

화공열역학

2016년 시행 5급 공채(기술) 제2차시험

응시번호 :

성명 :

제 1 문. 열용량이 같은 두 물체(A, B)의 절대 온도를 각각 T_1, T_2 (단, $T_1 > T_2$)라 할 때 이 두 물체를 접촉시키면 최종 온도는 두 온도의 산술평균값이 된다. 이 때 총 엔트로피 변화량(ΔS)을 계산하고 총 엔트로피의 변화량이 증가하는지, 감소하는지 설명하시오. (단, 외부로의 열손실은 없으며 열용량은 상수 C 라고 가정한다) (10점)

제 2 문. 상태방정식을 이용하면 실제 기체의 열역학적 물성을 계산할 수 있다. 열역학적 함수 간의 관계식을 적절히 활용하여 다음 물음에 답하시오. (총 30점)

1) 아래의 내부에너지 변화에 관한 식을 유도하시오. (10점)

$$\Delta U = \int \left[C_P - P \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \right] dT - \int \left[T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P + P \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T \right] dP$$

2) 아래와 같은 비리얼 상태방정식을 사용할 때 i)과 ii)의 경우에 대해 내부에너지 변화(ΔU)에 대한 수식을 유도하고, 압력의존성에 대하여 설명하시오. (단, a, b 는 상수이다) (10점)

$$V = \frac{RT}{P} + B \quad \text{i) } B = a \quad \text{ii) } B = a + bT$$

3) 위의 비리얼 상태방정식을 따르는 기체 1몰이 초기조건(300 K, 1 atm)에서 최종조건(600 K, 2.5 atm)으로 변화했을 때 초기, 최종상태의 압축인자와 내부에너지 변화량(J)을 계산하시오. (단, $B = -53.4 \text{ cm}^3/\text{mol}$, $C_P (\text{J/mol} \cdot \text{K}) = 10 + 5T - 20/T$ 이다) (10점)

제 3 문. 물질 A와 B로 구성된 이성분계 혼합물이 있다. 이성분계 혼합물이 320 K, 1 atm에서 기-액 상평형을 이루었을 때 측정된 물질 A의 액상몰분율(x_A)과 기상몰분율(y_A)은 각각 0.5, 0.9였다. 또한, 물질 A와 B의 활동도계수(γ) 모델식은 아래와 같다. 다음의 물음에 답하시오. (단, 320 K에서 $P_A^{sat} = 0.9 \text{ atm}$, $P_B^{sat} = 0.3 \text{ atm}$, C, D 는 매개변수이다) (총 20점)

$$\gamma_A = 1 + C \times x_B$$

$$\gamma_B = 1 + D \times x_A$$

- 1) 측정된 몰분율로부터 매개변수 C 와 D 를 구하시오. (단, 수정된 라울의 법칙이 기-액 상평형에 적용된다고 가정한다) (10점)
- 2) 350 K에서 기-액 상평형을 이루고 있을 때 물질 A의 액상몰분율(x_A)은 0.4이다. 이 때 액상에 대한 과잉 몰깁스에너지(G^E)와 혼합 몰깁스에너지 변화량(ΔG^{mix})을 계산하시오. (10점)

제 4 문. NO_2 가 초기에 존재하지 않는 상태에서 N_2O_4 가 NO_2 로 분해된다. 분해율이 101.3 kPa, 308 K 조건의 평형 상태에서 0.27일 때 다음 물음에 답하시오. (총 30점)

- 1) 이 기상반응에 대한 평형상수(K)값을 구하시오. (10점)
- 2) 같은 온도에서 압력이 13 kPa일 때 반응진행도(ϵ)를 구하시오. (10점)
- 3) 위에서 구한 308 K의 평형상수와 298 K의 평형상수 값($K = 0.141$)을 이용하여 주어진 온도 범위에서 표준 반응열(ΔH°)을 구하시오. (단, 표준 반응열은 주어진 온도 범위에서 일정하다고 가정한다) (10점)

제 5 문. 실제기체에서의 엔탈피 및 엔트로피 변화는 온도뿐만 아니라 압력의 변화에도 의존한다. 기체상태의 엔탈피 및 엔트로피 변화는 기체의 열용량(C_P, C_V)과 상태방정식을 이용하여 계산할 수 있다. 하지만 액체상태의 경우에는 상태방정식을 이용하기 어렵기 때문에 액체의 부피 팽창률을 이용하여 엔탈피와 엔트로피 변화를 표현한다. 이 때 액체의 부피 팽창률(β)은 $\frac{1}{V} \left(\frac{dV}{dT} \right)_P$ 로 나타낼 수 있다. 액체 상태에서 엔탈피 변화(dH)와 엔트로피 변화(dS)를 액체의 부피 팽창률(β)을 이용하여 온도와 압력 변화의 표현식으로 나타내시오.

(10점)

인사혁신처 시험출제과장