

화공열역학

2014년 시행 5급(기술) 공채 제2차시험

응시번호 :

성명 :

제 1 문. 어떤 기상반응에 대하여 평형상수(equilibrium constant)는 다음과 같이 표현된다.

$$K = 30 \exp\left(-\frac{1200}{T}\right)$$

여기에서 T 의 단위는 Kelvin이다.

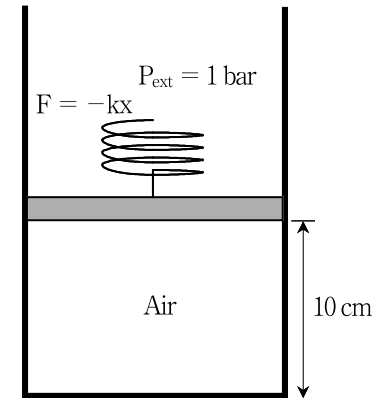
25 °C에서 이 반응에 대하여 표준상태에서의 깁스에너지 변화(ΔG°), 엔탈피 변화(ΔH°), 엔트로피 변화(ΔS°)를 SI 단위로 계산하시오. (20점)

제 2 문. 500 K의 고온 열원과 400 K의 저온 열원 사이에서 작동하는 열기관이 있다.

이 열기관이 100 cal/s의 속도로 고온 열원으로부터 에너지를 얻을 때, 다음 물음에 답하시오. (총 10점)

- 1) 주어진 온도 조건에서 운전되는 열기관의 최대 일률은 몇 W인가? (5점)
- 2) 이 기관이 카르노 열기관일 때, 열효율을 3배로 증가시키기 위한 고온 열원의 온도는 얼마인가? (5점)

제 3 문. 아래의 그림과 같이 일정한 외부압력 1 bar하에서 피스톤-실린더 장치 내에 공기가 들어있다. 피스톤의 단면적이 1 m^2 이고 초기에 피스톤 내부는 1 bar 20 °C이며, 피스톤은 바닥면으로부터 10 cm 높이에 위치해 있다. 초기에 피스톤의 스프링은 피스톤에 어떠한 힘도 가하지 않는다. 시스템이 가역적으로 100 °C까지 가열되었다. 피스톤이 팽창하여 스프링이 압축되면 피스톤에는 kx ($k = 10,000 \text{ N/m}$, x 는 초기 위치로부터 피스톤이 이동한 거리)의 힘이 가해진다. 이 때, 다음 물음에 답하시오. (단, 피스톤과 스프링의 무게, 피스톤과 실린더 사이의 마찰은 무시하며 공기는 이상기체이다) (총 20점)



- 1) 공기가 한 일은 몇 J인가? (10점)
- 2) 전달된 열은 몇 J인가? (단, 정압 열용량은 $3.5R$ 로 일정한 것으로 가정한다) (10점)

제 4 문. 이성분 액체 혼합물의 과잉 깁스에너지(G^E)가 다음 식으로 표현될 때, 다음 물음에 답하시오. (총 30점)

$$G^E/RT=3.0x_1x_2$$

- 위 식이 임의의 이성분 액체 혼합물에 대해 성립할 때, 액-액 상평형(LLE, liquid-liquid equilibrium)을 형성하는 성분 1의 조성(x_1) 영역을 범위로 제시하시오. (15점)
- 위 식이 성립하는 이성분 액체 혼합물이 $T=320\text{ K}$, $x_1=0.15$ 인 조건에서, 이상기체 법칙을 따르는 이성분 기체 혼합물과 기-액 상평형(VLE, vapor-liquid equilibrium)에 있을 때, 압력(P)과 성분 1의 기상 조성(y_1)을 구하시오. (단, 320 K에서 성분 1과 2의 증기압은 각각 45, 70 kPa이다) (15점)

제 5 문. 과냉각 상태의 물 1 mole이 냉장고 안에서 260 K를 유지하고 있다. 그러나 이 상태는 어느 순간 갑자기 얼음으로 변할 수 있는 불안정한 상태이다. 아래 물음에 답하시오. (단, 물의 열용량이 $C_P=75.3\text{ J/mol}\cdot\text{K}$, 얼음의 열용량이 $C_P=36.9\text{ J/mol}\cdot\text{K}$ 이고 고체인 얼음에서 액체인 물로 상변화가 일어날 때, 융해열이 $\Delta H_f(273\text{ K})=5950\text{ J/mol}$ 이다) (총 20점)

- 260 K의 과냉각 상태의 물이 갑자기 얼음으로 변화되었다면 이 과정에 대한 엔트로피 변화는 몇 $\text{J/mol}\cdot\text{K}$ 인가? (10점)
- 위의 상태변화가 열역학 제2법칙에 부합하는지 전체 엔트로피를 계산하여 설명하시오. (10점)

안전행정부 시험출제과장