

화공열역학<선택>

2022년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :

성명 :

제 1 문. 초기 상태가 3 atm, 25 °C인 1 mol의 단원자 이상기체 A가 가역과정을 통해 최종압력이 5 atm인 상태가 되었다. 가역과정에서 압력(P) 대 부피(V) 비율(P/V)을 일정하게 유지하였을 때, 다음 물음에 답하시오. (단, 기체 A의 일정부피 몰열용량(\overline{C}_V)은 온도에 무관하게 $15.0 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 로 일정하다)

(총 13점)

- 1) 위 가역과정의 내부에너지 변화 $\Delta U [\text{J}]$ 를 구하시오. (6점)
- 2) 위 가역과정에서 발생하는 일 $W [\text{J}]$ 를 구하시오. (7점)

제 2 문. A, B, C로 구성된 삼성분 혼합물(총괄조성: $z_A = 0.5$, $z_B = 0.3$, $z_C = 0.2$)을 수송관을 거쳐 25 °C, 50 kPa 조건으로 탱크에 주입시켰다. 이후 장치가 손상되어 외부로 누출되는 사고가 발생하였다. 25 °C에서 A, B, C의 증기압은 각각 101.33 kPa, 38.89 kPa, 12.68 kPa이다. 다음 물음에 답하시오. (단, 혼합물은 라울의 법칙을 따른다)

(총 11점)

- 1) 25 °C, 50 kPa에서 기체-액체 분리가 되는 플래쉬(flash) 발생 여부를 결정하시오. (3점)
- 2) 25 °C, 50 kPa에서 전체 100 mol 삼성분 혼합물이 유입된 후, 장치의 하부가 손상되어 액체 부분이 순식간에 외부로 누출되었다. 최대로 누출될 수 있는 액체의 양[mol]을 구하시오. (5점)
- 3) 외부로 누출된 A, B, C의 조성(mole fraction)을 구하시오. (3점)

제 3 문. 고체와 액체의 상평형 관계식과 액체상(l)과 고체상(s)에서 퓨개시티의 비 ($\psi_i \equiv f_i^s/f_i^l$)는 다음과 같다.

$$x_i \gamma_i^l = z_i \gamma_i^s \psi_i \qquad \psi_i = \exp \frac{\Delta H_i^{sl}}{RT_{m_i}} \left(\frac{T - T_{m_i}}{T} \right)$$

다음 물음에 답하시오. (단, 여기서 x_i 와 z_i 는 각각 액체상과 고체상에서 성분 i 의 몰분율이며, γ_i 는 활동도 계수, ΔH_i^{sl} 는 융해열, T_{m_i} 는 녹는점이다)
(총 11점)

1) 이성분계에 대해 다음과 같은 두 평형식을 만족하는 조건을 기술하시오. (3점)

$$x_A = \psi_A, \ x_B = \psi_B$$

2) 임의의 두 물질인 A 와 B 로 구성된 계가 위 1)과 같은 조건을 만족시킬 때, 공융 온도와 공융 조성(x_{A_e})을 구하시오. (단, A 의 녹는점은 311.6 K, 융해열은 39.28 kJ mol⁻¹이고, B 의 녹는점은 354.7 K, 융해열은 19.55 kJ mol⁻¹이다)
(8점)

제 4 문. 기체혼합물이 아래의 상태방정식을 따르며, 매개변수 b 는 다음과 같다.

$$P(V-b)=RT \qquad b = \sum_{i=1}^c y_i b_i$$

아래의 각 항을 온도(T), 압력(P), 조성(y_i), 성분 i 의 매개변수(b_i)로 표현하시오. (단, P 는 압력, V 는 몰부피, R 은 기체상수, T 는 온도이며, y_i 는 성분 i 의 몰분율, b_i 는 성분 i 의 매개변수이다)
(총 15점)

- 1) $\ln f_i$ (단, f_i 는 순수성분 i 의 퓨개시티이다) (5점)
- 2) $\ln \hat{\phi}_i$ (단, $\hat{\phi}_i$ 는 혼합물 중의 성분 i 의 퓨개시티 계수이다) (5점)
- 3) $\ln \hat{f}_i$ (단, \hat{f}_i 는 혼합물 중의 성분 i 의 퓨개시티이다) (5점)

인사혁신처 시험출제과장