

화공열역학

2012년 시행 5급(기술) 공채 제2차시험

응시번호 :

성명 :

제 1 문. 초기에 600 K와 10 bar에 있는 1 mol의 이상기체가 다음과 같은 4단계의 가역 공정을 거친다.

- 1 → 2: 온도가 일정한 상태에서 압력이 3 bar로 줄어든다.
 2 → 3: 일정한 부피에서 압력이 2 bar로 줄어든다.
 3 → 4: 일정한 압력에서 부피가 줄어든다.
 4 → 1: 단열과정으로 초기 상태로 되돌아간다.

다음 물음에 답하십시오.

(총 20점)

- 1) 이 순환공정을 압력(P)–부피(V) 선도로 나타내시오. (5점)
- 2) 상태 1, 2, 3, 4에서의 온도(K), 압력(bar), 부피(cm³)를 각각 구하십시오. (5점)
- 3) 각 단계마다 일(Work)과 열(Heat)의 양(Joule)을 각각 구하십시오. (단, 이 기체의 열용량 $C_p = 7R/2$, $C_v = 5R/2$ 이며, R은 기체상수이다) (5점)
- 4) 이 순환공정을 엔진으로 사용하려고 한다. 이 엔진의 효율은 얼마인가? (5점)

제 2 문. 일정한 온도와 일정한 압력하에서 성분 A와 B로 구성된 이성분 용액의 성분 A에 대한 플레시티(fugacity) f_A 가 다음과 같이 성분 A의 몰분율 x_A 의 식으로 표현된다.

$$\ln \frac{f_A}{x_A} = 2 - 3x_A^2 + 2x_A^3$$

다음 물음에 답하십시오.

(총 20점)

- 1) 순수성분 A의 플레시티 f_{pureA} 를 구하십시오. (5점)
- 2) 성분 A의 헨리상수(Henry's constant) H_A 를 구하십시오. (5점)
- 3) 라울(Raoult)의 법칙이 적용되는 용액에 대한 성분 A의 활동도계수(activity coefficient) γ_A 를 x_A 의 식으로 구하십시오. (5점)
- 4) 헨리의 법칙이 적용되는 용액에 대한 성분 A의 활동도계수 γ_A^* 를 x_A 의 식으로 구하십시오. (5점)

제 3 문. a 와 b 의 혼합물에 적용 가능한 Margules식이 다음과 같은 형태로 주어졌다.

$$G^E = Ax_ax_b$$

다음 물음에 답하시오. (총 30점)

- 1) 성분 a 와 b 의 활동도계수에 대한 표현식을 유도하시오. (10점)
- 2) 위의 Margules식이 Gibbs-Duhem식을 만족함을 보이시오. (10점)
- 3) 위의 Margules식을 a 와 b 의 혼합물에 대한 액체-액체 상평형에 적용할 때의 안정성 조건을 만족하는 온도범위를 구하시오. (10점)

제 4 문. 일산화탄소(CO) 1 kmol과 산소(O₂) 1/2 kmol이 화학반응하여 이산화탄소(CO₂)가 생성되면서 CO₂, CO, O₂의 혼합물을 이룬다. 이 화학반응이 압력 0.1 MPa, 온도 3,000 K에서 일어난다. 다음 물음에 답하시오. (총 30점)

- 1) 반응이 ε (reaction coordinate 혹은 extent of reaction) 만큼 진행되었을 경우 각 성분의 mol분율은 얼마인가? (5점)
- 2) 위 기체혼합물을 이상기체 혼합물로 가정할 때, 혼합물에서의 각 성분 i 의 화학포텐셜(chemical potential) μ_i 는 어떻게 표현되는지 기술하시오. (5점)
- 3) 순수한 CO₂, CO, 및 O₂의 0.1 MPa, 3,000 K 조건에서의 깁스에너지 (Gibbs energy)는 각각 아래와 같이 주어졌다고 할 때, 기체혼합물의 총 깁스에너지 G_{total} 을 ε 의 함수로 표현하시오. (5점)

$$G_{CO_2} = -1,243,178 \text{ (kJ/kmol)}$$

$$G_{CO} = -837,850 \text{ (kJ/kmol)}$$

$$G_{O_2} = -755,385 \text{ (kJ/kmol)}$$

- 4) 반응이 평형에 도달했을 때의 ε_e (equilibrium reaction coordinate)를 소수점 둘째자리까지의 값으로 구하고, 각 성분의 평형에서의 분율 및 평형에서의 총 깁스에너지를 구하시오. (15점)

행정안전부 시험출제과장