

열역학

2021년도 국가공무원 5급[기술] 공개경쟁채용 제2차시험

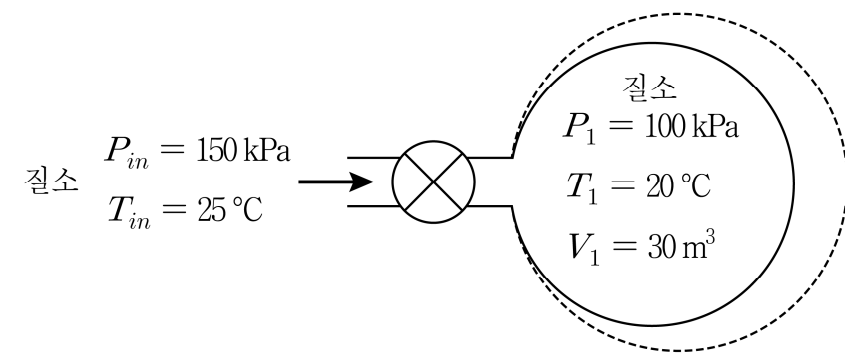
응시번호 :

성명 :

제 1 문. 피스톤과 실린더로 이루어진 장치의 내부에 이상기체 1 kg이 100 kPa, 100 °C 상태에 있다. (단, $C_p = 1.004 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$, $k = 1.4$ 로 일정하다) (총 5점)

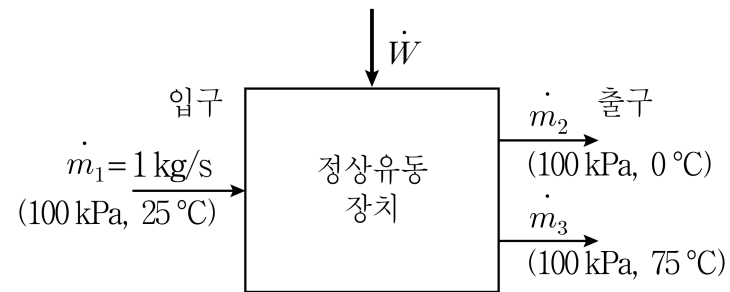
- 1) 이 이상기체가 가역과정을 통하여 600 kPa, 200 °C로 변화한다. 이때 엔트로피 변화는 $Tds = dh - v dP$ 의 관계식으로 나타낼 수 있다. 엔트로피 변화를 구하시오. (2점)
- 2) 이번에는 이상기체가 가역단열 과정으로 600 kPa까지 압축된다. 기체의 최종 온도를 구하시오. (3점)

제 2 문. 다음 그림과 같이 풍선 내부에 30 m³의 질소(100 kPa, 20 °C)가 채워져 있다. 풍선은 150 kPa과 25 °C 상태의 질소를 연속적으로 공급할 수 있는 충분히 큰 질소 저장용기에 밸브로 연결되어 있다. 초기에 닫혀져 있던 밸브를 열면, 저장용기의 질소가 풍선 내부로 유입되고 풍선은 내부의 최종 압력이 150 kPa이 될 때까지 팽창한다. 이 팽창과정에서 풍선은 항상 구의 형상을 유지하고, 내부의 압력은 지름에 선형적으로 비례하며, 풍선 표면에서 외부로의 열전달은 무시한다. 물음에 답하시오. (단, 질소의 기체상수, 정압비열, 정적비열은 각각 0.296 kJ/kg · K, 1.039 kJ/kg · K, 0.743 kJ/kg · K이다) (총 10점)



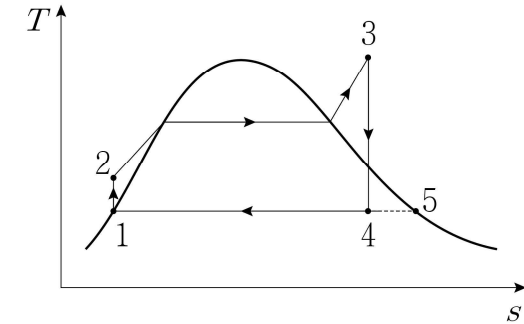
- 1) 풍선의 팽창과정에서 발생한 경계일(boundary work)을 구하시오. (5점)
- 2) 풍선 내부 질소의 최종 온도를 구하시오. (5점)

제 3 문. 그림과 같이 한 개의 입구와 두 개의 출구로 구성된 가역단열 정상유동 장치가 있다. 이 장치는 외부에서 입력되는 축일을 받아 입구에서 유입되는 공기를 그림에 표시된 출구의 상태로 분리 배출하는 기능을 한다. 입구에서 공기가 1 kg/s 로 유입될 때 다음 물음에 답하시오. (단, 입구와 출구에서의 압력은 100 kPa 로 유지되고, 이상기체로 취급 가능한 공기의 정압비열은 $1.004 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ 으로 일정하다) (총 10점)



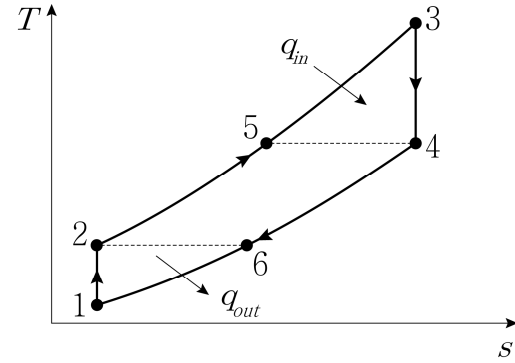
- 1) 출구에서의 두 질량유량을 구하시오. (5점)
- 2) 단위시간당 입력되는 축일의 값을 구하시오. (5점)

제 4 문. 다음 그림은 이상적 Rankine 사이클의 각 단계를 T-s 선도 상에 나타낸 것이다. 물음에 답하시오. (총 10점)



- 1) 각 과정(1-2, 2-3, 3-4, 4-1)을 설명하시오. (2점)
- 2) 위 Rankine 사이클에서 보일러를 통해 생성된 $4,000 \text{ kPa}$, 400°C 의 수증기가 터빈으로 공급되고, 팽창 후 10 kPa 의 압력으로 응축기로 들어간다. 정상 상태 흐름에서 운동에너지와 위치에너지를 무시하고 $h_1 = 192 \text{ kJ/kg}$, $s_1 = 0.6492 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$, $h_3 = 3,213 \text{ kJ/kg}$, $s_3 = 6.7690 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$, $h_5 = 2,585 \text{ kJ/kg}$, $s_5 = 8.1501 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ 일 때, 이 사이클의 열효율을 구하시오. (단, 10 kPa 에서 포화액의 비체적은 $0.0010 \text{ m}^3/\text{kg}$ 이다) (5점)
- 3) 효율이 0.75 인 터빈의 실제 출력이 $56,000 \text{ kW}$ 일 때, 수증기의 질량유량을 구하시오. (3점)

제 5 문. 다음 그림과 같은 이상적인 재생 Brayton 사이클을 고려한다. 즉, 선도에서 $q_{4-6} = q_{2-5}$ 이다. 주어진 온도 T_1, T_3 에 대하여 물음에 답하시오. (단, 비열은 온도에 관계없이 일정하다) (총 15점)



- 1) 사이클 순일(net work)이 최대가 되는 압력비 r_p 를 구하시오. (5점)
- 2) 사이클의 효율을 압력비 r_p , 비열비 k , 온도 T_1, T_3 로 나타내고, 이 사이클의 효율이 Carnot 사이클의 효율과 동일하게 되는 압력비가 1이 됨을 보이시오. (5점)
- 3) 1)과 2)의 결과로부터 효율이 최대일 때의 압력비가 순일이 최대일 때의 압력비보다 낮은 이유를 설명하시오. (5점)

인사혁신처 시험출제과장