

## 열 역 학

### 2018년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

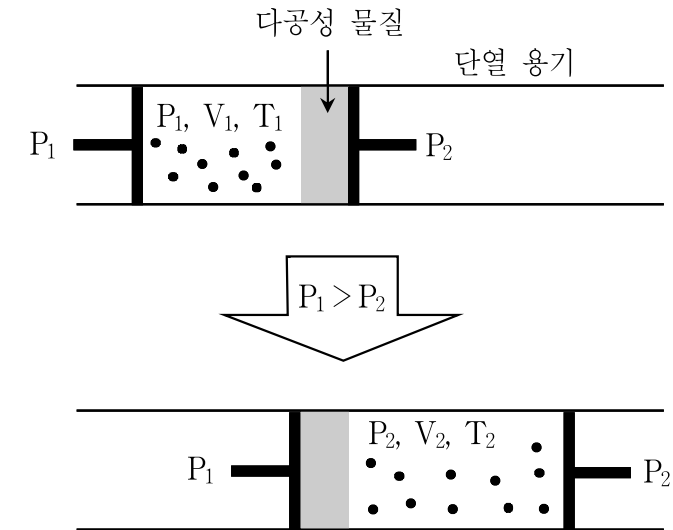
응시번호 :

성명 :

제 1 문. 단원자 이상기체 ( $\overline{C}_v = \frac{3}{2}\overline{R}$ ) 1몰로 이루어진 계가 초기 온도 25°C(주위 온도)와 초기 부피 10L 상태에서 최종 부피 8L로 단열 압축된다. 다음 물음에 답하시오. (단, 일반기체상수는  $\overline{R} = 8.314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ 이다) (총 10점)

- 1) 단열 압축이 가역적으로 일어나는 경우에 계의 최종 온도와 계의 내부에너지 변화량  $\Delta U$ 를 구하시오. (2점)
- 2) 1)의 경우에 계와 주위, 그리고 전체 엔트로피 변화량인  $\Delta S_{\text{sys}}$ ,  $\Delta S_{\text{surr}}$ ,  $\Delta S_{\text{net}}$ 를 각각 구하시오. (3점)
- 3) 단열 압축이 비가역적으로, 1MPa의 일정한 외부 압력에 의해 일어나는 경우에 계의 내부에너지 변화량  $\Delta U$ 와 최종 온도를 구하시오. (2점)
- 4) 3)의 경우에 계와 주위, 그리고 전체 엔트로피 변화량인  $\Delta S_{\text{sys}}$ ,  $\Delta S_{\text{surr}}$ ,  $\Delta S_{\text{net}}$ 를 각각 구하시오. (3점)

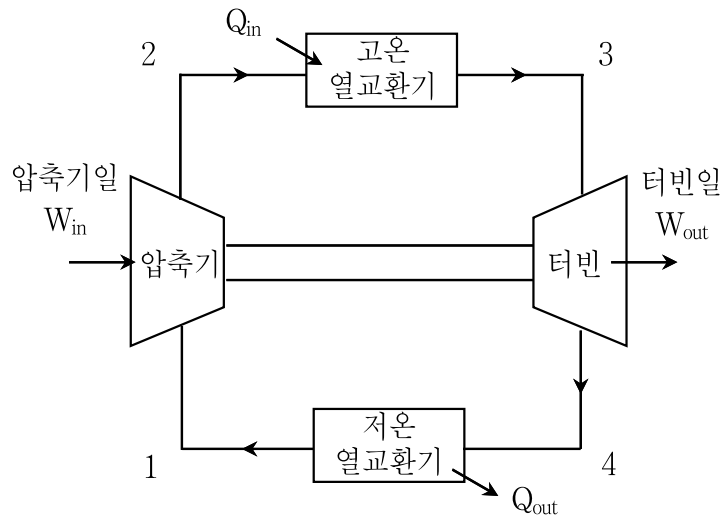
제 2 문. 다음 그림은 어느 기체의 줄-톰슨 계수( $\mu_{JT} \equiv \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_h$ )를 구하기 위한 실험의 개략도이다.



단열 용기 안에서 초기에 ( $P_1, V_1, T_1$ ) 상태의 기체가 다공성 물질을 통과하여 저압부로 나와 ( $P_2, V_2, T_2$ ) 상태로 변화한다. 물음에 답하시오. (단, 다공성 물질의 질량과 다공성 물질 내부에 존재하는 기체의 질량은 무시한다) (총 15점)

- 1) 용기 내 기체를 검사질량으로 하여 위의 상태변화가 등엔탈피 과정임을 보이시오. (3점)
- 2) 줄-톰슨 계수( $\mu_{JT}$ )를 기체의 정압비열( $C_P \equiv \left(\frac{\partial h}{\partial T}\right)_P$ ), 부피( $V$ ), 온도( $T$ )의 함수로 나타내시오. (5점)
- 3) 2)의 결과로부터 이상기체는 줄-톰슨 효과를 이용한 냉동기에 사용할 수 없음을 설명하시오. (2점)
- 4) 용기 안의 기체가 이상기체(기체상수  $R$ )이고 최종 압력이 초기 압력의  $\frac{1}{2}$ 인 경우, 이 과정에서의 엔트로피 생성량을 초기 상태 물성치( $P_1, V_1, T_1$ )를 이용하여 나타내시오. (5점)

제 3 문. 가스터빈 기관의 이상 사이클인 공기표준 Brayton 사이클을 설계한다. 사이클의 최고온도( $T_{\max}$ )는 1200 K, 최저온도( $T_{\min}$ )는 300 K이다. 설계 목표는 압력비를 조절하여 공기 단위 질량당 사이클 순일(net work)을 최대화하는 것이다. 다음 물음에 답하시오. (단, 냉공기표준(cold-air standard)을 가정하고 정압 비열( $C_p$ )은  $1.005 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ , 비열비( $k = C_p/C_v$ )는 1.4이다) (총 15점)



- 1)  $T-s$  선도에 이 사이클을 나타내고, 각 과정이 끝나는 상태점과 최고온도, 최저온도를 기입하시오. (3점)
- 2) 공기 단위 질량당 사이클 순일을 압력비, 최저온도, 사이클 최고온도의 함수로 나타내시오. (4점)
- 3) 이 순일을 최대화하기 위한 압력비를 구하시오. (4점)
- 4) 순일을 최대화하는 조건에서 사이클의 순일과 고온 열전달량의 표현식을 구하시오. 또한, 사이클의 열효율이 비열비( $k$ )에 관계없이 최고온도와 최저온도의 비율( $T_{\max}/T_{\min}$ )의 함수로 결정됨을 보이고, 열효율값을 구하시오. (4점)

제 4 문. 공기조화기 입구로 외부 공기( $32^\circ\text{C}$ ,  $101.3 \text{ kPa}$ , 상대습도 90%)가  $100 \text{ m}^3/\text{min}$ 의 유량으로 들어와 냉각 코일에 의해 냉각 제공되어  $22^\circ\text{C}$ ,  $101.3 \text{ kPa}$ , 60%의 상대습도로 나간다. 냉각에 의해 응축되는 물은 외부로 배출되며 물의 온도는 출구 공기 온도와 같은  $22^\circ\text{C}$ 라고 가정한다. 다음 물음에 답하시오. (단, 공기와 수증기는 이상기체로 가정하고, 입구와 출구에서의 운동에너지와 위치에너지는 무시한다) (총 10점)

- 1) 공기조화기에서 1시간 동안 응축되어 제거되는 수분의 양은 얼마인가? (5점)
- 2) 냉각코일에서 냉각과 제습에 필요한 열전달율은 몇 kW인가? (4점)
- 3) 표준 대기압 조건( $101.3 \text{ kPa}$ )의 습공기 선도(Psychrometric chart)에서 상대습도 40%인 선은 압력이 표준 대기압의 1.5배가 될 때 상대습도 몇 %인 선을 나타내는가? (1점)

※ 공기의 분자량:  $M_a = 28.97 \text{ kg/kmol}$   
 물의 분자량:  $M_v = 18.0 \text{ kg/kmol}$   
 일반기체상수:  $\bar{R} = 8.314 \text{ kJ/kmol} \cdot \text{K}$

온도 ( $^\circ\text{C}$ )	공기의 엔탈피 ( $\text{kJ/kg}$ )	포화 수증기압 ( $\text{kPa}$ )	포화수증기의 엔탈피 ( $\text{kJ/kg}$ )	액상 물의 엔탈피 ( $\text{kJ/kg}$ )
22	295.17	2.645	2541.7	92.33
32	305.22	4.759	2559.9	134.15

## 인사혁신처 시험출제과장