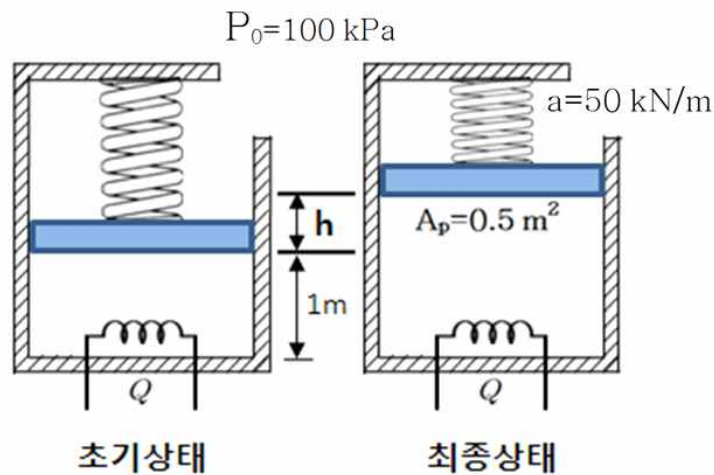


# 2015년도 제52회 변리사 2차 국가자격시험 문제지

교 시	시험과목	시험시간	수험번호	성 명
2교시	열역학	120분		

## 【 문제-1 】 (30점)

선형스프링이 달린 피스톤-실린더 안에 기체상수  $R=0.25\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$ , 비열비  $k=5/3$ 인 이상기체가 들어 있다.



피스톤과 실린더 벽은 완전 단열상태이며 피스톤과 실린더 사이에 마찰이 없다고 가정한다. 이상기체 초기온도, 압력은 각각  $T_1 = 300\text{K}$ ,  $P_1 = 150\text{kPa}$ 이고 스프링 상수는  $a = 50\text{kN/m}$ , 피스톤 단면적은  $A_p = 0.5\text{m}^2$ 이다. 실린더 안에 설치된  $0.25\text{kW}$  용량의 전기히터로 이상기체를 가열하여 변위  $h$ 만큼 팽창할 때 다음에 답하시오. (단, 대기압은  $100\text{kPa}$ 로 가정하고 피스톤과 스프링의 질량은 무시한다.)

- (1) 이상기체의 최종 압력, 체적, 온도를 변수  $h$ 로 표시하시오. (7점)
- (2) 이상기체가 행한 일을 변수  $h$ 로 표시하시오. (4점)
- (3) 전기히터로 5분간 가열한 경우  $h$ 와 이상기체가 행한 일을 구하시오. (14점)
- (4) 전기히터로 공급된 열이 어떠한 형태의 에너지로 변환되었는지  $P$ - $V$  선도를 사용하여 기술하시오. (5점)

【 문제-2 】 (20점)

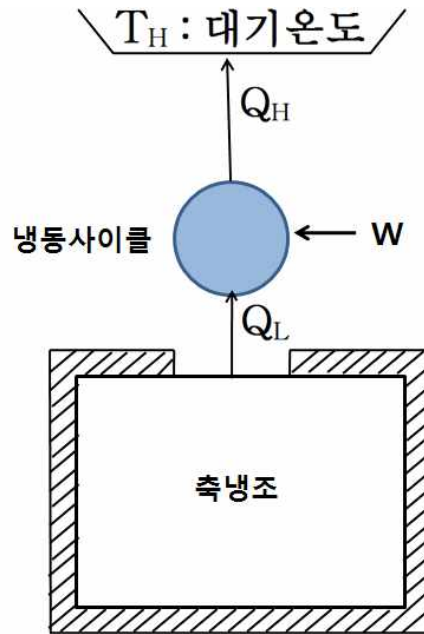
외부로 단열된 보일러에서 메탄( $\text{CH}_4$ ,  $25^\circ\text{C}$ , 1bar)과 대기 조건의 공기(산소와 질소의 몰비율=1:3.76,  $25^\circ\text{C}$ , 1bar)가 반응하여 정상상태로 연소하며 보일러에 순환하는 물을 가열한다. 보일러에서 배출되는 배기가스 온도는  $100^\circ\text{C}$  이다. 메탄의 분자량은  $16\text{kg/kmol}$ , 저위발열량(Lower Heating Value)은  $50,000\text{kJ/kg}$  이다. 메탄의 저위발열량은  $25^\circ\text{C}$ , 1bar의 메탄 1 kg이 공기( $25^\circ\text{C}$ , 1bar)와 연소하여 연소생성물이  $25^\circ\text{C}$ , 1bar 상태로 배출될 때 연소과정에서 발생하는 열량이다. 공기와 연소 생성물은 이상기체로 생각할 수 있으며, 물성치는 아래 표와 같다.

	분자량 (kg/kmol)	정압비열 (kJ/kg·K)
$\text{O}_2$	32	0.92
$\text{N}_2$	28	1.05
$\text{CO}_2$	44	0.85
$\text{H}_2\text{O}$	18	1.87

- (1) 공기비  $\lambda$ 는 실제공기량을 이론공기량으로 나눈 값이다.  $\lambda=3$ 으로 연소하는 경우, 저위발열량 기준으로 보일러의 효율을 구하시오. (단, 보일러의 효율은 메탄 1kg이 연소하여 보일러에 순환하는 물에 전달해준 열량을 저위발열량으로 나누어준 값이다.) (16점)
- (2) 다른 조건은 위와 동일하고, 공기비만 증가하는 경우 보일러의 효율 변화를 기술하시오. (4점)

【 문제-3 】 (30점)

심야전력을 사용하는 냉동사이클을 운전하여 축냉조(cold storage tank)내 10°C의 물을 0°C 얼음으로 만들어 저장하고자 한다. 축냉과정에서 주변 대기온도는 30°C이다. 물과 얼음의 상변화 과정에서 비체적의 변화는 무시하며 물과 얼음의 물성치는 다음과 같다.



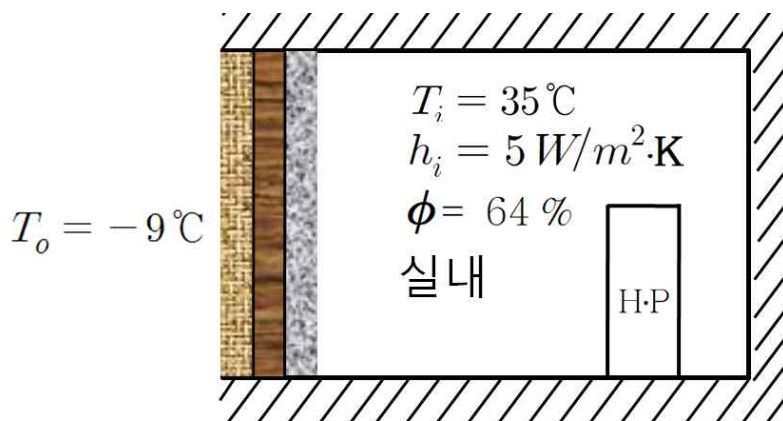
	비내부에너지 (kJ/kg)	비엔트로피 (kJ/kg·K)	비열 (kJ/kg·K)
물(0 °C - 10 °C):비압축성	-	-	4.19
물(0 °C)	0	0	-
얼음(0 °C)	-333	-1.22	-

- (1) 그림과 같이 축냉조와 주변 대기 사이는 단열이고, 축냉조에 800kWh를 축냉시키려면 축냉에 필요한 물의 질량을 구하시오. (8점)
- (2) 위의 경우에 대해 냉동사이클에서 축냉에 필요한 최소전력량을 구하시오. (14점)
- (3) 동일한 냉방부하에 대하여 실제 시스템에서의 소요전력량이 이상적인 사이클의 최소전력량보다 증가하는 주요 원인을 열거하고 설명하시오. (8점)

【 문제-4 】 (20점)

한면이 외기와 열전달하고 나머지는 단열벽인 건물에 난방장치로 상용 히트펌프 (HP)를 설치하려한다. 주어진 온도 조건에서 상용 히트펌프의 성능계수(COP)는 카르노 사이클 히트펌프 값의 20%로 가정한다. 외기와 접하는 벽의 총괄열전달 계수가  $U = \frac{\dot{Q}}{A(T_i - T_o)} = 0.66 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ , 벽의 면적이  $A = 250 \text{ m}^2$ 인 경우에 다음 물음에 답하시오.

- (1) 외기가  $T_o = -9^\circ\text{C}$ 일 때 실내를  $T_i = 35^\circ\text{C}$ 로 유지하기 위하여 외기를 열원으로 사용하는 상용 히트펌프의 소요동력을 구하시오. (6점)
- (2) 상용 히트펌프 열원으로 외기 대신 지열을 이용하는 경우에 연간 절약되는 전력량(kWh)을 구하시오. (단, 히트펌프는 평균 하루 3시간씩 연간 95일 사용하고 지중온도는  $13^\circ\text{C}$ 로 일정하다고 가정한다.) (6점)
- (3) 외기와 접하는 벽의 실내측 벽면 온도( $T_w$ )와 실내 상대습도가  $\phi = 64\%$ 인 경우 이슬점을 구한 후 벽면에 이슬이 맺히는 지 여부를 판단하시오.  
수증기 온도에 따른 포화압력( $P_{sat}$ )은 다음 표와 같다. (단, 실내 열전달계수는  $h_i = \frac{\dot{Q}}{A(T_i - T_w)} = 5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 로 가정한다.) (8점)



$T(^{\circ}\text{C})$	$P_{sat}(\text{kPa})$
25	3.169
27	3.601
29	4.031
31	4.522
33	5.075
35	5.627