

## 화공열역학

### 2017년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

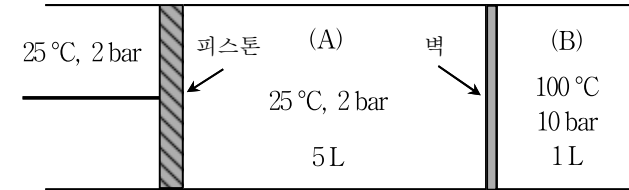
응시번호 :

성명 :

제 1 문. 석유의 대체 에너지원으로 태양전지의 사용 가능성을 알아보고자 한다. 우리나라의 연간 석유 소비량은 약  $300,000 \text{ m}^3$ 으로 추정되며, 석유의 에너지량은 octane( $\text{C}_8\text{H}_{18}$ )으로 대체하여 계산할 수 있다. 연간 석유 소비량을 모두 태양전지로 대체하고자 할 경우에 필요한 태양전지의 설치면적( $\text{m}^2$ )을 다음을 이용하여 구하시오. (20점)

- 24시간 동안 태양 복사의 평균적인 동력 밀도는  $200 \text{ W/m}^2$ 이며, 태양전지의 효율은 10%로 가정한다.
- 액상 octane의 밀도는  $0.70 \text{ g/cm}^3$ 이고 완전 연소를 한다.
- 액상 octane의 에너지는 298 K, 1 bar에서 계산하며, 이 조건에서 각 화합물의 표준 생성엔탈피는  $\Delta H_{\text{f,CO}_2(\text{g})}^{\circ} = -393.5 \text{ kJ/mol}$ ,  
 $\Delta H_{\text{f,H}_2\text{O}(\text{g})}^{\circ} = -241.8 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H_{\text{f,C}_8\text{H}_{18}(\text{l})}^{\circ} = -250.1 \text{ kJ/mol}$ 이다.

제 2 문. 아래 그림과 같이 질소로 채워진 실린더가中间的 벽에 의해 두 개의 방 (A, B)으로 나뉘어져 있고 실린더의 한쪽 끝에는 피스톤이 연결되어 있다.



초기에 방 A와 실린더 외부는  $25^\circ\text{C}$ , 2 bar로 같으며, 실린더와 외부 사이에는 열전달이 일어나지 않는다. 中间的 벽을 제거하여 실린더의 부피가 7 L로 팽창되면 피스톤이 걸쇠로 고정된다. 이때 다음 물음에 답하시오. (단, 질소는 이상기체이고,  $C_V = \frac{5}{2}R$  이다) (총 30점)

- 1) 탱크 속 기체의 내부에너지 변화(J)를 절대값으로 구하시오. (10점)
- 2) 탱크 속 기체의 온도( $^\circ\text{C}$ )를 구하시오. (15점)
- 3) 탱크 속 기체의 압력(bar)을 구하시오. (5점)

제 3 문. 760 mmHg에서 에탄올(1)/벤젠(2)으로 구성된 2성분계 혼합물은 에탄올의 액상조성( $x_1$ )이 0.448, 온도 68.24 °C에서 공비점을 갖는다. 이 온도에서의 에탄올과 벤젠의 증기압은 각각 506 mmHg과 517 mmHg이다. 다음 물음에 답하시오.

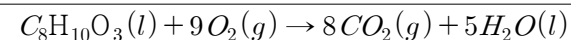
(총 30점)

- 1) 수정된 Raoult의 법칙과 van Laar 모델을 적용할 때, 위에 주어진 값을 사용하여 van Laar 상수( $A'_{12}, A'_{21}$ )를 구하시오. (단, van Laar식에서 활동도

계수( $\gamma$ )는  $\ln \gamma_1 = A'_{12} \left( 1 + \frac{A'_{12} x_1}{A'_{21} x_2} \right)^{-2}$  이다) (20점)

- 2) 1)에서 구한 van Laar 상수를 이용하여  $x_1 = 0.4$  인 경우, 기상 평형 조성( $y_1$ )을 계산하고 상대휘발도( $\alpha_{12}$ ) 값을 구하시오. (단, 각 성분의 증기압은 문제에서 주어진 값을 사용한다) (10점)

제 4 문. 외부와 단열인 봄베 열량계를 이용하여 분자식이  $C_8H_{10}O_3$ 인 유기물을 연소시켜 반응열을 측정한다. 반응 용기에 2.70 g의 유기물을 넣어서 완전 연소시켰을 때 반응식은 아래와 같다.



반응용기 바깥쪽에 650.0 g의 물이 채워져 있고, 연소반응으로 인하여 물의 온도가 23.6 °C에서 36.2 °C로 상승하였을 때 다음 물음에 답하시오. (총 20점)

- 1) 봄베 열량계에서의 에너지 수지식을 이용하여 이 유기물의 반응 내부에너지 변화( $\Delta U_r$ )를 kJ/mol 단위로 구하시오. (단, 물의 열용량은  $C_v = 4.18 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$  이고, 유기물의 분자량은 154 g/mol이다) (10점)

- 2) 1)에서 얻은  $\Delta U_r$ 은 표준상태에서도 적용된다.  $\Delta U_r$ 과  $\Delta H_r$ 의 값이 같다는 가정 하에,  $C_8H_{10}O_3$ 의 표준 생성엔탈피를 kJ/mol 단위로 구하시오. (단, 표준 생성엔탈피는 각각  $\Delta H_{f, CO_2(g)}^\circ = -393.50 \text{ kJ/mol}$ 과  $\Delta H_{f, H_2O(l)}^\circ = -285.84 \text{ kJ/mol}$ 이며, 온도 변화에 의한 반응물과 생성물의 엔탈피 변화는 무시할 수 있다) (10점)

## 인사혁신처 시험출제과장