

화공열역학<선택>

2020년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :                      성명 :

제 1 문. 냉장고에 보관한 2L의 물을 얼리기 위하여 냉장고 안의 온도를 0℃까지 낮추었다. 냉장고 밖의 온도는 25℃로 항상 일정할 때, 다음 물음에 답하시오. (총 10점)

- 1) 2L의 물을 얼리는 데 필요한 최소한의 일의 양을 계산할 때, 필요한 가정을 기술하시오. (2점)
- 2) 1)의 가정을 이용하여 2L의 액체상태인 물(0℃)이 얼음으로 상변화하기 위해 냉장고에 공급되어야 하는 최소한의 일[kJ]을 구하시오. (단, 물의 밀도는 1.0 g/cm<sup>3</sup>, 분자량은 18.0 g/mol, 물의 용융엔탈피( $\Delta \widehat{H}_m$ )는 6.0 kJ/mol이다) (8점)

제 2 문. 이상기체 A, B, C의 기상 반응인  $A + 2B \rightarrow C$ 가 진행될 때, 다음 물음에 답하시오. (총 10점)

- 1) 2 bar, 1,000 K에서 초기 1 mol의 A와 1 mol의 B가 반응하였을 때, A의 평형 전환율이 40 %로 확인되었다. 해당 반응의 평형상수를 구하시오. (3점)
- 2) 1 bar, 1,000 K에서 초기 1 mol의 A와 1 mol의 B가 반응하였을 때, B의 평형 몰분율을 구하시오. (3점)
- 3) 1 bar, 1,500 K에서 해당 반응의 평형상수를 구하시오. (단, 해당 반응의 표준 반응 엔탈피  $\Delta H^\circ$ 는 -32.6 kJ/mol로 일정하다) (4점)

제 3 문. 어떤 기체의 상태방정식이 다음과 같이 표현된다. 이 기체의  $\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$ 를  $T$ 와  $P$ 의 함수로 나타내시오. (단,  $a$ 와  $b$ 는 상수이고,  $R$ 은 기체상수이다) (10점)

$$PV = RT + \left(a + \frac{b + T}{RT^2}\right)P$$

제 4 문. 어떤 기체의 상태방정식이 다음과 같이 표현된다. 이 기체가 500 K에서 등온 가역적으로 운전되는 연속공정에서, 1,000 mol/min의 속도로 1 atm에서 5 atm으로 압축될 때, 물음에 답하시오. (단,  $a = 0.2 \text{ atm}$ ,  $b = 900 \text{ cm}^3/\text{mol}$ ,  $T_0 = 10 \text{ K}$ 이며,  $R$ 은 기체상수이다) (총 10점)

$$(P + a)(V - b) = R(T - T_0)$$

- 1) 압축기로 공급되어야 하는 일의 속도를 구하는 식을 유도하시오. (8점)
- 2) 공급되어야 하는 일의 속도[kW]를 구하시오. (2점)

제 5 문. 상평형도에서 두 개의 상 사이의 평형상태로부터 Clapeyron 식을 유도할 수 있다. 일례로 고체 암모니아와 액체 암모니아의 포화압  $P$ 는 온도  $T$ 의 함수로, 다음과 같은 Clausius–Clapeyron 식으로 표현된다. 이 식들을 이용하여, 암모니아의 삼중점 온도[K]와 용융열[kJ/mol]을 구하시오. (단, 기체는 이상 기체이며, 잠열은 상수로 간주한다) (10점)

① 고체–기체 평형에서,  $\ln P(Pa) = 35.82 - \frac{3,750}{T(K)}$

② 액체–기체 평형에서,  $\ln P(Pa) = 32.28 - \frac{3,061}{T(K)}$

# 인사혁신처 시험출제과장