

열역학

2022년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :

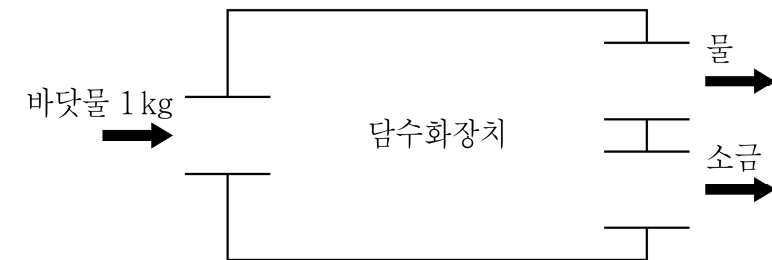
성명 :

제 1 문. 50 %의 과잉공기를 이용하여 0.05 kg/min 유량의 연료(C_3H_8)를 연소시키고자 한다. 연소가스를 분석한 결과, 연료의 모든 수소는 H_2O 로 전환되며 탄소의 95 %는 CO_2 로 나머지 5 %는 CO 로 전환되었을 때 다음 물음에 답하시오. (단, 유입되는 연료와 공기는 모두 $25^\circ C$ 이며, $N_2 : O_2 = 79 : 21$ 의 몰(mol)비로 구성된 공기의 분자량은 29 kg/kmol이다) (총 15점)

- 1) 연소 반응에서의 연소반응식을 쓰시오. (3점)
- 2) 공기의 질량유량[kg/min] 및 1시간 연소 시 배출되는 CO_2 의 질량을 각각 구하시오. (6점)
- 3) 연료의 탄소가 100 % CO_2 로 전환된다면 1)에서 세운 연소반응식과 다른 연소반응식이 세워진다. 1)과 3)에서 세운 두 연소반응의 표준반응열 차이 ($\Delta H^\circ = \Delta H_{100\%}^\circ - \Delta H_{95\%}^\circ$)를 구하고, $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$ 의 관계를 이용하여 두 연소반응의 엔트로피 차이(ΔS°)를 구하시오. (단, CO_2 , CO 의 표준생성엔탈피는 각각 -393.5 kJ/mol, -110.5 kJ/mol이고, 표준생성깁스에너지는 각각 -394.4 kJ/mol, -137.2 kJ/mol이다) (6점)

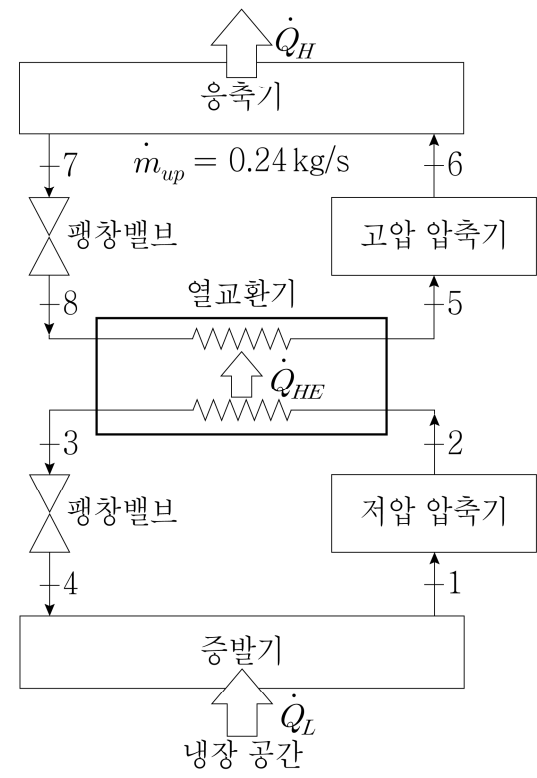
제 2 문. 비열이 C 로 동일한 고체 a , b 의 질량 및 온도가 각각 m , T_a 및 $2m$, T_b 이다. 두 고체를 서로 접촉시키고 충분한 시간이 흘렀을 때 두 고체를 합한 것을 시스템으로 하여 해당 시스템의 총 엔트로피 변화($S_f - S_i$)를 식으로 표현하시오. (단, 두 고체 간의 열전달을 제외한 다른 열손실은 없다고 가정한다) (7점)

제 3 문. 담수화 장치를 통해 질량기준 염도 5.00 %, $15^\circ C$ 바닷물로부터 담수를 얻으려고 한다. 다음 물음에 답하시오. (단, 바닷물은 이상 용액으로 물과 소금의 혼합물이며 물과 소금의 몰질량은 각각 18.01 kg/kmol과 58.44 kg/kmol이며 기체상수 $R = 8.314$ kJ/kmol \cdot K이라고 가정한다) (총 10점)



- 1) 바닷물 1 kg에 들어 있는 물의 몰수 n_w 와 소금의 몰수 n_s 를 구하고, 소금의 몰분율 y_s 를 구하시오. (5점)
- 2) 담수화 장치를 이용하여 $15^\circ C$, 1 kg의 바닷물을 담수와 소금으로 분리하는 데 소요되는 최소한의 일 W_{\min} 을 구하시오. (단, $\Delta S = -R \sum_i^n n_i \ln y_i$ 이다) (5점)

제 4 문. 0.14 ~ 0.8 MPa의 압력 범위 사이에서 작동하는 2단 캐스케이드 냉동 시스템이 있다. 이 시스템은 R-134a 냉매를 사용하는 이상적인 증기 압축 냉동 사이클로 작동하며 하부 사이클과 상부 사이클 사이의 열전달은 0.5 MPa의 정압 상태에서 열교환기를 통해 이루어진다. 상부 사이클에서 냉매의 질량유량 \dot{m}_{up} 은 0.24 kg/s일 때, 다음 물음에 답하시오. (단, 배관 손실은 무시하며 압축기와 팽창밸브의 효율은 100 %로 가정한다) (총 18점)



포화상태				
압력(MPa)	엔탈피(kJ/kg)		엔트로피(kJ/kg · K)	
	포화액체	포화수증기	포화액체	포화수증기
0.14	27.06	239.19	0.11080	0.94467
0.5	73.32	259.36	0.28021	0.92420
0.8	95.48	267.34	0.35408	0.91853

과열상태(압력 = 0.5 MPa)		
온도(°C)	엔탈피(kJ/kg)	엔트로피(kJ/kg · K)
15.71	259.36	0.9242
20	263.48	0.9384
30	273.03	0.9704

과열상태(압력 = 0.8 MPa)		
온도(°C)	엔탈피(kJ/kg)	엔트로피(kJ/kg · K)
31.31	267.34	0.9185
40	276.46	0.9481
50	286.71	0.9803

- 1) 상 · 하부 사이클의 개략도를 $T-s$ 선도로 표시하고 각 상태점(1 ~ 8)을 선도 상에 도시하시오. (6점)
- 2) 하부 사이클에서의 냉매의 질량유량[kg/s]을 구하시오. (6점)
- 3) 냉장 공간으로부터의 열제거율 \dot{Q}_L [kW] 및 전체 압축기 동력[kW]을 구하시오. (4점)
- 4) 전체 캐스케이드 냉동 사이클의 성능 계수(COP)를 구하시오. (2점)

인사혁신처 시험출제과장