

Physical Chemistry 1

Exam #3 solutions

1. 61 m에서 다이버에게 가해지는 압력은 대기압과 수압의 합이다.

$$\begin{aligned}\therefore p &= 1 \text{ atm} + \rho gh = 1 \text{ atm} + (1000 \text{ kg m}^{-3}) \times (9.8 \text{ m s}^{-2}) \times (61 \text{ m}) \\ &= 101,325 \text{ Pa} + 597,800 \text{ Pa} = 699,125 \text{ Pa} = 7.0 \text{ bar}\end{aligned}$$

$$p_{O_2} = (0.2) \times (7.0 \text{ bar}) = 1.4 \text{ bar}$$

$$x_{O_2} = \frac{p_{O_2}}{K_{O_2}} = \frac{1.4 \text{ bar}}{4.95 \times 10^4 \text{ bar}} = 2.8283 \times 10^{-5}$$

$$x_{O_2} \approx \frac{n_{O_2}}{V_{H_2O}} V_{m,H_2O} \quad (\diamond \text{ 때}, V_{m,H_2O} = \text{물의 몰부피})$$

$$\therefore \frac{x_{O_2}}{V_{m,H_2O}} = \frac{n_{O_2}}{V_{H_2O}} = \frac{2.8283 \times 10^{-5} \text{ mol}}{0.018 \text{ L}} = 1.57 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$p_{N_2} = (0.8) \times (7.0 \text{ bar}) = 5.6 \text{ bar}$$

$$x_{N_2} = \frac{p_{N_2}}{K_{N_2}} = \frac{5.6 \text{ bar}}{9.95 \times 10^4 \text{ bar}} = 5.63 \times 10^{-5}$$

$$x_{N_2} \approx \frac{n_{N_2}}{V_{H_2O}} V_{m,H_2O}$$

$$\therefore \frac{x_{N_2}}{V_{m,H_2O}} = \frac{n_{N_2}}{V_{H_2O}} = \frac{5.63 \times 10^{-5} \text{ mol}}{0.018 \text{ L}} = 3.13 \times 10^{-3} \text{ M}$$

2. T_{EB} 와 T_B 를 각각 용액에서의 에틸 브로마이드와 벤젠의 어는점이라 하고,

T_i^* 와 T_i 를 각각 i 종의 순수 녹는점과 빙점강하 녹는점이라 할 때,

$$\Delta T_i \equiv T_i^* - T_i = K_{f,i} b_i$$

$$b_i \propto \frac{x_i}{M_i}$$

$$\therefore \Delta T_i \propto K_{f,i} x_i M_i^{-1}$$

$$\therefore \frac{\Delta T_B}{\Delta T_{EB}} = \frac{K_{f,B} x_B M_{EB}}{K_{f,EB} x_{EB} M_B} = \frac{6.03 \times 0.5 \times 109}{12.12 \times 0.5 \times 78} = 0.695$$

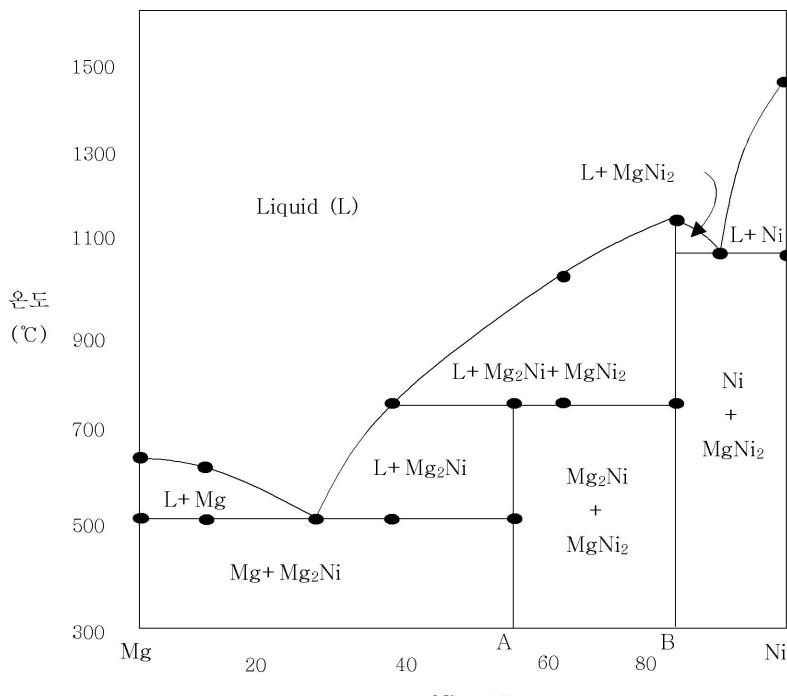
$$\therefore \frac{\Delta T_B}{\Delta T_{EB}} = \frac{T_B^* - T_B}{T_{EB}^* - T_{EB}} = \frac{7 - T_B}{7 - T_{EB}} = 0.695$$

$$\therefore T_B > T_{EB}$$

T_{EB} , T_B 는 어는점 내림에 의해 280 K보다 모두 작고, 위 식으로부터 $T_{EB} < T_B$ 임을 알 수 있다. 이로부터 T_B 가 280 K에 더 가깝다는 것을 알 수 있다.

\therefore 벤젠(benzene)이 더 먼저 안다.

3. 주어진 자료에 의해서 아래와 같은 상평형 그림을 그릴 수 있다.



A : 55 % Ni (Mg_2Ni)

B : 83 % Ni ($MgNi_2$)

4. (1) 생성된 CO의 몰수를 x 라 하면, CO_2 의 몰수는 $0.1 - \frac{x}{2}$ mol

$$\therefore \text{기체의 총 몰수는, } x + (0.1 - \frac{x}{2}) = 0.1 + \frac{x}{2}$$

$$\text{기체의 평균분자량은 } 36 \text{이므로, } 28x + 44 \times (0.1 - \frac{x}{2}) = 36 \times (0.1 + \frac{x}{2})$$

$$18x - 28x + 22x = 4.4 - 3.6 \quad 12x = 0.8$$

$$\therefore x = \frac{0.8}{12} = 0.0667$$

$$\therefore p = \frac{(0.1 + \frac{0.0667}{2}) \text{ mol} \times 0.082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 1273 \text{ K}}{1 \text{ L}} = 13.92 \text{ atm}$$

$$\text{한편, CO의 몰수는 } x = 0.0667, \text{ CO}_2\text{의 몰수는 } 0.1 - \frac{x}{2} = 0.1 - \frac{0.0667}{2} = 0.1 - 0.0333 = 0.0667$$

$$\therefore p_{CO} = p_{CO_2} = \frac{1}{2} \times 13.92 = 6.96 \text{ (atm)}$$

$$\therefore K_p = \frac{(p_{CO}/p^\ominus)^2}{p_{CO_2}/p^\ominus} = \frac{(6.96)^2}{6.96} = 6.96$$

(2) He를 넣어도 CO와 CO_2 의 부분압력을 변함이 없으므로 CO의 양은 변함없다.
플라스크의 크기가 두 배로 되면 압력이 모두 반으로 줄어듦으로 압력이 늘어나는 쪽, 정반응 쪽으로 평형이 이동한다. 따라서 CO의 양은 늘어난다.

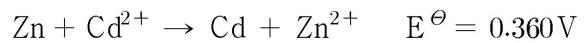
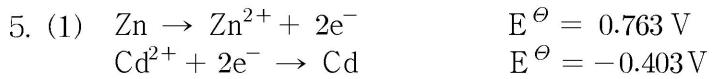
(3) van't Hoff 식에 따라

$$d\ln K_p = \frac{\Delta_r H^\ominus}{RT^2} dT$$

온도에 따라 ΔH^\ominus 가 일정하다는 가정을 하면,

$$\ln 13.92 - \ln 6.96 = - \frac{\Delta_r H^\ominus}{8.3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}} \left(\frac{1}{1283 \text{ K}} - \frac{1}{1273 \text{ K}} \right)$$

$$\Delta H^\ominus = 941.28 \text{ kJ mol}^{-1}$$



$$(2) \quad E = E^\theta - \frac{RT}{vF} \ln \frac{a_{\text{Zn}^{2+}}}{a_{\text{Cd}^{2+}}} \\ = 0.360 - \frac{8.314 \times 298}{2 \times 96,485} \ln \frac{0.0004}{0.2} \\ = 0.44 \text{ V}$$

$\therefore E > 0$ 이므로 자발적 반응이다.

$$(3) \quad \Delta G = -vFE = -2(96,485 \text{ C mol}^{-1})(0.44 \text{ V}) \\ = -84.91 \text{ kJ mol}^{-1}$$