【 문제-1 】 (30점)

비열비 k=1.2, 기체상수 R=0.25 kJ/kg·K인 이상기체가 그림과 같은 사이클로 작동한다. 1-2 과정은 1/4 원호모양이고 2-3, 3-4 과정은 선형이며 4-1 과정은 $Pv=c$ (c는 상수)일 때, 다음에 답하시오.

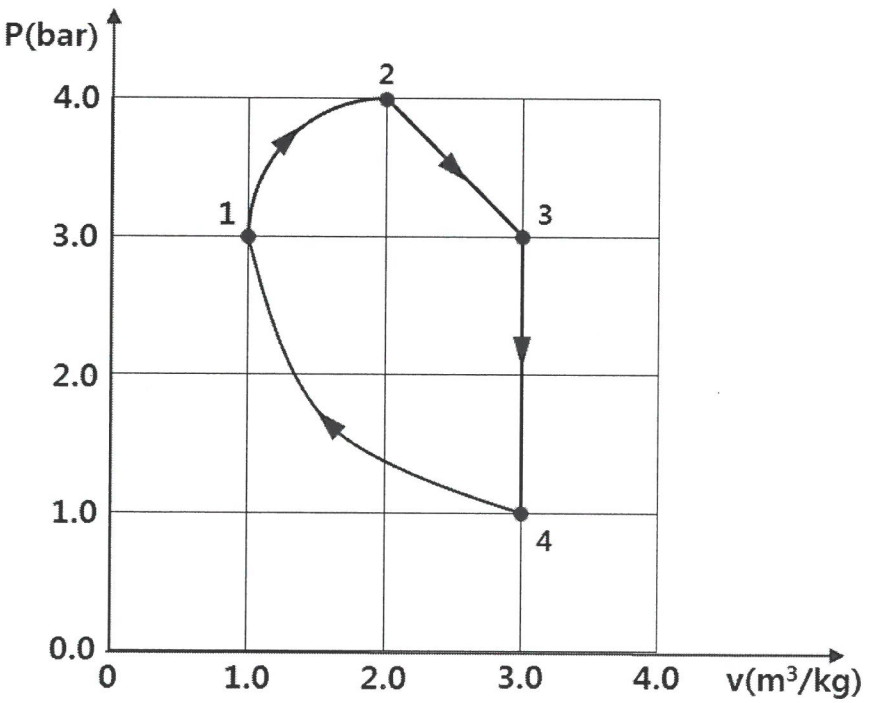
(1) 사이클 최고온도를 구하시오. (2점)

(2) 한 사이클 동안 발생한 단위질량당 순수일(net work)을 구하시오. (8점)

(3) 다음 식을 유도하시오. (8점)

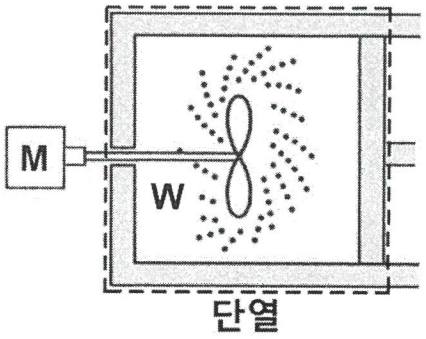
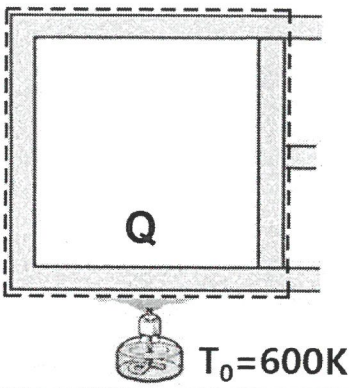
$$\delta q = \frac{1}{R}(c_p P dv + c_v v dP)$$

(4) 1-3 과정동안 공급된 열량과 사이클의 열역학적 효율을 구하시오. (12점)



【 문제-2 】 (20점)

피스톤-실린더 안에 있는 300 K, 100 kPa의 1 kg 공기가 다음 2 가지 케이스에 대하여 등압과정을 겪으면서 온도가 500 K로 상승한다. 점선으로 표시된 경계 내부를 시스템으로 간주하고 피스톤과 실린더 사이에는 마찰이 없다고 가정할 때, 다음 물음에 답하시오. (단, 공기는 이상기체이고 기체 상수는 R=0.287 kJ/kg·K, 정압비열은 절대 온도함수로 $c_p(T)=aT+1$, $a=1.6\times10^{-5}$ 이다.)

	
케이스 A : 단열상태에서 회전날개로 공기를 교반하여 등압 팽창	케이스 B : 600 K 열원에서 열전달을 받으며 등압 팽창, 단, 열전달이 일어나는 경계온도는 600K

(1) 케이스 A와 케이스 B에 대하여 생성 엔트로피를 구하시오. (8점)

(2) 각 케이스의 생성 엔트로피 발생 원인에 대하여 설명하시오. (4점)

(3) 각 케이스에 대하여 P-v 선도와 T-s 선도에 과정을 표시하고 과정 아래의 영역과 일, 열 사이의 관계에 대하여 설명하시오. (8점)

【 문제-3 】 (30점)

순수물질의 단순 압축성 시스템에서 상태량 P, v, T, s 사이의 편도함수들의 관계를 나타내는 식으로 Maxwell 관계식이 존재한다. 다음 물음에 답하시오.

(1) 단위질량당 내부에너지, 엔탈피, Helmholtz 함수(Helmholtz 자유에너지), Gibbs 함수(Gibbs 자유 에너지)를 각각 u, h, a, g 라 할 때 du, dh, da, dg를 각각 P, v, T, s의 함수로 표시하면 아래와 같다. 여기서 $h=u+Pv$, $a=u-Ts$, $g=h-Ts$ 로 정의한다. 아래 식들을 이용하여 Maxwell 관계식을 유도하시오. (4점)

$$du = Tds - Pdv$$
$$dh = Tds + vdP$$
$$da = -sdT - Pdv$$
$$dg = -sdT + vdP$$

(2) Maxwell 관계식을 이용하여 다음 식을 유도하시오. (10점)

$$dh = c_p dT + \left[v - T\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P \right] dP$$

(3) T-P 선도 상에 임의의 등엔탈피 선을 그리고 Joule-Thomson 계수의 변화에 대하여 설명하시오. (6점)

(4) 상태방정식이 아래와 같이 주어진 경우, 이 기체에 대한 역전온도(inversion temperature)를 P에 대한 함수로 구하시오. (10점)

상태방정식; $v = \frac{RT}{P} + b - \left(\frac{cP}{RT}\right)$, 여기서 b, c는 상수이다.

【 문제-4 】 (20점)

공기 중 수증기의 양은 절대습도(비습도, 습도비) ω와 상대습도 ϕ로 표현할 수 있다. 또한 공기의 압력은 건공기의 압력과 수증기의 압력의 합으로 나타낼 수 있다. 즉, $P = P_a + P_v$ 이다. 다음 물음에 답하시오. (단, 건공기와 수증기의 기체상수는 각각 $R_a = 0.2870$ kJ/kg·K, $R_v = 0.4615$ kJ/kg·K이다.)

(1) 건공기와 수증기 각각을 이상기체로 가정하여 절대습도 ω를 P 와 P_v 의 함수로 유도하시오. (4점)

(2) 상대습도 ϕ를 ω와 P, P_{sat}의 함수로 유도하시오. (P_{sat}는 주어진 온도에서 포화상태인 수증기의 압력을 의미한다.) (4점)

(3) 가로, 세로, 높이가 각각 4 m, 5 m, 3 m 인 방에 25 ℃, 100 kPa, P_{sat}=3.1698 kPa, 상대습도 50 % 인 공기가 있다. 실내의 절대습도, 건공기의 질량과 수분의 질량을 각각 구하시오. (12점)