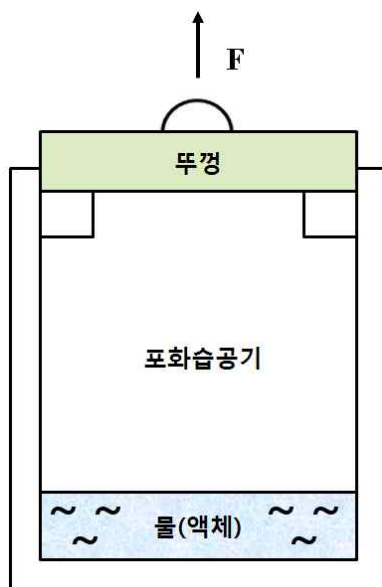


【 문제-1 】 (30점)

아래 그림과 같이 밀폐된 뚜껑이 있는 원통형 강체 용기가 있다. 용기의 지름은 30 cm이고 뚜껑을 닫았을 때 내부 부피는 10 liter 이다. 초기에 용기의 뚜껑을 덮는 시점의 내부 온도는 70 °C 이고 바닥에는 물이 액체 상태로 0.1 liter 들어 있으며, 그 위에는 포화습공기가 100 kPa 로 존재한다. 이 용기를 냉각하여 내부 온도가 10 °C 로 되었을 때, 다음 물음에 답하시오. (단, 수증기와 공기는 기체 상태에서는 이상기체로 생각할 수 있다. 액체상태의 물은 비압축성이며 비체적은 1 liter/kg 이다. 물과 공기의 물성치는 아래와 같다.)



	기체상수 [kJ/kg · K]	온도 [°C]	포화 증기압* [kPa]	내부 에너지 [kJ/kg]
물 (기체)	0.4615	10	1.2276	2389.15
		70	31.19	2469.55
물 (액체)	-	10	-	41.99
		70	-	292.93
공기	0.287	-	-	-
공기의 정압비열 : 1.004 [kJ/kg · K]				
포화증기압*은 공기 분압의 영향이 없는 순수한 물의 증기압이다.				

- (1) 10 °C로 냉각된 상태에서 뚜껑을 위로 움직이기 위한 힘(F)을 구하시오.
(단, 뚜껑의 무게는 무시하며, 용기 외부에는 대기압(100 kPa)이 작용한다.)
(10점)
- (2) 냉각과정에서의 열전달량을 구하시오. (14점)
- (3) 용기 내의 공기 분압이 100 kPa인 경우에 대하여 10 °C에서 물의 포화증기압을 계산하고, 이로부터 용기 내의 공기분압이 100 kPa 정도라면 공기 분압에 의한 포화증기압의 변화가 무시할 정도로 작음을 보이시오.
(단, 상평형에서 액체와 기체의 화학포텐셜(chemical potential)이 같다는 점을 이용) (6점)

【 문제-2 】 (20점)

기준상태(25 °C, 100 kPa)의 수소와 건공기(산소와 질소의 몰비율 = 1 : 3.76)가 공기비(실제공기량/이론공기량) $\lambda=2$ 로 연소실에 유입되어 연소한다. 연소가스는 연소실에서 외부로 200 kW의 열을 방출하며, 기체상태로 출구를 통해 배출된다. 연소실로 들어가는 수소의 유량은 1 mol/s 이고, 연소실 출구압력은 대기압(100 kPa)이다. 연소반응물과 생성물은 이상기체로 생각할 수 있으며 물성치는 아래 표와 같다.

	분자량 [kg/kmol]	형성엔탈피 [kJ/kmol]	정압비열 [kJ/kg · K]
수소	2.016	0	14.209
산소	31.999	0	0.922
질소	28.013	0	1.042
물(기체)	18.015	-241826	1.872

(1) 출구에서 수증기의 분압을 구하시오. (10점)

(2) 연소실 출구에서의 온도를 구하시오. (10점)

【 문제-3 】 (30점)

체적 3 m^3 인 공기탱크에 유입구를 통하여 80°C 의 공기가 0.02 kg/s 의 질량 유량으로 충전되며, 이와 동시에 공기를 사용하기 위해 토출구를 통해 탱크 내의 공기가 0.003 kg/s 의 질량유량으로 빠져나간다. 공기탱크 내부와 출구의 공기 온도는 동일하며, 이 과정 중에 온도는 45°C 로 유지된다. 공기는 이상기체로 생각하며 물성치는 다음 표와 같다.

분자량 (kg/kmol)	기체상수 (kJ/kg · K)	정압비열 (kJ/kg · K)
28.97	0.287	1.004

(1) 이 과정에서 탱크의 압력상승률 (kPa/s)을 구하시오. (12점)

(2) 탱크로부터의 열손실을 (kW)을 구하시오. (18점)

【 문제-4 】 (20점)

어느 이상기체를 정상상태로 압축하는 가역적인 압축기에 대하여 다음 물음에 답하시오.

(1) 0.1 MPa , 온도 20°C 에서 1 MPa 까지 (a) 등온 압축, (b) 폴리트로픽 압축 ($Pv^n = \text{일정}, n = 1.3$), (c) 단열 압축하는 경우에 압축기의 소요동력을 각각 구하시오. (단, 이 이상기체의 비열비 k 는 1.4이며, 압축기 입구에서의 유량은 $12 \text{ m}^3/\text{min}$ 이다.) (14점)

(2) 위 문제 (1)의 압축과정 (a), (b), (c)를 $P-v$ 선도와 $T-s$ 선도 상에 표시하시오. (6점)