

화공열역학<선택>

2018년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :

성명 :

제 1 문. 어떤 기체의 상태방정식이 다음과 같이 표현된다. 물음에 답하시오. (단, a , b 는 상수이고, R 은 기체상수, V 는 몰당 부피이다) (총 10점)

$$(P+a)(V+b) = RT$$

- 1) 등온 공정에서 이 기체 1몰의 부피가 V_1 에서 V_2 로 변화하였다. 이 기체 1몰의 엔트로피 변화를 구하시오. (2점)
- 2) 이 기체에 대하여 $C_P - C_V$ 를 C_P 및 C_V 의 정의로부터 유도하시오. (단, C_P 는 몰정압열용량, C_V 는 몰정적열용량을 의미한다) (8점)

제 2 문. 온도의 표준에 관해 연구하는 정부출연연구소에서 절대온도의 측정 실험을 진행하고 있다. 기체 상태인 2원자 분자(M_2)를 피스톤이 달린 실린더에 채우고, 정압 조건에서 다양한 온도 변화에 따른 부피팽창을 측정하였다. 실험 결과, 0°C 에서 측정한 부피팽창계수는 $3.67 \times 10^{-3} (^\circ\text{C})^{-1}$ 로 파악되었다. 다음 물음에 답하시오. (총 10점)

- 1) 실험적으로 구한 부피팽창계수를 이용하여 절대온도(T , K)와 섭씨온도(t , $^\circ\text{C}$)의 편차($a = T - t$)를 구하시오. (단, $\frac{PV}{T} = \frac{P_0 V_0}{T_0}$ 로 일정하며, 부피팽창계수는 $\beta = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial t} \right)_P$ 이다) (6점)
- 2) 실린더의 압력(P , atm)이 0.75일 때, 기체의 밀도(ρ , $\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$)는 1.071로 측정되었다. 기체상수는 $0.08206 \text{ dm}^3 \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 으로 주어졌다. 이상기체상태 방정식을 이용하여 0°C 에서 해당 기체의 분자량을 구하고, 해당 기체가 무엇인지 추측하시오. (단, 절대온도의 정의는 1)에서 구한 값을 사용하시오) (4점)

제 3 문. 물질1과 물질2의 이성분계에 대하여 기액 평형상태가 30 °C에서 $x_1 = 0.3$, $y_1 = 0.23$, $P = 10.1$ kPa(절대압)로 측정되었다. 다음 물음에 답하시오. (총 15점)

- 1) 이 계가 수정된 Raoult의 법칙을 따를 때, 위 조건에서 물질1과 물질2의 활동도 계수(activity coefficient, γ_1 , γ_2)를 각각 구하시오. (단, 증기압은 다음과 같은 Antoine식으로부터 구하시오) (5점)

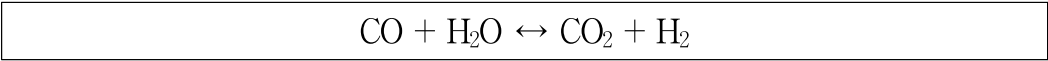
$\log_{10}P^{sat}(mmHg) = A - \frac{B}{T(^{\circ}C) + C}$			
	A	B	C
물질1	8.01195	1698.785	231.04
물질2	8.32109	1718.10	237.52

- 2) 이 계의 액상에서 다음과 같은 2-매개변수 Margules식이 적용될 때, Margules식 매개변수 A_{12} , A_{21} 을 각각 구하시오. (6점)

$$\frac{G^E}{RT} = (A_{21}x_1 + A_{12}x_2)x_1x_2$$

- 3) 위의 2-매개변수 Margules식이 적용되는 동일한 계에서 30 °C, $x_1 = 0.8$ 일 때, 계의 압력(kPa)과 물질1의 기상 몰분율(y_1)을 각각 구하시오. (4점)

제 4 문. 수성가스전환반응(water gas shift reaction, WGS)은 CO와 수증기가 반응하여 수소를 생산하는 반응이다. 반응식은 다음과 같다. (단, 모든 기체는 이상기체로 가정한다)



표준상태(25 °C)에서 각 성분의 생성엔탈피(kJ · mol⁻¹) 및 Gibbs자유생성에너지(kJ · mol⁻¹)는 아래 표와 같다. 물음에 답하시오. (총 15점)

	CO	H ₂ O	CO ₂	H ₂
ΔH	-110.53	-241.82	-393.51	0
ΔG	-137.17	-228.57	-394.36	0

- 1) 300 °C에서 평형상수를 구하시오. (단, 반응엔탈피는 반응온도와 관계없이 일정하다) (8점)
- 2) 50 mol CO, 25 mol H₂, 5 mol CO₂의 기체로 채워져 있는 반응기에 수증기 100 mol을 추가로 넣었다. 300 °C에서 평형에 도달했을 때 CO의 전환율을 구하시오. (7점)

인사혁신처 시험출제과장