화학공업양론

【문제 1】 30 $mol\,\%$ 벤젠-70 $mol\,\%$ 톨루엔 혼합물이 1 atm, 100 ℃에서 운전되는 증류탑에서 기상과 액상으로 분리된다. 증류탑을 나가는 기상과 액상은 평형상태를 유지하고 있으며, 100 ℃에서 벤젠의 증기압이 1,340 $mmHg$, 톨루엔의 증기압이 560 $mmHg$일 때, 다음 물음에 답하시오. (30점)

(1) 증류탑을 나가는 기상과 액상의 벤젠과 톨루엔 조성($mol\,\%$)을 구하시오. (15점)

(2) 위 혼합물이 100 mol/s의 유속으로 증류탑에 유입될 때 증류탑을 나가는 기상과 액상의 유속을 구하시오. (15점)

【문제 2】 물질의 엔탈피 변화에 대한 다음 물음에 답하시오. (30점)

(1) N_2기체가 이상기체로서 150 K, 1,500 J/mol의 내부에너지를 가지고 있다고 가정할 때, N_2기체의 엔탈피(J/mol)를 구하시오. (단, R=8.314 $J/(mol \cdot K)$이다.) (3점)

(2) 닫힌계의 에너지 수지식, $\Delta U = Q + W$ 로부터 계의 부피가 일정할 때의 비열($\widehat{C_V}$)과 계의 압력이 일정할 때의 비열($\widehat{C_P}$)과의 관계를 유도하시오. (10점)

(3) 흡수탑에서 HCl기체를 H_2O에 흡수시켜 HCl용액을 생산하고 있다. 100 ℃의 HCl기체 및 25 ℃의 H_2O을 흡수탑에 공급하여 20 $wt\,\%$ HCl용액을 40℃에서 1,000 kg/h의 유속으로 생산할 때, 에너지 공급 또는 제거 여부를 판단하고, 그 에너지 양(kJ/h)을 구하시오. (단, HCl과 H_2O의 분자량은 각각 36.5, 18.0 이다. 25℃에서 용질 1 mol당 용매의 mol수, $r\ mol\,H_2O/mol\,HCl$에 대한 용해열, $\Delta\widehat{H}_S$(25℃, $r=5$)는 $-64.05\,kJ/mol\,HCl$, $\Delta\widehat{H}_S$(25℃, $r=10$)는 $-69.49\,kJ/mol\,HCl$ 이다. 그리고 HCl 기체의 $\widehat{C_P} = 0.0292\ kJ/(mol \cdot ℃)$, 20 $wt\,\%$ HCl용액의 $C_P = 3.066\ kJ/(kg \cdot ℃)$이다.) (17점)

【문제 3】 기체의 상태방정식에 대한 다음 물음에 답하시오. (10점)

(1) 이상기체 방정식은 기체운동이론으로부터 유도될 수 있다. 이상기체로 거동하기 위하여 가정한 기체분자의 부피, 분자 간 서로 작용하는 힘, 기체가 들어 있는 용기 내벽과 기체의 충돌에 대한 3가지 가정을 서술하시오. (6점)

(2) 이상기체 상태방정식은 온도와 압력의 어떤 조건에서 가장 정확한 추산 값을 제공하는지 서술하시오. (2점)

(3) van der Waals 상태방정식, $P=\frac{RT}{V-b}-\frac{a}{V^2}$에서 $\frac{a}{V^2}$과 $V-b$가 도입된 근거를 서술하시오. (2점)

【문제 4】 길이 L(ft)과 시간 t(s) 사이에 $L=5\left(1+e^{-0.05t}\right)$의 관계에 대하여 다음 물음에 답하시오. (10점)

(1) 상수 5와 0.05의 단위를 기술하시오. (4점)

(2) 길이 L을 m, 시간 t를 min 으로 단위를 변환하여 위의 식을 다시 기술하시오. (단, 1 m=3.3ft, 1 min=60s이다.) (6점)

【문제 5】 반도체의 특성에 관한 다음 물음에 답하시오. (10점)

(1) Si 진성반도체의 전기전도도는 $4\times10^{-4}(\Omega^{-1}\cdot m^{-1})$이며, 전자와 정공의 이동도는 각각 0.14, $0.048\,m^2/(V\cdot s)$이다. 상온에서 m^3 내에 들어 있는 전자와 정공의 농도를 구하시오. (단, 전자의 전하량은 $1.6\times10^{-19}C$이다.) (6점)

(2) P원소가 초고순도 Si내에 도핑된 반도체는 p형과 n형 중 어느 것이며, 주된 전하운반체를 기술하시오. (4점)

【문제 6】 물질의 상평형도과 자유도에 대한 다음 물음에 답하시오. (10점)

(1) 단일성분인 물(H_2O)의 상평형도(PT, 압력-온도 도표)를 그리고, 기체-액체 평형선, 기체-고체 평형선 및 액체-고체 평형선을 상평형도 내에 표시하시오. (6점)

(2) 삼중점에서의 자유도를 구하고 그 의미를 서술하시오. (4점)