

2009년도 제46회 변리사 제2차 시험 문제지

시험과목	열역학
------	-----

수험번호		성명	
------	--	----	--

【 A-1 】 (30점)

- (1) 등온과정에서 Helmholtz 에너지(A)와 Gibbs 에너지(G)의 변화량은 각각 무엇을 의미하는지 수식을 이용하여 설명하시오. (14점)
- (2) 또한, 엔트로피 증가의 원리를 이용하여 온도와 체적이 일정한 시스템에서 항상 $dA < 0$ 임을 증명하시오. (16점)

【 A-2 】 (20점)

동절기에 쾌적한 실내환경을 조성하기 위해 강의실(10 m x 10 m x 3 m)의 온도를 10 °C에서 20 °C로 올리려고 한다. 강의실의 온도를 올리기 위해 필요한 에너지는 보일러실에서 Propane gas (C_3H_8)를 연소시켜 공급한다. 이때, 보일러의 열효율은 95%이며, 이상적인 연소 과정에 필요한 공기량보다 100% 추가로 건공기(100% 과잉 공기)를 공급한다. Propane gas와 건공기는 1기압 25 °C에서 공급되며, 배기가스 역시 1기압 25 °C에서 배출된다. 이때, 건공기의 정적비열은 0.7 kJ/kg·K, 건공기의 밀도는 1.2 kg/m³, 물의 25 °C에서 포화증기압은 3.170 kPa, 1기압은 100 kPa이라고 가정한다. 주어진 표를 참고하여 다음 질문에 답하시오.

- (1) 강의실의 온도를 올리는데 필요한 열량을 계산하시오. (6점)
- (2) 100% 추가 건공기를 사용한 Propane gas의 연소 반응식을 기술하시오. (7점)
(단, 건공기 중 산소와 질소의 몰 비는 1:3.76 이다.)
- (3) 강의실의 온도를 올리는데 필요한 Propane gas의 질량은 몇 g인가? (7점)

(문제 A-2 표) 1기압, 25 °C에서 형성엔탈피, 형성 Gibbs에너지, 형성엔트로피

물질	화학식	형성엔탈피 (kJ/kmol)	형성 Gibbs 에너지 (kJ/kmol)	형성엔트로피 (kJ/kmol K)
Carbon	C(s)	0	0	5.74
Hydrogen	H ₂ (g)	0	0	130.68
Nitrogen	N ₂ (g)	0	0	191.61
Oxygen	O ₂ (g)	0	0	205.04
Carbon dioxide	CO ₂ (g)	-393,520	-394,360	213.80
Water vapor	H ₂ O(g)	-241,820	-228,590	188.83
Water	H ₂ O(l)	-285,830	-237,180	69.92
Propane	C ₃ H ₈ (g)	-103,850	-23,490	269.91
Oxygen	O(g)	249,190	231,770	161.06
Hydrogen	H(g)	218,000	203,290	114.72
Nitrogen	N(g)	472,650	455,510	153.30

【 B-1 】 (30점)

어떤 물질 X의 $P-T$ 선도(아래그림 참조)에서 승화선과 기화선의 관계식이 다음과 같다.

$$\ln P = 4.66 - 6/T \quad (\text{승화선})$$

$$\ln P = 4.65 - 4/T \quad (\text{기화선})$$

위 식에서 압력의 단위는 kPa이며 온도는 켈빈(K)이다.

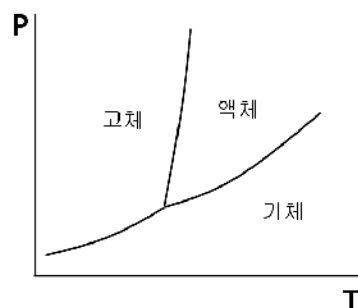
(1) X의 삼중점 온도를 구하시오. (5점)

(2) Maxwell 관계식 $\left(\frac{\partial s}{\partial v}\right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_v$ 를 이용하여 Clausius-Clapeyron 식을 유도하시오. (5점)

(3) X의 승화열과 기화열을 기체상수 R 로 구하시오. (10점)

(단, 기체는 이상기체로 취급하며, 기체의 체적은 액체나 고체의 체적보다 매우 크다고 가정한다.)

(4) X의 삼중점에서의 용해열을 구하고, 그 근거를 제시하시오. (10점)



【 B-2 】 (20점)

A 지역에 수소단지를 조성할 예정이다. 수소는 인접한 B 발전소의 잉여전력과 풍력발전단지를 조성하여 생성되는 전력을 이용하여 생산하고자 한다. 이를 위하여 수소단지에 30 rpm으로 회전하는 로터(회전날개)직경이 60 m인 풍력터빈 1기를 시범적으로 설치하고자 한다. A지역의 정상상태로 부는 바람의 풍속은 30 km/h 이고, 터빈의 효율은 35%, 그리고 생산된 전력은 60원/kWh로 사용자에게 공급된다고 가정할 때, 다음 질문에 답하시오. (공기의 밀도 $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$)

- (1) 풍력터빈에 의해 발생한 동력(kW)을 계산하시오. **(8점)**
- (2) 매년 풍력터빈에 의하여 생산된 전력(kWh/year)과 얻을 수 있는 수입(원/year)을 각각 계산하시오. **(6점)**
- (3) 이와 같은 풍력발전시스템을 통하여 국가경제 및 환경적으로 얻을 수 있는 다양한 이점에 대하여 간략히 서술하시오. **(6점)**