

## 화공열역학<필수>

### 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 20점)

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

- 1) 등온 공정에서 이 기체 1몰의 부피가  $V_1$ 에서  $V_2$ 로 변화하였다. 이 기체 1몰의 엔트로피 변화를 구하시오. (4점)
- 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) (16점)

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,  $0^\circ\text{C}$ 에서 측정한 부피팽창계수는  $3.67 \times 10^{-3} (^\circ\text{C})^{-1}$ 로 파악되었다. 다음 물음에 답하시오. (총 20점)

- 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) (12점)
- 2) 실린더의 압력( $P$ , atm)이 0.75일 때, 기체의 밀도( $\rho$ ,  $\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$ )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  $0^\circ\text{C}$ 에서 해당 기체의 분자량을 구하고, 해당 기체가 무엇인지 추측하시오. (단, 절대온도의 정의는 1)에서 구한 값을 사용하시오) (8점)

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 30점)

- 1) 이 계가 수정된 Raoult의 법칙을 따를 때, 위 조건에서 물질1과 물질2의 활동도 계수(activity coefficient,  $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$ )를 각각 구하시오. (단, 증기압은 다음과 같은 Antoine식으로부터 구하시오) (10점)

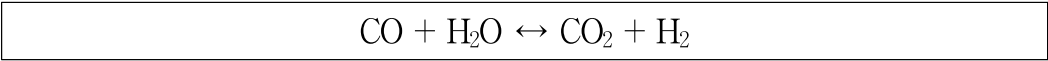
$\log_{10}P^{sat}(mmHg) = A - \frac{B}{T(^{\circ}C) + C}$			
	A	B	C
물질1	8.01195	1698.785	231.04
물질2	8.32109	1718.10	237.52

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

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

- 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. (8점)

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<sup>-1</sup>) 및 Gibbs자유생성에너지(kJ · mol<sup>-1</sup>)는 아래 표와 같다. 물음에 답하시오. (총 30점)

	CO	H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>
$\Delta H$	-110.53	-241.82	-393.51	0
$\Delta G$	-137.17	-228.57	-394.36	0

- 1) 300 °C에서 평형상수를 구하시오. (단, 반응엔탈피는 반응온도와 관계없이 일정하다) (16점)
- 2) 50 mol CO, 25 mol H<sub>2</sub>, 5 mol CO<sub>2</sub>의 기체로 채워져 있는 반응기에 수증기 100 mol을 추가로 넣었다. 300 °C에서 평형에 도달했을 때 CO의 전환율을 구하시오. (14점)

## 인사혁신처 시험출제과장