

2008년도 제45회 변리사 제2차시험 문제지

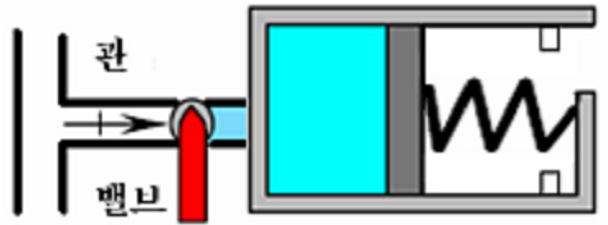
과 목	열역학	수험번호		성 명	
-----	-----	------	--	-----	--

【 A-1 】 (30점)

아래 그림과 같이 마찰 없는 피스톤-실린더에 스프링 상수가 100 kN/m 인 선형 스프링(피스톤 내 압력이 체적의 선형함수가 되도록 하는 스프링)이 설치되어 있다. 피스톤 단면적은 0.1 m^2 이고, 실린더의 초기 체적은 0.02 m^3 이며, 200 kPa , 283 K 의 공기가 들어있다. 실린더에는 멈추개(stopper)가 설치되어 있어서 공기의 체적이 0.05 m^3 에 도달할 경우 피스톤이 멈추게 되어있다. 또한 피스톤-실린더는 일정상태 400 kPa , 323 K 의 공기가 흐르는 관에 밸브를 통해 연결되어 있으며 초기에는 밸브가 잠겨있다. 밸브를 열어서 실린더 압력이 400 kPa 이 될 때까지 공기를 유입하며, 이때 실린더 내부 온도는 353 K 이다. 밸브를 닫으면 과정이 끝난다. 공기는 기체상수 $R = 0.287 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$, 비열비 $k = 1.4$ 를 갖는 완전기체(일정한 비열을 갖는 이상기체)로 가정하고, 과정 중 주위 온도는 283 K 로 일정하다고 가정한다. 또한 운동에너지와 위치(potential)에너지 변화는 무시할 수 있다고 가정하고 다음에 답하시오.

- (1) 최종 상태에서 피스톤은 멈추개에 닿아 있는가? 반드시 계산 결과로 설명하시오. (10점)
- (2) 실린더 내부를 검사체적으로 하고 이 과정 동안의 열전달량(kJ)을 구하시오. (10점)

- (3) 위의 과정에서의 엔트로피 생성량 $S_{1-2, \text{gen}}$ 에 대한 식을 유도하고 그 값(kJ/K)을 구하시오. (10점)



【 A-2 】 (20점)

복합발전(combined-cycle power generation)은 열-일 변환의 효율을 높이기 위하여 2개 이상의 열기관 사이클을 조합하여 시스템을 구성한 것이다. 대용량에서 보편적으로 사용되는 형태는 가스터빈(Brayton cycle)-증기터빈(Rankine cycle) 조합으로서, 수도권 신도시에 위치한 복합발전소들이 그 대표적인 예이다. 이에 관한 아래 물음에 답하시오.

- (1) 실제 복합발전소의 가스터빈 사이클-증기터빈 사이클 각각 구성요소의 역할과 작동유체의 상태변화에 관하여 설명하시오. (10점)

- (2) 가스터빈 사이클과 증기터빈 사이클의 열효율을 각각 η_G 및 η_S 라 할 때 복합발전 최대 열효율 η_{CC} 는

$$(1 - \eta_{CC}) = (1 - \eta_G)(1 - \eta_S)$$

임을 보이시오. (10점)

【 B-1 】 (30점)

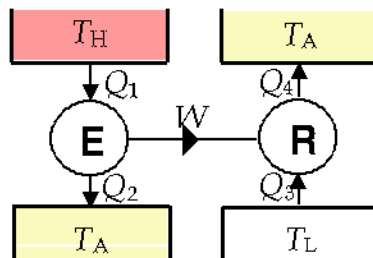
흡수식 냉동기(absorption refrigerator)는 열구동 냉동기로서 상당히 복잡한 시스템이지만, 간편한 해석을 위해 그림과 같이 가역열기관(E)-가역냉동기(R) 조합으로 이상화될 수 있다. 열기관(E)은 고온의 열원(T_H)으로부터 열(Q_1)을 받아 일부는 일(W)로 변환하고 나머지 열(Q_2)은 대기(T_A)로 버린다. 냉동기(R)는 열기관에 발생한 일(W)을 이용하여 대기(T_A)로 열(Q_4)을 이동시킴으로써 냉각효과(Q_3)를 얻는다. 흡수식 냉동기의 열역학적 특성 및 해석과 관련하여 아래 물음에 답하시오.

(1) 증기압축식 냉동기(vapor compression refrigerator)와 비교하여 흡수식 냉동기의 특징을 서술하고, 주요 구성요소 및 기능을 설명하시오. (15점)

(2) (1)에서 제시된 각 구성요소를 출입하는 열과 일을 설명하시오. (5점)

(3) 위에서 설명한 이상적인 흡수식 냉동기의 성능계수(COP)는 다음과 같이 열저장조(heat reservoir) 온도만의 항으로 표현됨을 보이시오. (10점)

$$\text{COP} = \frac{T_L(T_H - T_A)}{T_H(T_A - T_L)}$$



【 B-2 】 (20점)

일반적으로는 에너지는 "효과를 유발할 수 있는 능력"이라고 정의되고 있고, "시스템 내에 저장되거나 한 시스템 내에서 다른 시스템으로 전달될 수 있다"는 사실은 이미 널리 알려져 있는 사항이다. 그리고 이 에너지가 시스템에 저장되고 전달 될 때, 거시적으로는 비열이라는 개념으로 단순화하여 설명하곤 한다. 그러나 보다 정확히 이해하고자 할 경우에는 분자입장에서 바라본 미시적 에너지 저장 형태에 대하여 고찰할 필요가 있다. 다음의 질문에 답하여라.

- (1) 미시적 관점에서 아르곤(Ar)과 같은 단원자 분자로 구성된 시스템에 저장되는 에너지 형태를 설명하시오. (9점)
- (2) (1)에 제시된 에너지 형태 이외에 물(H₂O)과 같은 다원자 분자 시스템에 저장되는 에너지 형태를 설명하시오. (6점)
- (3) (1), (2)와 관련하여 마이크로웨이브 오븐(전자레인지)의 가열 원리를 간략히 설명하시오. (5점)