

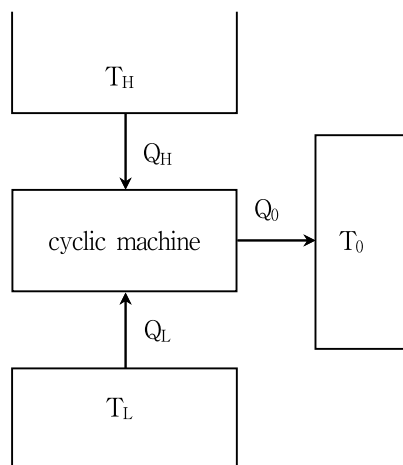
열역학

2015년 시행 5급(기술) 공채 제2차시험

응시번호 :

성명 :

제 1 문. 다음의 사이클은 일을 하지 않고 냉동 효과를 제공한다. 이 사이클은 고열원 T_H 와 저열원 T_L 로부터 Q_H 와 Q_L 을 각각 얻고 온도가 T_0 인 주변 대기에 Q_0 를 잃는다. 여기서 $T_H > T_0 > T_L$ 이고, 이 장치의 성능계수는 Q_L/Q_H 로 정의된다. $T_H = 400 \text{ K}$, $T_0 = 293 \text{ K}$, $T_L = 270 \text{ K}$ 일 때, 최대 성능계수를 구하시오. (10점)



제 2 문. 어떤 발명가가 지하 온천수를 이용하여 일을 하는 열기관을 설계했다. 온천수는 비 혼합형 열교환기 안에서 작동유체와 연속적으로 열교환을 하면서 냉각되어 흐른다. 정상상태에서 열기관의 열교환기 입구와 출구에서 온천수의 온도는 각각 50°C 와 30°C 이다. 대기조건 25°C , 0.1 MPa 에서, 이 열기관은 온천수 유량 2 L/s 에서 12 kW 의 출력을 낸다고 한다. 발명가가 이 열기관의 실용화를 위한 연구비 지원을 신청했다. 연구비 지원 여부를 결정하고 그 근거를 제시하시오. (단, 온천수의 비열은 $c = 4.184 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ 이며, 밀도는 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ 이다) (10점)

제 3 문. 에너지 저장 방안의 하나로 10000 m^3 의 지하공간에 대기조건(100 kPa , 20°C)의 공기를 압축하여 공급한 결과 지하공간 내의 공기 상태가 300 kPa , 150°C 에 도달하였다. 지하공간 내 공기의 초기 상태는 대기조건과 동일하고, 압축과정 동안 압축기와 지하공간은 외부로부터 단열되어 있다고 가정한다. 공기는 이상기체이며, 정압비열은 $c_p = 1.004 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$, 기체상수는 $R = 0.287 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ 이다. 다음 물음에 답하시오. (총 15점)

- 1) 압축기를 통하여 지하공간에 공급되는 공기의 질량을 구하시오. (5점)
- 2) 압축과정에 소요된 일을 구하시오. (5점)
- 3) 압축과정에서 엑서지 손실(exergy loss/destruction)을 구하시오. (5점)

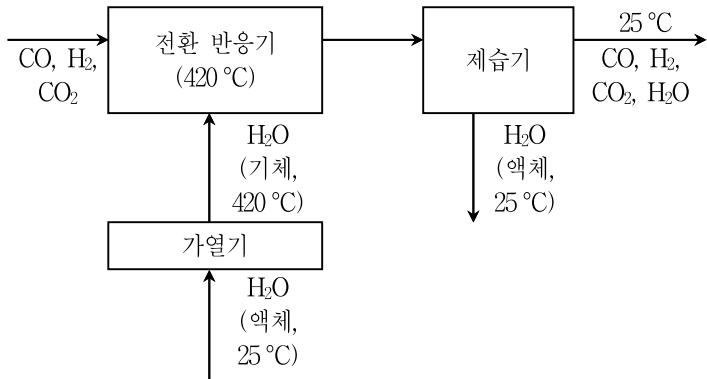
제 4 문. 석탄가스화는 석탄으로부터 수소(H₂)와 일산화탄소(CO)를 얻어내는 과정이며, 아래와 같은 화학반응이 일어나는 전환반응기를 사용하면 생성되는 수소의 농도를 높일 수 있다.



위의 반응은 전환반응기에서 일어나는 유일한 화학반응으로 가정할 수 있고, 이 반응의 평형상수는 다음 식으로부터 구할 수 있다.

$$K_p = \exp (-4.2939 + 4546/T[\text{K}])$$

전환반응기를 통과한 기체혼합물에 포함된 수증기의 일부는 제습기에서 액체로 배출되며, 최종 출구에서 기체혼합물은 25 °C의 포화상태로 나오게 된다. 모든 과정은 대기압(100 kPa)에서 이루어지며, 전환반응기에 공급되는 건조기체 혼합물의 공급량은 100 mol/min이다. 이러한 과정의 구성 및 구성물질이 아래와 같을 때, 다음 물음에 답하시오. (총 15점)



- 1) 전환반응기로 공급되는 기체의 구성몰비는 CO:H₂:CO₂ = 52:24:4이고, 투입되는 수증기의 양은 H₂O와 CO의 비율에 의해 결정된다. H₂O/CO = 3(몰비) 이고, 전환반응기가 420 °C에서 작동되어 화학반응이 평형에 도달한다고 가정할 때, 최종 출구에서 CO의 분압을 구하시오. (10점)
- 2) 제습기에서 회수한 열에너지의 90 %를 가열기에 공급할 때, 25 °C의 물을 420 °C의 수증기로 만들기 위해 가열기에 추가로 공급하여야 하는 열에너지를 구하시오. (단, 모든 기체는 이상기체로 가정하며, H₂O를 제외한 기체의 에너지 변화와 모든 과정에서의 위치에너지와 운동에너지 변화는 무시한다) (5점)

<H₂O(분자량 = 18 kg/kmol)의 물성>

온도(°C)	압력(kPa)	엔탈피(kJ/kg)	
25	3.1698 (포화압력)	104.83 (포화액)	2546.5 (포화증기)
400	100	3278.6	
500	100	3488.7	

인사혁신처 시험출제과장