

열역학

2012년 시행 5급(기술) 공채 제2차시험

응시번호 : 성명 :

제 1 문. 체적이 1m³인 강체 단열탱크에 압력과 온도가 20 kPa과 20 °C인 공기가 들어 있다. 탱크에 부착되어 있는 밸브를 열어 탱크의 압력이 외부공기압력과 같아질 때 밸브를 닫았다. 외부공기의 압력과 온도는 101.3 kPa과 20 °C이다. 공기의 기체상수는 0.287 kJ/kg · K이고, 정적비열은 0.716 kJ/kg · K일 때, 탱크 내 공기의 최종온도를 구하시오. (단, 공기는 이상기체이며, 충전 중 밸브를 통한 열손실과 운동에너지, 위치에너지는 무시한다) (10점)

제 2 문. 메탄(CH₄)을 연료로 사용하는 보일러의 정격 난방용량은 30,000 kcal/h이며, 난방효율은 85 %(고위 발열량 기준)이다. 공기를 120 % 이론공기량으로 공급할 때, 다음 물음에 답하시오. (단, 메탄의 고위 발열량은 212 kcal/mol이며, 공기는 21 mol% 산소와 79 mol% 질소로 구성되고 모든 기체는 이상기체이다) (총 12점)

- 1) 위 작동조건에 해당하는 연소반응식을 메탄 1mol을 기준으로 나타내시오. (4점)
- 2) 정격 난방용량으로 운전될 때, 단위 시간당 필요한 표준상태 공기량[m³/h]을 구하시오. (단, 표준상태는 0 °C, 1.013 bar이다) (4점)

3) 메탄이 완전연소 될 때, 배기가스 중 수분의 물분율(mole fraction)을 구하고, 다음 표를 이용하여 이슬점 온도를 구하시오. (단, 배기가스의 압력은 1 bar 이다) (4점)

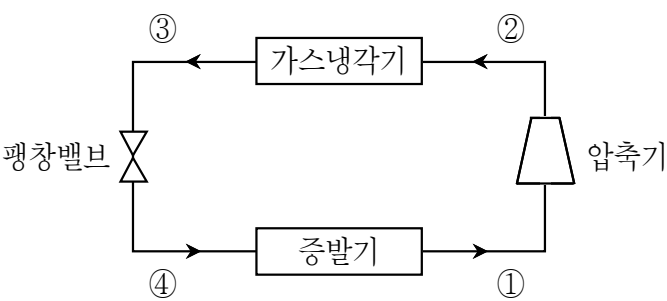
<물의 포화 상태량>

온도(°C)	40	45	50	55	60	65	70
압력(bar)	0.07384	0.09593	0.1235	0.1576	0.1994	0.2503	0.3119

제 3 문. 인구 10만 명의 도시에 전기를 공급하는 가스터빈을 설치하기 위해 설계단계에서 이상적인 공기표준 Brayton 사이클로 분석하여 보았다. 다음 물음에 답하시오. (단, 공기의 분자량은 28.97 kg/kmol, 정압 비열은 1.1 kJ/kg · K로 일정하고, 일반기체상수는 8.314 kJ/kmol · K이다) (총 16점)

- 1) 압력과 온도가 100 kPa, 300 K인 공기가 200 m³/s의 유량으로 압축기에 들어가서 1,200 kPa로 압축된다. 터빈입구온도가 1,500 K일 때, 이 사이클에 해당하는 T-s 선도를 그리고, 열효율, 역일비 및 발생된 순동력을 구하시오. (8점)
- 2) 1)의 사이클에 재열 과정이 추가되어, 400 kPa의 정압에서 1,500 K까지 재가열된 후 2단 터빈의 입구로 들어갈 경우, T-s 선도를 그리고, 열효율, 공급 열량 및 발생된 순동력을 구하시오. (8점)

제 4 문. 다음 그림과 같이 CO₂를 사용하는 초임계 증기압축식 열펌프사이클이 있다. 증발기 출구는 0℃의 포화증기 상태이며, 압축기는 단열가역과정으로 CO₂를 10 MPa까지 압축한다. 가스냉각기의 출구는 30℃이며, 팽창밸브는 단열되어 있다. 각 구성 요소와 배관에서의 압력손실을 무시할 때, 다음 물음에 답하시오. (단, CO₂의 임계압력은 7,380 kPa이고, 초임계 상태와 포화증기 물성치는 아래의 표와 같다) (총 12점)



<표1 : CO₂의 10 MPa 초임계 상태 물성치>

온도[℃]	비엔탈피[kJ/kg]	비엔트로피[kJ/kg · K]
30	-235.2	-1.517
40	-194	-1.384
50	-122.7	-1.159
60	-81.76	-1.034
70	-56.13	-0.9586
80	-35.93	-0.9006
90	-18.47	-0.8518
100	-2.642	-0.8088

<표2 : CO₂의 포화증기 물성치>

온도[℃]	압력[kPa]	비엔탈피[kJ/kg]	비엔트로피[kJ/kg · K]
0	3,485	-75.88	-0.8937

- 1) T-s 선도 상에 초임계 열펌프사이클을 표시하시오. (4점)
- 2) 압축기 출구의 온도와 비엔탈피를 구하시오. (4점)
- 3) 이 사이클의 난방 성적계수(COP)를 구하시오. (4점)

행정안전부 시험출제과장