

## 2014년도 제51회 변리사 제2차 국가자격시험 문제지

교시	시험과목	시험시간	수험번호	성명
2교시	열역학	120분		

### 【 문제-1 】 (30점)

정상 상태 과정으로 운전되고 있는 공기 압축기로 100 kPa, 주위 온도 280 K 상태의 공기가 들어가서 600 kPa, 400 K 상태로 나온다. 공기의 질량 유량은 0.02 kg/s이다. 다음 물음에 답하시오. (단, 공기는 비열이 일정한 이상기체이며, 기체상수는 0.287 kJ/kg K, 정압비열은 1.004 kJ/kg K, 정적비열은 0.717 kJ/kg K, 비열비는 1.4이다.)

- (1) 압축기를 구동하는데 필요한 입력일이 2.73 kW인 경우에 대하여 생성 엔트로피와 1법칙 효율, 2법칙 효율을 구하시오. (12점)
- (2) 물음 (1)을 압축기 입력일이 3.5 kW인 경우로 바꾸어 풀이하시오. (5점)
- (3) 물음 (1)과 (2)의 결과에 근거하여 1법칙 효율과 2법칙 효율을 비교하여 논하시오. (5점)
- (4) 주어진 압축기 조건에서 실제로 가능한 열방출률의 범위를 결정하시오. (8점)

### 【 문제-2 】 (20점)

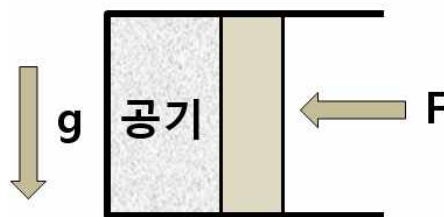
실린더와 피스톤으로 이루어지는 이상적인 기체 동력사이클의 해석을 위하여 공기 표준가정(air standard assumption)과 작동 유체의 비열이 일정하다는 가정(cold air standard assumption)을 적용한다. 다음의 물음에 답하시오.

- (1) 이상적인 Otto Cycle과 Diesel Cycle에 대하여 Cycle 과정상의 차이점을 기술하시오. (2점)
- (2) Otto Cycle에서 최대체적과 최소체적의 비가 8, 정압비열이 1.0 kJ/kg K, 정적비열이 0.7 kJ/kg K일 때 사이클의 효율을 구하시오. (6점)

- (3) 위의 조건(물음 (2))에서 작동하는 Otto Cycle을 이용하여 75 kW의 동력을 얻으려 한다. 공급되는 열량은 수소를 공기와 이론연소시켜 공급해주고, 발생한 연소열의 50%가 Otto Cycle에 전달된다. 수소를 연소할 때 수소 및 공기는 표준기준상태(1기압 25°C)로 유입되고, 연소물은 1기압 2,200 K로 유출된다. 연소된  $H_2O$ 의 상태는 수증기이며, 형성엔탈피는  $-241,820 \text{ kJ/kmol}$ 이다. 공기는 산소와 질소가 21:79의 비율로 구성된다. 질소 및 수증기의 정압비열은 일정하다고 가정하며, 각각  $1.04 \text{ kJ/kg K}$  및  $1.87 \text{ kJ/kg K}$ 이다. 수소의 연소식과 필요한 수소 소비율(kg/s)을 구하시오. (12점)

【 문제-3 】 (30점)

그림과 같이 수평으로 놓여있는 체적 10 L의 피스톤-실린더 장치 안에 공기가 300 kPa, 온도 20 °C 상태로 들어있다(상태 1). 이 상태에서 외력  $F$ 와 내부 공기의 압력이 균형을 이루어 피스톤은 움직이지 않고 있다. 외력  $F$ 를 줄이면 공기가 팽창하는 과정이 진행된다. 외력을 줄여가는 방식에 따라서 과정이 달라진다. 외력  $F$ 가 0인 최종 상태에서 시스템은 주위와 열역학적 평형을 이루어 압력 100 kPa, 온도 20 °C가 된다(상태 2). 주위 온도는 20 °C이다. 다음 물음에 답하시오. (단, 피스톤과 실린더 사이에는 마찰과 공기의 누설은 없고, 공기는 비열이 일정한 이상기체이며, 기체상수는  $0.287 \text{ kJ/kg K}$ , 정압비열은  $1.004 \text{ kJ/kg K}$ , 정적비열은  $0.717 \text{ kJ/kg K}$ , 비열비는 1.4이다.)

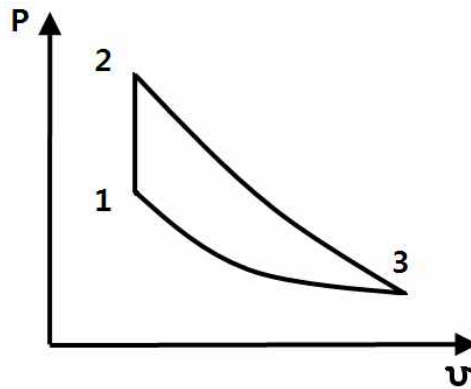


- (1) 외력  $F$ 를 적절히 줄여가면 과정이 느리게 진행되고 열전달이 상당히 이루어진다. 외력  $F$ 가 0이 될 때 공기가 최종 상태 2에 도달한다. 이 과정 동안 공기가 5 kJ의 일을 했다고 한다. 과정 1-2 중에 전달되는 열량과 생성 엔트로피를 구하시오. (8점)
- (2) 과정 1-2를 거치는 시스템이 할 수 있는 최대일을 구하고, 물음 (1)에서 제시한 일(5 kJ)과 비교·검토하시오. (3점)

- (3) 외력  $F$ 가 급격히 줄어들어 0이 되고 과정 도중에 열전달이 없다고 가정한다. 공기가 팽창하면서 압력이 감소하여 100 kPa이 되면서 안정되어 중간 상태 a에 도달하였다. 이후, 주위로부터 열이 서서히 전달되어 시스템이 최종 상태 2에 도달한다. 중간 상태 a에서의 온도와 체적, 그리고 과정 1-a-2에서 시스템이 하는 일을 구하시오. (12점)
- (4) 물음 (3)의 과정 1-a-2의 생성 엔트로피를 구하고, 과정 1-a-2를 비가역으로 만드는 요인이 있다면 그 요인을 나열하고 간단히 설명하시오. (7점)

【 문제-4 】 (20점)

다음 그림과 같이 내부적으로 가역과정으로 작동되는 기체 동력 사이클 1-2-3-1이 있다. 과정 1-2는 정적가열과정, 과정 2-3은 가역단열팽창과정이고, 과정 3-1은 등온방열과정이다. 다음의 물음에 답하시오.



- (1) 사이클 상태 1의 압력 및 온도는 100 kPa, 17°C이고, 과정 1-2에서 800 kJ/kg이 공급된다. 사이클 효율을 구하시오. (단, 정적비열은 0.7 kJ/kg K, 비열비는 1.41이고 기체상수는 0.287 kJ/kg K로 한다.) (8점)
- (2) 물음 (1)의 사이클 과정에서 질량유량이 0.1 kg/s일 때 사이클로부터의 열방출율(kW)을 구하시오. (2점)
- (3) 물음 (1)의 사이클 과정에서 방출되는 열을 회수하여 사이클 효율을 향상시키려 할 때, 실제 적용상의 문제점을 열역학의 물성치 관점에서 기술하시오. (2점)
- (4) 물음 (2)에서 방출되는 열의 50%를 열펌프를 이용하여 재활용하고자 한다. 열펌프의 성능계수가 3.0 이라고 하면 열펌프에 입력되는 압축기의 일(kW)을 구하시오. (8점)