

일반화학 중간고사

일시: 2018. 4. 25. 10:30-11:55 장소: 생명과학대학 강의동 251호

■ 간단한 풀이과정을 보이시오

1. 섭씨온도와 화씨온도가 같아지는 온도를 구하시오. (5점)

$$F = \frac{9}{5} C + 32, F = C$$

$$\Rightarrow F = C = -40^\circ F = -40^\circ C$$

2. Sterling silver는 은과 구리의 합금이다. 이 물질로 만들어진 목걸이 105.0 g은 10.12 mL의 부피를 차지한다. 구리가 차지하는 무게는 전체 무게의 몇 %이겠는가? 구리와 은의 밀도는 각각의 밀도는 8.96, 10.5 g/mL이다. (10점)

$$\begin{aligned} \text{구리 } x \text{ g 은 } y \text{ g} \\ x + y &= 105 \\ \frac{x}{8.96} + \frac{y}{10.5} &= 10.12 \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} x + y &= 105 \\ \frac{x}{8.96} + \frac{y}{10.5} &= 10.12 \end{aligned}} \right\}$$

$$\Rightarrow x = 7.33 \text{ g} \quad y = 97.7 \text{ g}$$

$$\% \text{ 구리} = \frac{7.33}{105.0} \times 100 = 7.0\%$$

3. 다음 화합물의 이름을 영어로 쓰고 이름에 해당하는 화학식을 쓰시오. 두 가지 이상 가능 시 아무 이름이나 가능. (각 2점)

- | | |
|--|---|
| a. KH_2PO_4 potassium hydrogen phosphate | b. N_2O Nitrous oxide |
| c. Na_2SO_3 sodium sulfite | d. CuCl Cu(I) chloride, cuprous chloride |
| e. O_2F_2 dioxygen difluoride | f. chloric acid HClO_3 |
| g. lithium peroxide Li_2O_2 | h. potassium superoxide KO_2 |
| i. manganese(IV) oxide MnO_2 | j. potassium permanganate KMnO_4 |

4. 수소원자 ^1H 의 직경은 약 0.1 nm이다. 핵은 이보다 약 10 만 배 작다. 양성자의 질량이 1.67×10^{-24} g일 때 수소원자와 수소원자핵의 밀도를 구하라. 전자의 영향은 무시한다. (10점)

$$\text{수소원자부피} = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi (5 \times 10^{-11} \text{ m})^3 = 5.24 \times 10^{-31} \text{ m}^3$$

$$\text{수소원자핵밀도} = \frac{1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}}{5.24 \times 10^{-31} \text{ m}^3} = 3190 \text{ kg/m}^3 = 3.19 \text{ g/mL}$$

수소원자핵 밀도 : 2가 10만배 작으므로 부피는 $(10^5)^3$ 배 작다.
질량은 동일하므로 밀도는 $(10^5)^3$ 배 크다.

$$d = 3.19 \times 10^{15} \text{ g/mL}$$

5. A, B, C의 molar mass가 각각 10.0, 20.0, 25.0 g/mol이다. 10.0 g의 A와 10.0 g의 B가 다음과 같이 반응하여 C를 생성할 때 몇 g의 C를 얻겠는가? $A + 3B \rightarrow 2C$. (10점)

$$\text{mol } A = 1.00 \quad \text{mol } B = 0.500 \text{ mol}$$

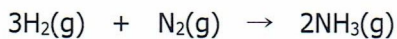
1 mol의 A가 반응하기 위해서는 3 mol의 B가 필요하지만 부족함. 따라서 B가 limiting agent.

$$\text{mol } A = \frac{1}{3} \text{ mol } B = \frac{0.5}{3} \text{ mol}$$

$$\text{이때 생성되는 } C = 2 \times \text{mol } A = \frac{1}{3} \text{ mol}$$

$$\text{g } C = \frac{1}{3} \times 25 = 8.33 \text{ g}$$

6. 암모니아는 고온, 고압에서 촉매를 사용해 수소와 질소로부터 합성될 수 있다.



500 g의 수소와 1.00 kg의 질소가 반응할 때 생성되는 암모니아의 질량을 구하고 반응하지 않고 남아 있는 기체의 종류와 양을 구하라. 수소와 질소의 원자량: 각각 1.008, 14.01. (10점)

$$\text{mol } \text{H}_2 = \frac{500 \text{ g}}{2 \times 1.008 \text{ g/mol}} = 248 \text{ mol}$$

$$\text{mol } \text{N}_2 = \frac{1000 \text{ g}}{2 \times 14.01 \text{ g/mol}} = 35.69 \text{ mol}$$

$\text{mol } \text{H}_2 > 3 \times \text{mol } \text{N}_2$ 이므로 N_2 가 limiting agent.

$$\text{생성된 } \text{H}_2 = 35.69 \times 3 = 107.1 \text{ mol}$$

$$\text{mol } \text{NH}_3 = 2 \times \text{mol } \text{N}_2 = 2 \times 35.69 = 71.38 \text{ mol} \\ \Rightarrow 1216 \text{ g}$$

남아있는 수소의 양

$$\text{mol } \text{H}_2 = 248 - 3 \times 35.69 = 140.9 \text{ mol}$$

$$\text{g } \text{H}_2 = 140.9 \times (1.008 \times 2) = 284 \text{ g}$$

7. NaCl과 K_2SO_4 의 질량의 합이 10.00 g인 시료를 물에 녹이고 여기에 충분한 양의 $Pb(NO_3)_2$ 용액을 첨가하여 $PbCl_2$ 와 $PbSO_4$ 침전을 이루었다. 이 침전을 거르고 잘 말려 무게를 재보니 21.75 g이었다. 최초 시료에 포함되어 있는 NaCl의 양을 구하라. Molar mass: NaCl 58.44; K_2SO_4 174.27; $PbCl_2$ 278.1; $PbSO_4$ 303.3 g/mol. (10점)

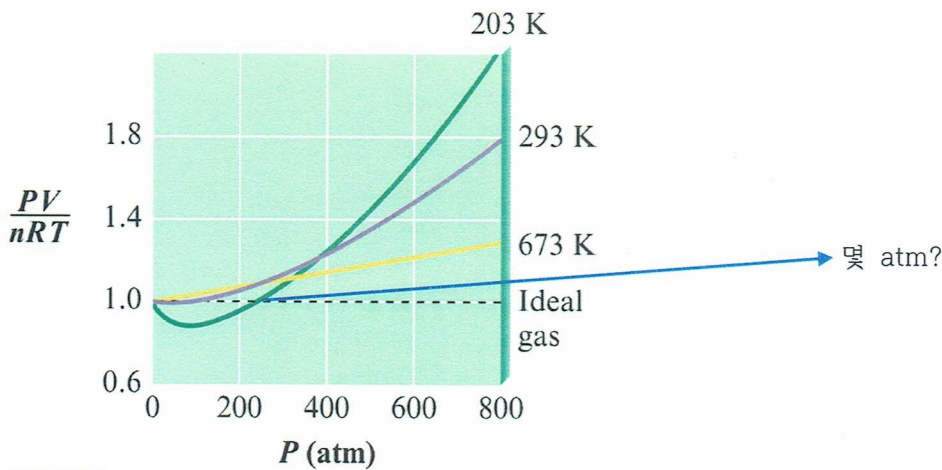
$$x : g \text{ NaCl}, y : g \text{ } K_2SO_4$$

$$x + y = 10.00$$

$$\text{mass of } PbCl_2 + \text{mass of } PbSO_4 = 21.75$$

$$\frac{x}{58.44} \times 278.1 \times \frac{1}{2} + \frac{y}{174.27} \times 303.3 = 21.75$$

$$\Rightarrow x = 6.87g, y = \cancel{0.13} 3.13g$$



8. 위 그림은 몇 온도에서 압력에 따른 질소의 거동을 보여준다. 이 그래프는 van der Waals의 식으로 근사할 수 있다. $\{P + a(n/V)^2\}(V - nb) = nRT$. 질소는 $a = 1.39 \text{ atm L}^2/\text{mol}^2$, $b = 0.0391 \text{ L/mol}$ 의 값을 갖는다. 203 K에서 $PV/(nRT) = 1$ 이 되는 압력을 구하라. $R = 0.08206 \text{ L atm/(mol K)}$. (10점)

$n=1$ 로 하여 계산하면 편리함.

$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$$

$$pV - bp + \frac{a}{V} - \frac{ab}{V^2} = RT$$

$$\Rightarrow -bp + \frac{a}{V} - \frac{ab}{V^2} = 0 \Rightarrow p = \frac{16.66}{V}$$

$$\Rightarrow V = \frac{ab}{a - 16.66b} = 0.0736 \text{ L},$$

$$p = 226 \text{ atm}$$

9. 공기는 대략 질소, 산소, 아르곤 기체로 구성되어 있고 이들의 mole fraction은 각각 0.78, 0.21, 0.010이다. 공기는 이상기체라고 가정하고 STP에서 공기의 밀도 구하기. 질소, 산소, 아르곤의 원자량: 각각 14.01, 16.00, 39.95.

1) 공기 1.000 mol에 들어 있는 각 기체의 질량. (5점)

$$g N_2 = 0.78 \times (14.01 \times 2) = 21.86g$$

$$g O_2 = 0.21 \times 16 \times 2 = 6.72g$$

$$g Ar = 0.01 \times 39.95 = 0.3995g.$$

2) 공기의 밀도. (5점)

공기 1 L의 부피. STP에서 22.4 L 차지.

$$d = \frac{(21.86 + 6.72 + 0.3995)g}{22.4 \times 10^3 mL} = 1.29 \times 10^{-3} g/mL$$

10. Effusion과 diffusion의 차이를 설명하시오. (각 5점)

1) Effusion 기체가 큰 작은 holes를 통해 진공으로 빠져나가는 현상

2) Diffusion

농도차에 의해 물질이 섞이는 현상

11. 1 L의 He 기체가 담겨 있는 용기의 조그만 구멍을 통해 진공으로 He이 빠져나오는데 4.5 분이 걸렸다. 2 L의 Cl₂ 기체가 동일한 방식으로 빠져나오는데 걸리는 시간을 구하라. He와 Cl의 원자량: 4.003, 35.45. (10점)

$$Rate = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

$$Rate = \frac{Volume}{time}$$

비율에 동일한 부피를 가정하면

$$Cl_2 \text{가 빠져나오는데 걸리는 시간} = \sqrt{\frac{35.45 \times 2}{4.003}} \times 4.5 \text{ min} = 18.9 \text{ min이 걸림.}$$

부피가 2배이므로 시간도 2배 걸릴 것임

$$t = 37.9 \text{ min}$$

12. Intensive property와 extensive property의 예를 각각 2가지 드시오. (각 5점)

1) Intensive property *Temperature, density, potential*

2) Extensive property *energy, weight (mass), entropy*

13. 25 °C 물 100 g에 200 °C로 달궈진 철 50 g을 넣었을 때 최종 온도를 구하시오. 물과 철의 specific heat capacity는 각각 4.18, 0.45 J/(°C g). (10점)

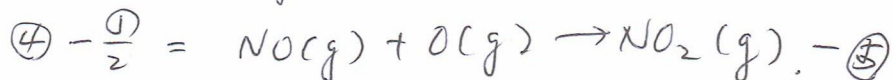
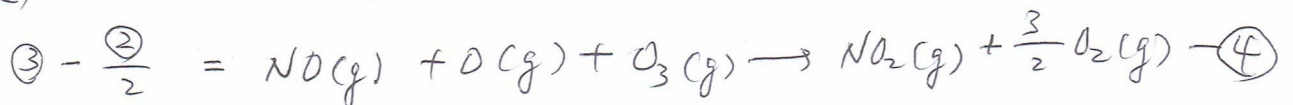
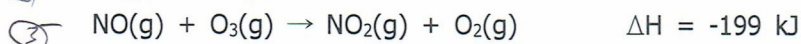
T: 최종 온도

물이 얻은 열량 = 철이 잃은 열량

$$(T - 25) \times 100 \times 4.18 = (200 - T) \times 50 \times 0.45$$

$$T = 33.9^\circ\text{C}$$

14. 아래의 데이터를 이용하여 $\text{NO(g)} + \text{O(g)} \rightarrow \text{NO}_2\text{(g)}$ 의 ΔH 를 구하라. (10점)



$$\Delta H \text{ for } \textcircled{4} = -199 - \frac{1}{2}(+495) = -446.5 \text{ kJ}$$

$$\Delta H \text{ for } \textcircled{5} = -446.5 - \frac{1}{2}(-427) = -233 \text{ kJ}$$

15. 에너지원으로서의 수소의 장점과 단점을 각각 2가지 기술하시오. (10점)

장점 : *다양한 환경에 에너지 공급이 가능.*

clean energy

단점 : *생산이 어려움 - 많은 에너지 필요.*
이송, 저장의 어려움
폭발 위험성