

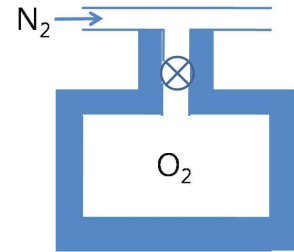
2010년도 제47회 변리사 제2차시험 문제지

시험과목	열역학
------	-----

수험번호		성명	
------	--	----	--

【 A-1 】 (30점)

아래 그림과 같이 견고한 압력용기에 2 kg 산소가 5 bar, 25 °C의 상태로 들어 있다. 이 압력용기에 연결된 관을 통하여 50 bar, 115 °C의 질소 가스가 8 kg이 유입되어 완전 혼합되었다. (단, 전 과정은 단열과정이며, 질소와 산소는 비열이 일정한 이상기체로 가정한다. 질소의 정압비열 $C_p(N_2) = 1.042 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$, 정적비열 $C_v(N_2) = 0.745 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ 이며, 산소의 정압비열 $C_p(O_2) = 0.922 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$, 정적비열 $C_v(O_2) = 0.662 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$, 1 bar = 100 kPa 이다.)



- (1) 혼합된 가스의 온도를 구하시오. (10점)
- (2) 혼합 후 각 기체의 분압을 구하시오. (10점)
- (3) 혼합과정의 엔트로피 생성량과 엑서지 손실을 구하시오. (단, 주변온도는 25 °C로 가정한다.) (10점)

【 A-2 】 (20점)

수소연료전지에서 수소 1 kmol을 반응시킬 때 아래 표를 참조하여 다음 질문에 답하시오. (단, 연료전지는 가역적으로 반응하며 운동에너지 및 위치에너지의 변화는 무시한다. 또한, 작동압력은 0.1 MPa, 작동온도는 25 °C로 일정하며, H₂O는 액체로 배출된다고 가정한다.)

물질	형성엔탈피 (kJ/kmol)	형성 Gibbs 에너지 (kJ/kmol)	형성엔트로피 (kJ/kmol · K)
O ₂ (g)	0	0	205.04
H ₂ (g)	0	0	130.68
H ₂ O (g)	-241,820	-228,590	188.83
H ₂ O (l)	-285,830	-237,180	69.92

- (1) 수소연료전지의 ‘양극에서 일어나는 반응식’, ‘음극에서 일어나는 반응식’, ‘전체 전지의 화학반응식’을 각각 나타내시오. (6점)
- (2) 수소연료전지로부터 얻을 수 있는 최대일을 구하시오. (5점)
- (3) 연료전지의 효율은 ‘수소를 연소하여 얻을 수 있는 발열량’에 대한 ‘연료전지가 발생하는 일’의 비율로 정의할 수 있다. 수소연료전지의 효율을 구하시오. (5점)
- (4) 환경 및 경제적 측면에서 수소연료전지발전 시스템을 통하여 얻을 수 있는 다양한 이점에 대하여 간단히 서술하시오. (4점)

【 B-1 】 (30점)

온도와 압력이 각각 T_1 과 P_1 인 이상기체가 체적이 일정한 용기 안에 채워져 있다. 어느 순간 출구가 열리면서 이상기체가 외부로 유출되기 시작하여 압력이 P_2 인 상태까지 계속되었다. 용기는 잘 단열되어 있으며, 기체의 비열은 일정하고, 출구의 단면에서는 균일한 유동이 이루어진다. 기체가 유출되는 동안 운동에너지와 위치에너지의 변화는 무시할 수 있을 때 아래 물음에 답하시오. (편의상 기호를 통일하기 위하여 시간은 t , 질량은 m , 체적은 V , 특정기체상수는 R , 비열비는 k , 단위질량당 내부에너지는 u , 단위질량당 엔탈피는 h , 정적비열은 C_v , 정압비열은 C_p 로 표기하기로 한다. 또한 제어체적(control volume)과 출구는 각각 하첨자 CV 및 e로 나타낸다.)

- (1) 문제를 해석하는데 필요한 비정상상태 제어체적(또는 개방계)에서의 질량보존법칙 및 열역학 제1법칙을 시간에 대한 변화율 형태(수식)로 나타내시오. (10점)
- (2) (1)의 결과를 온도(T), 압력(P)을 변수로 하는 하나의 미분방정식으로 정리하시오. (10점)
- (3) (2)의 결과를 이용하여 최초상태에 대한 최종상태 질량비(m_2/m_1)를 압력비(P_2/P_1)의 함수로 표현하시오. (10점)

【 B-2 】 (20점)

랭킨사이클(Rankine cycle)의 이론열효율에 영향을 미치는 인자는 다양하다. 재생 랭킨사이클(regenerative Rankine cycle)은 대표적인 랭킨사이클 이론열효율 향상방법 중 하나로서, 터빈 내 증기 일부를 추출하여 보일러 급수(feedwater)의 가열에 사용한다. 아래의 물음에 답하시오.

- (1) 최고온도가 일정한 조건 하에서 보일러 압력이 랭킨사이클의 이론열효율에 미치는 영향과 문제점을 설명하시오. (5점)
- (2) 응축기 압력이 랭킨사이클의 이론열효율에 미치는 영향과 문제점을 설명하시오. (5점)
- (3) 일반 랭킨사이클의 경우, 급수는 보일러에서 고온의 연소가스로 가열되어 과열증기로 변화한다. 그러나, 재생 랭킨사이클에서는 급수가열원으로 고온의 연소가스 대신 터빈에서 추출된 증기를 사용한다. 그 이유를 열역학적 관점에서 설명하시오. (5점)
- (4) 급수가열기에는 개방형 및 밀폐형이 있다. 각각의 특징을 비교하여 설명하시오. (5점)