화학공업양론

【 문제 1 】 아래와 같이 연속식 촉매반응기에서 CH_4를 수증기(H_2O)와 반응시켜 CO와 H_2를 생산하는 공정이 있다. 이 공정에서는 주반응 외에 CO와 수증기가 반응하여 CO_2와 H_2가 생산되는 반응도 같이 진행된다.

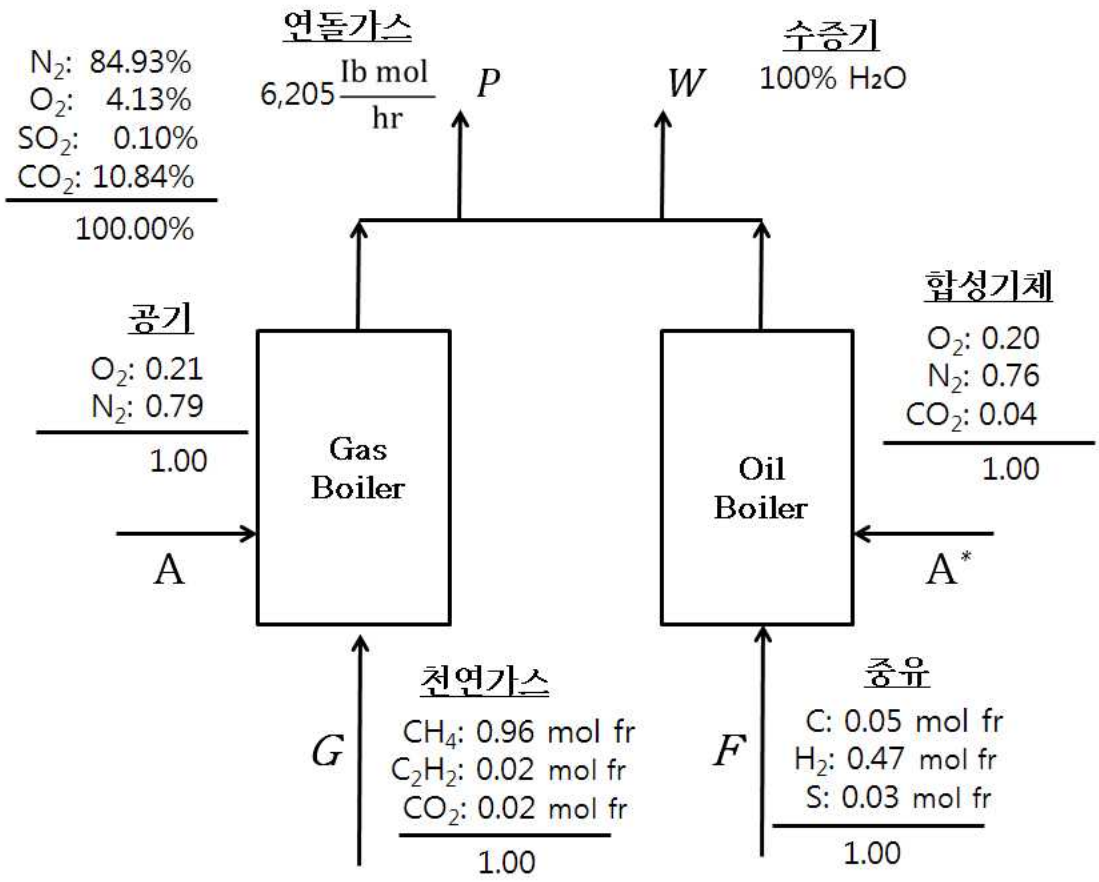
○ $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$
○ $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$

100 mol/hr의 CH_4와 200 mol/hr의 수증기를 동시에 반응기에 주입하였을 때 반응기에서 CH_4 전화율은 60 %이며, 반응기 출구에서 CO는 전혀 측정되지 않았다. 위 반응식을 참조하여 다음 물음에 답하시오. (단, 계산과정을 쓰고, H_2의 mol 분율은 소수점 넷째자리에서 반올림하여 셋째자리까지 구하시오.) (30점)

(1) 반응기 출구흐름에서 단위 시간당 각 성분의 mol 수를 구하시오. (20점)

(2) 반응기 출구흐름에서 H_2의 mol 분율과 수증기의 전화율을 구하시오. (10점)

【 문제 2 】 아래 그림과 같이 천연가스(G)와 중유(F)를 각각 연료로 사용하는 두 개의 보일러를 운영하는 공장이 있다. 천연가스 보일러는 공기(A)를 사용하고, 중유 보일러는 조성이 O_2 20 %, N_2 76 %, CO_2 4 %인 합성기체(A^*)를 사용한다. 연소가스가 배출되는 굴뚝은 하나이며 수증기를 제외한 연돌가스(P)는 6,205 lb mol/hr로 배출된다. 현재 중유의 재고는 164,560 lb이고 교통이 두절되어 중유 공급이 제한되고 있어 중유가 소진될 것이 우려된다.



천연가스와 중유의 mol 분율, 연돌가스의 조성은 위 그림과 같고 중유의 평균 분자량이 7.9일 때 다음을 구하시오. (단, 계산과정을 쓰고 답은 소수점 둘째자리에서 반올림하여 첫째자리까지 구하시오.) (30점)

(1) 보일러에 도입되는 중유의 양(lb mol/hr) (20점)

(2) 시간당 중유소비량(lb/hr)과 보일러의 예상 운전시간(hr) (10점)

【 문제 3 】A회사는 공장에 방치된 저장용기(50 L)를 부탄(분자량 58)을 담는 서지탱크(surge tank)로 사용하고자 한다. 이 용기는 절대압력 3 MPa이 넘으면 폭발한다고 표시되어 있다. 용기에 저장되는 부탄은 0.975 kg이고 최대 노출온도는 425 K이다. A회사의 방침은 어떤 용기도 폭발압력의 절반을 넘어서는 안 된다고 할 때, 부탄을 이상기체로 가정하여 다음 물음에 답하시오. (단, 계산과정을 쓰고, 답은 소수점 넷째자리에서 반올림하여 셋째자리까지 구하시오. 기체상수 값은 8.314 Pa·m^3/K·mol 이다.) (10점)

(1) 용기 내 부탄의 mol 부피(m^3/mol)를 구하시오. (3점)
(2) 이 용기에 작용하는 최대 압력(MPa)을 구하시오. (5점)
(3) 이 용기를 사용하는 것이 A회사의 방침에 위배되는지 판단하시오. (2점)

【 문제 4 】 온도가 30 ℃, 전압이 750 mm Hg인 공기의 상대습도는 25 %이고, 물의 포화수증기압은 31.8 mm Hg이다. 이 공기의 질량습도(g H_2O/g dry air)를 구하시오. (단, 계산과정을 쓰시오.) (10점)

【 문제 5 】 일정 부피에서 어떤 물질 100 kg을 20 ℃에서 200 ℃로 올리고자 한다. 이 온도범위에서 이 물질의 정용열용량은 다음 식과 같다.

$$C_v\ (kJ/kg\cdot℃) = 0.855 + 9.42\times10^{-4}\ T$$

이 때 필요한 에너지를 구하시오. (단, 계산과정을 쓰시오. 여기서 T는 ℃이다. 답은 소수점 둘째자리에서 반올림하여 첫째자리까지 구하시오.) (10점)

【 문제 6 】 100 mol의 부탄(C_4H_{10})과 4,000 mol의 공기가 연소반응기에 공급된다. 다음을 구하시오. (단, 계산과정을 쓰고, 답은 소수점 둘째자리에서 반올림하여 첫째자리까지 구하시오.) (10점)

(1) 한정반응물 (5점)
(2) 과잉반응물의 과잉율(%) (5점)

한국산업인력공단 HUMAN RESOURCES DEVELOPMENT SERVICE OF KOREA 성실로 이룩한 기업, 투명경영으로 미래보장