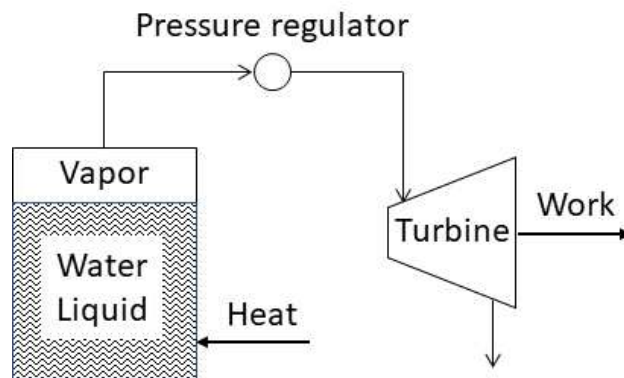


【 문제-1 】 (30점)

아래 그림과 같이 체적 1 m^3 용기에 체적비율로 액체 95%, 증기 5%, 압력 200 kPa 인 물이 들어 있다. 용기에 열이 가해지면서 내부 압력이 800 kPa 에 도달하면 그동안 잠겨 있던 압력조절기(pressure regulator)가 열리면서 800 kPa 포화증기 (건도 = 1)가 터빈에 공급된다. 터빈의 단열효율은 60% , 출구 압력은 100 kPa 이라고 가정한다. 용기 내의 포화액체가 전부 기화되어 포화증기만 남게 되면 과정은 정지된다. 다음 물음에 답하시오. (단, 수증기 포화상태량표에서 P = 압력, t = 온도, v = 비체적, u = 내부에너지, h = 엔탈피, s = 엔트로피, f = 포화액체, g = 포화증기이다.)



[표] 수증기 포화상태량표

P [kPa]	100	200	800
t [°C]	99.63	120.24	170.44
v_f [m ³ /kg]	0.001043	0.001060	0.001115
v_g [m ³ /kg]	1.694318	0.885855	0.240370
u_f [kJ/kg]	417.41	504.59	720.33
u_g [kJ/kg]	2505.71	2529.37	2576.60
h_f [kJ/kg]	417.51	504.80	721.23
h_g [kJ/kg]	2675.14	2706.54	2768.89
s_f [kJ/(kg·K)]	1.3027	1.5304	2.0464
s_g [kJ/(kg·K)]	7.3589	7.1272	6.6625

- (1) 전체 과정 동안 생산된 터빈의 일(work, kJ)을 구하시오. (15점)
- (2) 전체 과정 동안 가해진 열(heat, kJ)을 구하시오. (10점)
- (3) 이 시스템의 열효율(%)을 구하시오. (5점)

【 문제-2 】 (20점)

온도 $t_1 = 30^\circ\text{C}$, 절대습도 $w_1 = 0.001 \text{ kg/kg}_{\text{DA}}$, 건조공기 질량유량 $\dot{m}_a = 1 \text{ kg}_{\text{DA}}/\text{s}$ 으로 흐르는 습공기에 온도 $t_w = 20^\circ\text{C}$ 인 물(액체 상태)이 질량유량 $\dot{m}_w = 0.006 \text{ kg/s}$ 로 분사된다. 물은 완전히 기화되고 열손실은 없다고 가정할 때, 다음 물음에 답하시오. (단, 공기 정압비열 $c_{pa} = 1.004 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$, 공기 기체상수 $R_a = 0.287 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 수증기 정압비열 $c_{pv} = 1.863 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$, 수증기 기체상수 $R_v = 0.4615 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 물(액체) 정압비열 $c_w = 4.18 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$, 0°C 물 잠열 $\lambda = 2501 \text{ kJ/kg}$, 대기압 $P_{atm} = 101.325 \text{ kPa}$, DA는 건조공기(dry air)를 의미하고, 수증기 포화상태량표에서 $t =$ 온도, $P =$ 압력이다.)

[표] 수증기 포화상태량표

$t [^\circ\text{C}]$	0	5	10	15	20	25	30	35	40
$P [\text{kPa}]$	0.6113	0.8726	1.228	1.706	2.339	3.169	4.246	5.627	7.381

- (1) 출구 온도($^\circ\text{C}$)를 구하시오. (10점)
- (2) 출구 상대습도(%)를 구하시오. (10점)

【 문제-3 】 (30점)

음속(speed of sound, v_s)이 아래 식과 같을 때, 다음 물음에 답하시오.

$v_s^2 = \frac{V_m}{M\kappa_s}$ (단, κ_s 는 단열 압축계수($\kappa_s = -\frac{1}{V}(\frac{\partial V}{\partial p})_s$), V_m 은 몰부피, M 은 분자량, V 는 부피, p 는 압력, s 는 엔트로피이다.)

(1) $v_s^2 = \frac{V_m C_p}{M\kappa_T C_v}$ 임을 증명하시오. (단, κ_T 는 등온 압축계수, C_v 는 정적비열, 그리고 C_p 는 정압비열이다.) (15점)

(2) 이상기체라 가정할 때, 등온 압축계수에 관한 식을 구하시오. (5점)

(3) 이상기체의 분자량이 0.029 kg/mol이다. 298.15K, 1.0 atm에서의 음속을 구하시오. (단, $C_v = 5R/2$, $R = 8.314 \text{ J/(K}\cdot\text{mol)}$ 이다.) (10점)

【 문제-4 】 (20점)

3.8 mol의 이상기체를 포함하는 어떤 샘플의 정압비열은 $C_{p,m} = 17.5 \text{ J/(K}\cdot\text{mol)}$ 이고, 초기압력과 온도가 각각 173 kPa와 329K이다. 이 과정이 가역 단열 팽창으로 253K까지 진행될 때, 다음 물음에 답하시오. (단, $1 \text{ Pa} = 1 \text{ kg/(m}\cdot\text{s}^2)$, $1 \text{ J} = 1 \text{ kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^2$, $R = 8.314 \text{ J/(K}\cdot\text{mol)}$ 이다.)

(1) 최종 부피(m^3)를 구하시오. (10점)

(2) 비열비를 이용하여 최종 압력(Pa)을 구하시오. (6점)

(3) 이 과정에서의 일(J)을 구하시오. (4점)