

화공열역학<필수>

2021년도 국가공무원 5급[기술] 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :
 성명 :

제 1 문. 질소 기체의 비리얼 상태방정식 $Z=1+B'P+\dots$ 의 제2비리얼 계수 (B')가 다음과 같이 온도 의존성을 갖는다.

$$B'[\text{bar}^{-1}] = a + bT[\text{K}], \quad b = 0.0025[\text{K}^{-1}\text{bar}^{-1}]$$

질소의 일정압력 열용량(C_p)이 $3R[\text{J mol}^{-1}\text{K}^{-1}]$ 의 값을 갖는다고 할 때, 다음 물음에 답하시오. (단, a 와 b 는 상수이고, R 은 기체상수이다) (총 24점)

- 1) Joule-Thomson 계수를 나타내는 식을 유도하시오. (14점)
- 2) 300 K, 1 bar 상태에서 엔탈피가 일정하도록 온도를 400 K으로 올린다고 할 때, 최종 압력을 구하시오. (10점)

제 2 문. 순수성분 ‘물질 1’과 ‘물질 2’의 증기압은 아래의 Antonie식과 상수(A, B, C)로 예측할 수 있다. ‘물질 1’과 ‘물질 2’가 4:6 몰비율로 혼합된 2성분계는 Raoult의 법칙을 따른다고 할 때, 다음 물음에 답하시오. (총 30점)

$$\ln P^{sat}[\text{kPa}] = A - \frac{B}{t[^\circ\text{C}] + C}$$

	A	B	C
물질 1	13.8193	2696.04	224.317
물질 2	13.9346	3123.13	209.635

- 1) 기포점 온도가 120 °C일 때, ‘물질 1’과 ‘물질 2’의 포화 증기압을 구하시오. (10점)
- 2) 기포점 온도 이하에서 가열을 통해 기포점에 도달하였을 때, 증기 내 ‘물질 1’의 몰분율을 구하시오. (10점)
- 3) 이슬점 온도 이상에서 냉각을 통해 이슬점에 도달하였을 때, 이슬 내 ‘물질 1’의 몰분율을 구하시오. (10점)

제 3 문. 1-프로판올(성분 1)과 2-펜탄올(성분 2)이 혼합된 계에서는 아래의 과잉 Gibbs 에너지 모델을 따른다. 다음 물음에 답하시오. (단, T 는 온도, P 는 압력, R 은 기체상수이고, 성분 1의 액상과 기상의 몰분율은 x_1, y_1 이며 성분 2의 액상과 기상의 몰분율은 x_2, y_2 이다) (총 22점)

$$\frac{G^E}{x_1x_2RT}=A$$

- 1) γ_1 을 성분 1의 활동도라고 할 때, 위 식으로부터 $\ln\gamma_1$ 을 유도하시오. (10점)
- 2) 아래의 기-액 상평형 실험 자료와 $\frac{G^E}{RT}=x_1\ln\gamma_1+x_2\ln\gamma_2$ 의 관계식을 이용하여 A 의 평균값을 결정하시오. (단, 기상은 이상기체이며 A 의 평균값은 2성분 기-액 상평형 각 조성에서 구한 A 값들의 산술 평균으로 한다) (12점)

x_1	y_1	$P[\text{kPa}]$
0.0	0.0	2.261
0.2022	0.4332	3.189
0.4030	0.6784	4.154
0.6026	0.8282	5.097
1.0	1.0	6.970

제 4 문. 1,000 K, 0.5 bar에서 H_2 와 CO 기체를 생산하기 위해 순수한 수증기(H_2O)가 고체 탄소의 다공성층을 흐르며 $H_2O(g)+C(s)\leftrightarrow H_2(g)+CO(g)$ 의 반응이 일어나고 있다. 화합물의 표준생성엔탈피 (ΔH_f°)와 표준생성깁스에너지(ΔG_f°)가 아래의 표와 같이 주어질 때, 다음 물음에 답하시오. (단, 표준생성엔탈피는 일정하다) (총 24점)

	$\Delta H_f^\circ [\text{kJ mol}^{-1}]$	$\Delta G_f^\circ [\text{kJ mol}^{-1}]$
$H_2O(g)$	-241.82	-228.57
$H_2(g)$	0	0
$CO(g)$	-110.53	-137.17

- 1) 평형에서 수증기 1mol당 생산되는 수소(H_2)의 양[mol]을 구하시오. (14점)
- 2) 반응기로 들어가는 수증기의 유량이 5 mol s^{-1} 일 때, 계를 1,000 K로 유지하기 위해서는 열을 공급해야 하는지 또는 제거해야 하는지를 기술하고, 그 양[kW]을 구하시오. (10점)

인사혁신처 시험출제과장