하시오.

(e:6) (d)의 Txy 상평형도를 이용하여 $T = T_B^*$ (순수한 B의 끓는점)에서 $x_B = 0.1$ 인 액체 혼합물을 $x_B = 0.9$ 로 순도를 높이는 공정을 제시하고 VLE 이론단수를 구하시오.

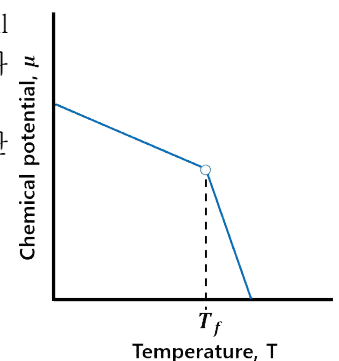


4(20). 그림 5는 순수한 물질의 고체상과 액체상에서 온도에 따른 chemical potential(μ)의 거동을 나타낸다. 순수한 물질의 압력을 조정하거나 또는 다른 물질과 섞어서 어는점을 조절하고자 한다.

(a:10) 물인 경우에 압력을 조정하여 어는점을 낮추는 방법을 설명하시오. 이산화탄소의 경우에 대해서도 설명하시오.

(b:10) 제 2의 물질과 섞었을 때, 어는점의 변화를 예측하는 식을 유도하시오.

(어는점의 변화를 제 2의 물질 농도의 함수로 나타내시오.)



5(50). Carnot cycle이 1.00 mol의 van der Waals gas($P = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2}$)를 작동 물질로 사용하며, 4.8758 dm^3 과 600 K가 초기 상태이다. 이것은 등온적으로 부피가 49.1884 dm^3 이 될 때까지 팽창하고(단계 1), 이어서 온도가 300 K가 될 때까지 단열 팽창한다(단계 2). 이 팽창에 이어서 등온적으로 부피가 13.7230 dm^3 이 될 때까지 압축한다(단계 3). 마지막으로 단열 압축(단계 4)에 의해서 처음 출발 상태로 돌아간다.

(여기서, $a = 4.169 dm^6 atm/mol^2$, $b = 3.71 \times 10^{-2} dm^3/mol$, $C_{v,m} = 1.5R$, $C_{p,m} = 2.5R$,

$$\pi_T = \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = -P + T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V, \quad \mu_T = \left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T, \quad)$$

(a:5) 그림 6의 과정이 가능한지 엔트로피 관점에서 판단하시오.

(b:20) 각 공정단계 1, 2, 3, 4와 전체 Cycle에 대해 q , w , ΔU , ΔS 의 값을 계산하시오.

(c:10) 이 공정의 효율을 온도의 함수식으로 유도하고 그 값을 구하시오. Perfect gas인 경우와 비교하시오.

(d:15) 그림 8의 냉장고에 관하여 다음을 설명하시오. (i) 그림에 나타난 냉장고의 각 구성요소의 역할을 설명하시오. (ii) 냉장고가 작동하는 근거를 열역학적 관점에서 설명하시오. (iii) Carnot engine을 수정하여 냉장고로 활용하려고 한다. 그 방법을 고안하고 the coefficient of performance (COP)를 계산하시오.

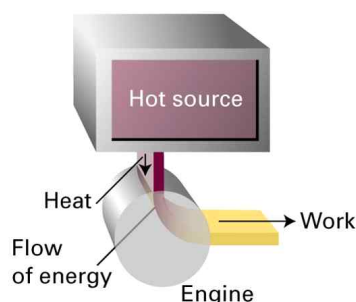


그림 6

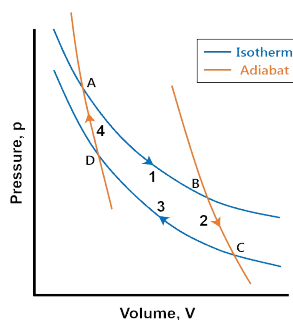


그림 7

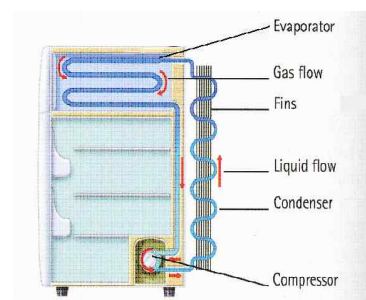


그림 8

6(20). 일정 압력(1 atm)하에서 각각 1 mol의 분자 A, B의 온도가 298K로부터 473K로 올라갈 때, ΔH_A^θ , ΔH_B^θ , ΔS_A^θ , ΔS_B^θ 의 값을 계산하시오. 또한 473K에서 $A \rightarrow 3B$ 의 반응이 일어날 때 $\Delta_r H^\theta$, $\Delta_r S^\theta$ 를 계산하시오. (298K에서 standard enthalpy of formation는 $\Delta_f H_A^\theta = 294.1 kJmol^{-1}$, $\Delta_f H_B^\theta = 0$ 이고 standard molar entropy는 $S_A^\theta = 239.97 JK^{-1}mol^{-1}$, $S_B^\theta = 116.135 JK^{-1}mol^{-1}$)

[표1. Standard enthalpies of fusion and vaporization at the transition temperature]

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

[표2. Temperature variation of molar heat capacities, $C_{p,m}/(JK^{-1}mol^{-1}) = a + bT + c/T^2$]

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