

모든 문제의 계산과정을 답안지에 자세히 명시할 것!!!

1. 다음에 답하십시오. (30).

- 1) closed system, open system, adiabatic system and isolated system 이 무엇인지 자세히 설명하십시오.
- 2) 열역학에서 경로성질과 상태성질이란 무엇이며, 이에 속하는 열역학적 변수들은 무엇인가?
- 3) 가역과정과 비가역과정에 대하여 설명하십시오. 필요하다면 예를 들어 설명하세요.
- 4) 어떤 닫힌계에서 isotherm, isobaric, isometric and adiabatic 변화란 무엇인지 그림으로 표현하여 설명하십시오.
- 5) 열역학 제1법칙에 있어서 정상상태와 비정상상태란 무엇인지 설명하십시오.
- 6) 화학공학연구정보센터 (<http://www.theric.org/>) 에서 순수물질의 물성치를 검색할 때 나오는 다음 용어에 대하여 간단하게 번역하십시오. heat capacity of liquid, critical temperature, boiling point, molecular weight, vapor pressure.

2. 피스톤/실린더내의 이상기체 1몰이 다음과 같은 PVT 선도에 따라 5과정을 통하여 원래상태로 돌아온다 (50).

이 이상기체의 정압열용량 $C_p=30 \text{ kJ/kmol/K}$, 정적열용량 $C_v=20 \text{ kJ/kmol/K}$ 이고, 기체상수는 $R=8.314 \text{ kJ/kmol/K}$ 이다.

- 1) 이 계는 닫힌계인가? 아니면 열린계인가(5)?
- 2) 등온과정 a 에 대하여 에너지수지식을 세우시오.
 단, 내부에너지는 $dU=C_v dT$, 팽창수축일은

$$dW_{EC}=PdV=-nRT \ln \frac{P_2}{P_1}, \text{ 그리고}$$

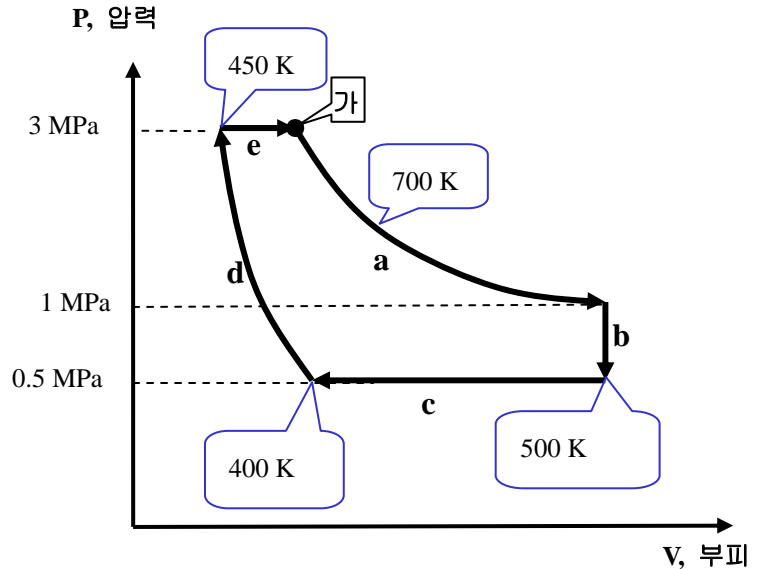
이상기체상태방정식은 $PV=nRT$ 이다 (5).

- 3) 등온과정 a 에서 열의 변화량은 얼마이고, 이 열은 이 공정이 받은 것인지 아니면, 잃은 것인지 밝히시오 (5).

- 4) 엔트로피는 공정이 받거나, 잃은 열량을 온도로 나누어서 계산한다. 즉, $\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$ 이다. 등온과정 a

에서 엔트로피 변화량은 얼마인가 (5)? 단위도 밝히시오.

- 5) 등부피과정 b 와 등압과정 c 에서 열 변화량은 얼마인가 (10)?
- 6) 단열과정 d 와 등압과정 e 의 열 변화량은 얼마인가 (10)?
- 7) 이 계가 점 가에서 시작하여 원상태로 되돌아 왔을때, 총 열변화량은 얼마인가 (5)?
- 8) 이 공정에서, 열은 상태성질인지 경로성질인지 밝히시오(5).



3. 다음 열린계에 대하여 답하십시오 (20).

2 kg/s 의 과열수증기가 3.5MPa, 500°C, 으로 터빈으로 유입되어, 0.5 MPa, 200°C 로 유출된다. 유입수증기의 엔탈피는 3500kJ/kg 이고, 유출수증기의 엔탈피는 3000kJ/kg 이라고 한다. 이 정상상태 터빈공정에서 열손실은 100kJ/s 라고 한다.

- 1) 주어진 열린계에 대하여 그림으로 그리고, 주어진 모든 값을 이 그림에 포함시키세요(5).
- 2) 유출되는 수증기의 질량유속은 얼마인가(5)?
- 3) 이 공정으로부터 얻은 일은 얼마인가(5)?
- 4) 이 공정을 열역학 제 1법칙에 근거하여 물리적 현상을 설명하십시오 (5).

4. 본 과목에 있어서 수업내용, 수업방법, 수업태도 등에 보완할 점이 있다면 무엇입니까 (5)?

모든 문제의 계산과정을 답안지에 자세히 명시할 것!!!

1. 다음에 답하십시오. (30).

1) closed system, open system, adiabatic system and isolated system 이 무엇인지 자세히 설명하십시오.

닫힌계, 열린계, 단열계, 고립계

2) 열역학에서 경로성질과 상태성질이란 무엇이며, 이에 속하는 열역학적 변수들은 무엇인가?

경로성질의 열역학 변수로는 열 (Q) 과 일 (W) 가 있다.

3) 가역과정과 비가역과정에 대하여 설명하십시오. 필요하다면 예를 들어 설명하세요.

4) 어떤 닫힌계에서 isotherm, isobaric, isometric and adiabatic 변화란 무엇인지 그림으로 표현하여 설명하십시오.

등온, 등압, 등적, 단열 변화

5) 열역학 제1법칙에 있어서 정상상태와 비정상상태란 무엇인지 설명하십시오.

6) 화학공학연구정보센터 (<http://www.theric.org/>) 에서 순수물질의 물성치를 검색할 때 나오는 다음 용어에 대하여 간단하게 번역하십시오. heat capacity of liquid, critical temperature, boiling point, molecular weight, vapor pressure.

액상의 열용량, 임계온도, 끓는점 혹은 끓는 온도, 분자량, 증기압

2. 피스톤/실린더내의 이상기체 1몰이 다음과 같은 PVT 선도에 따라 5과정을 통하여 원래상태로 돌아온다 (50).

이 이상기체의 정압열용량 $C_p=30 \text{ kJ/kmol/K}$, 정적열용량

$C_v=20 \text{ kJ/kmol/K}$ 이고, 기체상수는 $R=8.314 \text{ kJ/kmol/K}$

이다.

1) 이 계는 닫힌계인가? 아니면 열린계인가(5)?

닫힌계

등온과정 a 에 대하여 에너지수지식을 세우시오. 단,

내부에너지는 $dU=C_v dT$, 팽창수축일은

$dW_{EC}=PdV = -nRT \ln \frac{P_2}{P_1}$, 그리고 이상기체상태방정식은

$PV=nRT$ 이다 (5).

$dU=dQ-dW$, 여기에서 등온과정이므로 $dU=0$.

$dQ=dW_{EC}=PdV$

$$\Delta Q = \int_{V_1}^{V_2} PdV = -\int_{P_1}^{P_2} VdP = -nRT \ln \frac{P_2}{P_1}$$

3) 등온과정 a 에서 열의 변화량은 얼마이고, 이 열은 이 공정이 받은 것인지 아니면, 잃은 것인지 밝히시오 (5).

$\Delta Q_a = +6.39 \text{ kJ}$ 이고, 외부로부터 열은 받은 것임.

4) 엔트로피는 공정이 받거나, 잃은 열량을 온도로 나누어서 계산한다. 즉, $\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$ 이다. 등온과정 a 에서 엔트로피 변화량은

얼마인가 (5)? 단위도 밝히시오.

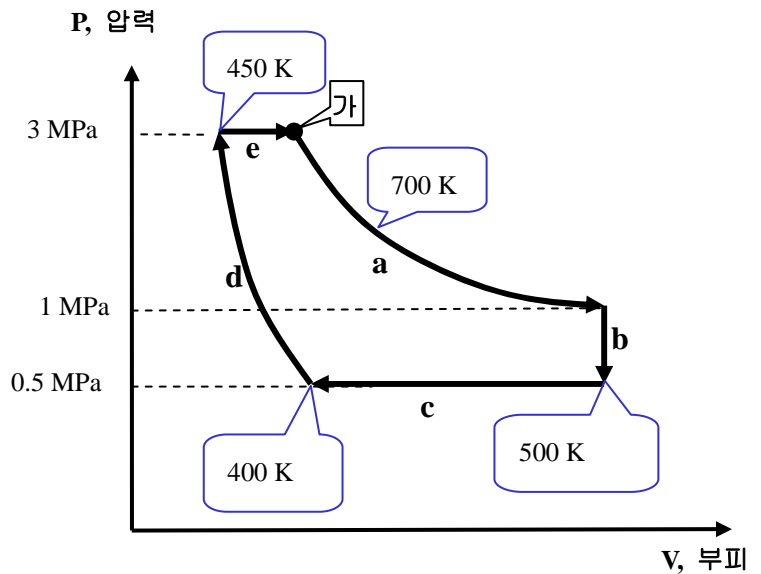
$$\Delta S = +9.134 \text{ J / K}$$

5) 등부피과정 b 와 등압과정 c 에서 열 변화량은 얼마인가 (10)?

5-1) $dU=dQ-dW$, 여기에서 b 는 등적과정이므로, $dU=dQ=C_v dT$ 이다.

$$\Delta Q_b = \int_{T_1}^{T_2} C_v dT = nC_v(500 - 700) = -4 \text{ kJ}$$

5-2) $dU=dQ-dW$, 여기에서 c 는 등압과정이므로, $dH=dQ$.



$$\Delta Q_c = \int_{T_1}^{T_2} C_p dT = nC_p(400 - 500) = -3kJ$$

6) 단열과정 d 와 등압과정 e 의 열 변화량은 얼마인가 (10) ?

6-1) 단열이므로, $dQ_d = 0$

6-2) 정압과정이므로, $\Delta Q_e = \int_{T_1}^{T_2} C_p dT = nC_p(700 - 450) = +7.5kJ$

7) 이 계가 점 가에서 시작하여 원상태로 되돌아 왔을때, 총 열변화량은 얼마인가 (5)?

$$\Delta Q_{total} = \Delta Q_a + \Delta Q_b + \Delta Q_c + \Delta Q_d + \Delta Q_e = +6.894kJ$$

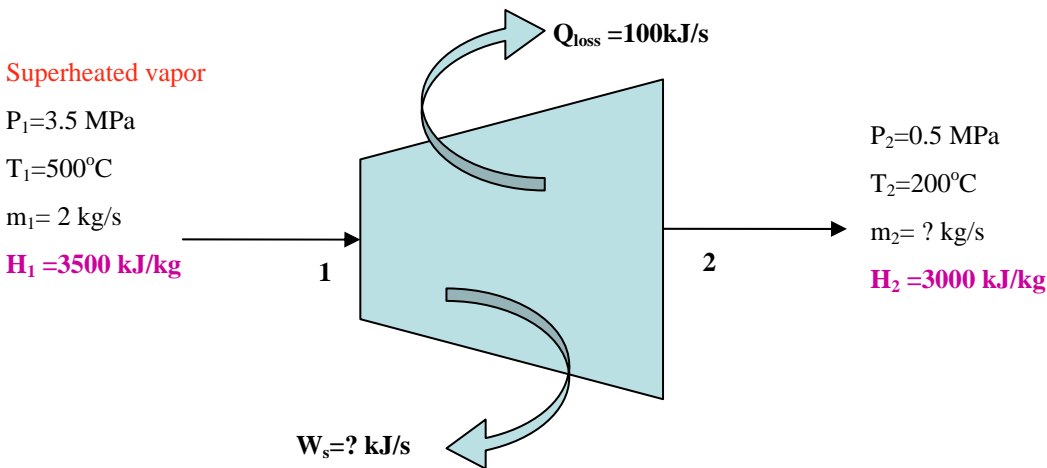
8) 이 공정에서, 열은 상태성질인지 경로성질인지 밝히시오(5).

열은 경로에 의존하는 경로성질을 갖는다.

3. 다음 열린계에 대하여 답하십시오 (20).

2 kg/s 의 과열수증기가 3.5MPa, 500°C, 으로 터빈으로 유입되어, 0.5 MPa, 200 °C 로 유출된다. 유입수증기의 엔탈피는 3500kJ/kg 이고, 유출수증기의 엔탈피는 3000kJ/kg 이라고 한다. 이 정상상태 터빈공정에서 열손실은 100kJ/s 라고 한다.

1) 주어진 열린계에 대하여 그림으로 그리고, 주어진 모든 값을 이 그림에 포함시키세요(5).



2) 유출되는 수증기의 질량유속은 얼마인가(5)?

정상상태이므로, $m_2 = 2 \text{ kg/s}$

3) 이 공정으로부터 얻은 일은 얼마인가(5)?

에너지 보존에 의하여 $\Delta H = \Delta Q - \Delta W$ 이고, 따라서 $\Delta W = \Delta Q - \Delta H$ 이다.

$$\text{여기에서 } \Delta Q = -100kJ/s, \Delta H = m(H_2 - H_1) = \frac{2kg}{s} \cdot (3000 - 3500) \frac{kJ}{kg} = -1000kJ/s$$

$$\text{따라서, } \Delta W = -100 + 1000 = +900kJ/s$$

4) 이 공정을 열역학 제 1법칙에 근거하여 물리적 현상을 설명하십시오 (5).

4. 본 과목에 있어서 수업내용, 수업방법, 수업태도 등에 보완할 점이 있다면 무엇입니까 (5) ?