

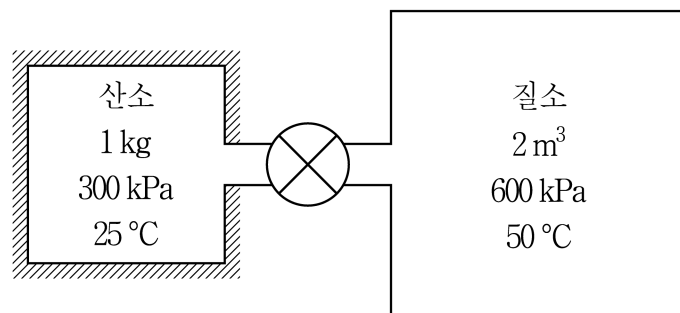
## 열역학

2023년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :

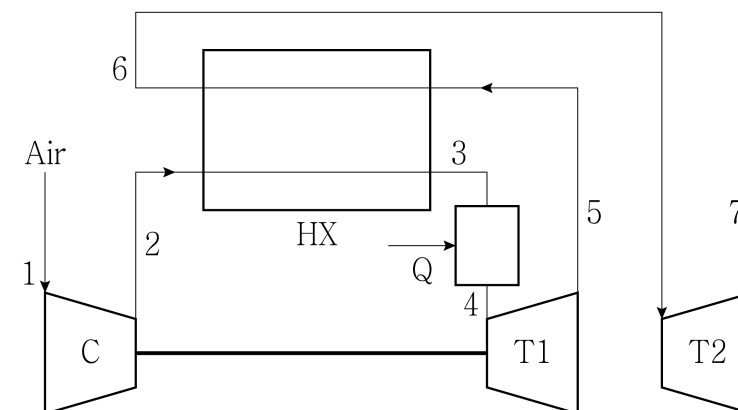
성명 :

제 1 문. 그림과 같이 25 °C, 300 kPa에서 1 kg의 산소로 채워져 있는 단열된 왼쪽 용기가 50 °C, 600 kPa의 질소로 채워져 있는 부피 2 m<sup>3</sup>의 단열되지 않은 오른쪽 용기에 밸브를 통해 연결되어 있다. 닫혀있던 밸브를 열고, 충분한 시간이 지나면 산소와 질소가 혼합되어 30 °C의 균질 혼합물이 된다. 다음 물음에 답하시오. (단, 산소와 질소의 기체상수는 각각 0.2598 kJ/kg · K와 0.2968 kJ/kg · K이고, 산소와 질소의 정적비열은 각각 0.658 kJ/kg · K와 0.743 kJ/kg · K로 일정하다. 또한, 용기 주변부 대기의 온도는 30 °C로 일정하게 유지된다) (총 15점)



- 1) 최종상태에서 용기 내부의 압력[kPa]을 구하시오. (5점)
- 2) 용기에서 외부로의 열전달량[kJ]을 구하시오. (5점)
- 3) 이 과정에서 생성된 엔트로피[kJ/K]를 구하시오. (5점)

제 2 문. 그림과 같이 작동하는 변형된 재생사이클 가스터빈은 정압비열이 1.0 kJ/kg · K, 비열비가 1.4로 일정한 공기를 작동유체로 사용한다. 이 사이클은 이상적인 사이클로 모든 과정은 가역적이고 터빈과 압축기는 단열되어 있다. 또한, 재생열교환기(HX)의 효율도 100 %로 상태 2의 온도( $T_2$ )는 상태 6의 온도( $T_6$ )와 같고, 상태 3의 온도( $T_3$ )는 상태 5의 온도( $T_5$ )와 같으며, 모든 배관과 재생열교환기 및 연소기에서의 압력강하는 무시한다. 첫 번째 터빈에서 생성된 일( $W_{T1}$ )은 압축기의 일( $W_C$ )로 모두 사용된다(즉,  $W_{T1} = W_C$ ). 압축기 입구(상태 1)는 300 K, 100 kPa이고, 압축기의 압력비는 5이며, 첫 번째 터빈 입구(상태 4)의 온도는 1200 K이고, 두 번째 터빈 출구(상태 7)의 압력은 100 kPa이다. 다음 물음에 답하시오. (총 10점)



- 1) 단위 공기질량당 압축기의 소요일[kJ/kg]을 구하시오. (2점)
- 2) 첫 번째 터빈 출구(상태 5)의 온도[K]와 압력[kPa]을 구하시오. (4점)
- 3) 이 사이클에서 단위 공기질량당 발생하는 순일[kJ/kg]과 사이클 열효율을 구하시오. (4점)

제 3 문. 제습기에 대한 다음 물음에 답하시오.

(총 10점)

- 1) 이상기체로 가정한 습공기의 상대습도, 기온, 기압을 알고 있다고 가정했을 때 절대습도를 구하는 방법에 대해 수식을 유도하여 설명하시오. (단, 필요한 기호는 적절히 정의하여 사용하고, 공기와 수증기의 분자량은 각각 28.97 kg/kmol, 18.015 kg/kmol이다) (4점)
- 2) 1기압, 25 °C, 상대습도 80 %의 습공기가 제습기로 들어가서 냉각코일과 접촉한 후 수증기의 일부는 12 °C의 응축수로 배출되며 나머지 습공기는 12 °C, 상대습도 100 %의 상태가 되어 제습기를 나오게 된다. 25 °C와 12 °C에서 공기의 포화 수증기압은 각각 0.02985 bar와 0.01402 bar이다. 투입된 건공기 1 kg당 응축수로 배출되는 수분의 양[kg]을 구하시오. (단, 제습기 입구에서 출구까지 압력은 1기압(1.013 bar)으로 일정하다고 가정한다) (6점)

제 4 문. 100 kPa, 17 °C의 공기가 정상유동 압축기로 들어가서 1400 kPa로 배출된다.

압축기의 등엔트로피 효율이 0.88, 엑서지 효율( $\eta_{\psi} = \frac{|w_{rev}|}{|w_a|}$ )이 0.90이다.

여기서,  $|w_a|$ 는 실제 압축기의 입력일,  $|w_{rev}|$ 는 입구 상태와 출구 상태가 실제와 같은 가역 압축기의 입력일이다. 공기는 정압비열이 1.004 kJ/kg · K이고, 비열비가 1.4로 일정한 이상기체이며 주위의 압력과 온도는 100 kPa, 17 °C이다. 다음 물음에 답하시오. (총 15점)

- 1) 가역단열 압축기의 입력일( $|w_s|$ , kJ/kg), 실제 압축기의 입력일( $|w_a|$ , kJ/kg), 입구 상태와 출구 상태가 실제와 같은 가역 압축기의 입력일( $|w_{rev}|$ , kJ/kg)을 각각 구하시오. (3점)
- 2) 가역 압축기의 입력일 조건(엑서지 평형식)을 이용하여 출구 온도( $T_2$ )에 대한 비선형 방정식을 유도하고, 그 방정식을 만족하는 출구 온도가 600 K와 650 K 사이에 있음을 보이시오. (5점)
- 3) 위 2)번 문제의 결과를 활용하여 선형 보간법으로 압축기 출구 온도[K]를 구하시오. (3점)
- 4) 실제 압축기에서 발생하는 단위 공기질량당 열손실[kJ/kg]과 생성 엔트로피[kJ/kg · K]를 각각 구하시오. (4점)

## 인사혁신처 시험출제과장