

Lưu Ý – Hạnh phúc không ở đâu xa mà ở chính sự vun đắp từng ngày của chúng ta cho nó

KHOA HỌC TỰ NHIÊN 2020 – 2021

Câu I: (2 điểm) Nung m gam hỗn hợp X gồm Fe, Fe(NO₃)₂, Fe(NO₃)₃ và FeCO₃ trong bình kín (không có không khí). Sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được chất rắn Y và hỗn hợp khí Z có tỉ khối so với H₂ là 22,5 (giả sử khí NO₂ sinh ra không tham gia phản ứng nào khác). Hòa tan hoàn toàn chất rắn Y trong dung dịch chứa 0,02 mol KNO₃ và 0,3 mol H₂SO₄, thu được dung dịch chỉ chứa 42,46 gam muối sunfat trung hòa của kim loại và hỗn hợp khí T (gồm hai khí, trong đó có một khí hóa nâu trong không khí), tỉ khối của T so với H₂ là 8. Xác định giá trị của m.

Hướng dẫn

Xác định các khí thu được khi cho Y tác dụng với dung dịch gồm KNO₃ và H₂SO₄:

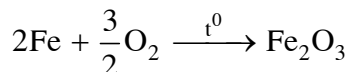
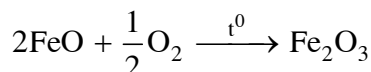
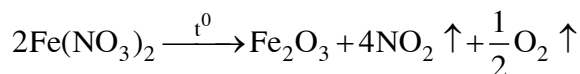
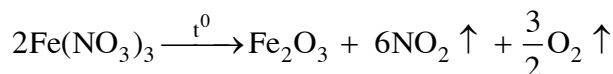
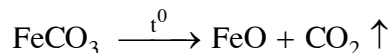
Khí hóa nâu trong không khí là NO

$$\overline{M}_T = 8.2 = 16 \Rightarrow M_{H_2} = 2 < \overline{M}_{\text{khí}} < M_{NO} = 30 \Rightarrow T \text{ gồm NO và } H_2$$

Áp dụng sơ đồ đường chéo ta có :

$$\frac{n_{H_2}}{n_{NO}} = \frac{M_{NO} - \overline{M}_T}{\overline{M}_T - M_{H_2}} = \frac{30 - 16}{16 - 2} = \frac{1}{1} \Rightarrow \text{Đặt : } \begin{cases} n_{H_2} = a \text{ mol} \\ n_{NO} = b \text{ mol} \end{cases}$$

Các phương trình phản ứng nung X :



Y tác dụng với dung dịch gồm KNO₃ và H₂SO₄ loãng thu được H₂ $\Rightarrow$ Y phải có Fe

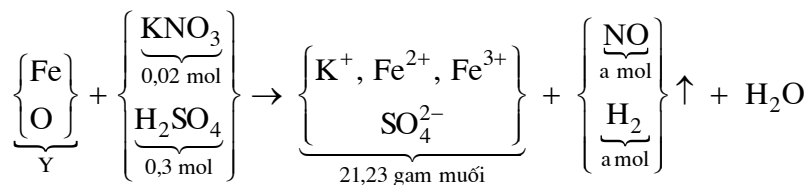
Y có Fe $\xrightarrow{\text{Hiệu suất nung X} = 100\% \text{ (pứ xảy ra hoàn toàn)}} O_2 \text{ hết} \Rightarrow Z \text{ gồm } CO_2 \text{ và } NO_2, Y \text{ gồm Fe và các oxit của Fe}$

Xét giai đoạn Y tác dụng với dung dịch hỗn hợp gồm KNO₃ và H₂SO₄ :

Y tác dụng với dung dịch hỗn hợp gồm KNO₃ và H₂SO₄ thu được H₂ $\Rightarrow NO_3^-$ hết.

(tính oxi hóa $NO_3^-, H^+ / NO > H^+ / H_2$)

Sơ đồ phản ứng :

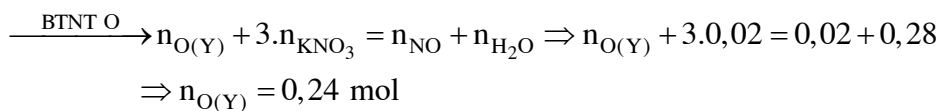
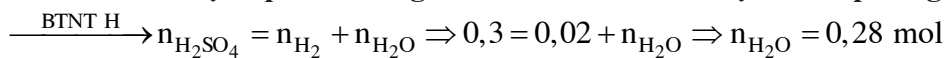


$$\underbrace{m_{Fe^{2+}} + m_{Fe^{3+}}}_{m_{Fe}} + m_{K^+} + m_{SO_4^{2-}} = m_{\text{muối}} \Rightarrow m_{Fe} + 39.0,02 + 96.0,3 = 42,46$$

$$\Rightarrow m_{Fe} = 12,88 \text{ gam}$$

$$\xrightarrow{\text{BTNT N}} n_{NO} = n_{KNO_3} \Rightarrow n_{NO} = 0,02 \text{ mol} \Rightarrow a = 0,02 \text{ mol}$$

Lưu ý *Đầu* – Hạnh phúc không ở đâu xa mà ở chính sự vun đắp từng ngày của chúng ta cho nó



Xét giai đoạn nung X :

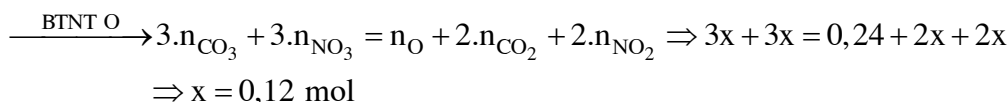
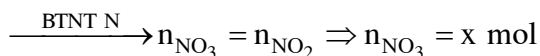
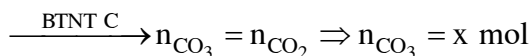
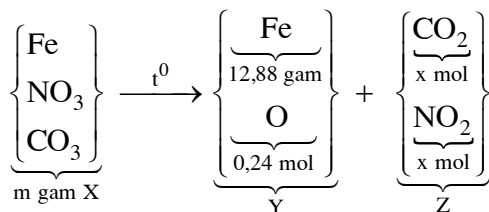
Khí Z gồm NO_2 và CO_2

$$\overline{M}_Z = 22,5.2 = 45$$

Áp dụng sơ đồ đường chéo ta có :

$$\frac{n_{\text{NO}_2}}{n_{\text{CO}_2}} = \frac{M_{\text{CO}_2} - \overline{M}_Z}{\overline{M}_Z - M_{\text{NO}_2}} = \frac{44 - 45}{45 - 46} = \frac{1}{1} \Rightarrow \text{Đặt : } \begin{cases} n_{\text{NO}_2} = x \text{ mol} \\ n_{\text{CO}_2} = x \text{ mol} \end{cases}$$

Sơ đồ phản ứng :

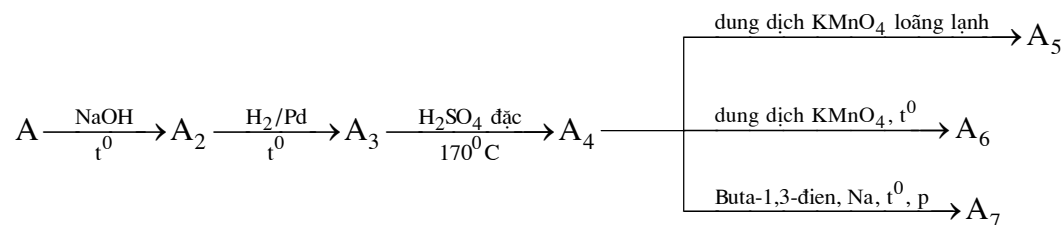


$$m = m_{\text{Fe}} + m_{\text{CO}_3} + m_{\text{NO}_3} = 12,88 + 60.0,12 + 62.0,12 = 27,52 \text{ gam}$$

Câu II: (2 điểm) Hợp chất đơn chức A có công thức phân tử trùng với công thức đơn giản nhất, phân tử A có chứa vòng benzen. Đốt cháy hoàn toàn một lượng A bằng oxi, sản phẩm chỉ gồm khí CO_2 và hơi nước, trong đó tỉ lệ số mol của O_2 phản ứng, CO_2 , H_2O tương ứng là 2,5: 2,25: 1. Mặt khác, 1,48 gam A phản ứng tối đa với 50 ml dung dịch NaOH 0,2 M.

(a) Xác định công thức phân tử và viết công thức cấu tạo 8 đồng phân thỏa mãn các tính chất trên của A.

(b) Sau phản ứng của A với dung dịch NaOH ở trên, sản phẩm thu được chỉ gồm một muối A_1 và chất hữu cơ A_2 , trong đó A_2 không tham gia phản ứng tráng gương. Xác định công thức cấu tạo của A và viết các phương trình phản ứng theo sơ đồ sau. Biết $\text{A}_2 \rightarrow \text{A}_7$ là các hợp chất chứa vòng benzen.



Hướng dẫn

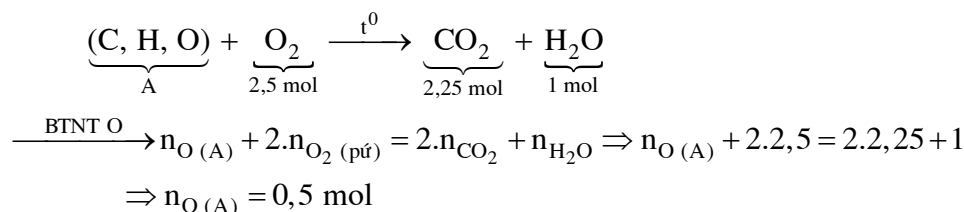
(a)

Xét giai đoạn đốt cháy A:

Lưu Ý *Đầu* – Hạnh phúc không ở đâu xa mà ở chính sự vun đắp từng ngày của chúng ta cho nó

$$n_{O_2 \text{ (pứ)}} : n_{CO_2} : n_{H_2O} = 2,5 : 2,25 : 1 \Rightarrow \text{Chọn : } \begin{cases} n_{O_2 \text{ (pứ)}} = 2,5 \text{ mol} \\ n_{CO_2} = 2,25 \text{ mol} \\ n_{H_2O} = 1 \text{ mol} \end{cases}$$

Sơ đồ phản ứng:



$$n_{C(A)} : n_{H(A)} : n_{O(A)} = 2,25 : (2.1) : 0,5 = 9 : 8 : 2$$

$$\Rightarrow \text{CTĐGN của A : } C_9H_8O_2 \xrightarrow{\text{CTPT} \equiv \text{CTĐGN}} \text{CTPT của A : } C_9H_8O_2$$

$$k_{C_9H_8O_2} = \pi + v = \frac{2C + 2 - H}{2} = \frac{2.9 + 2 - 8}{2} = 6$$

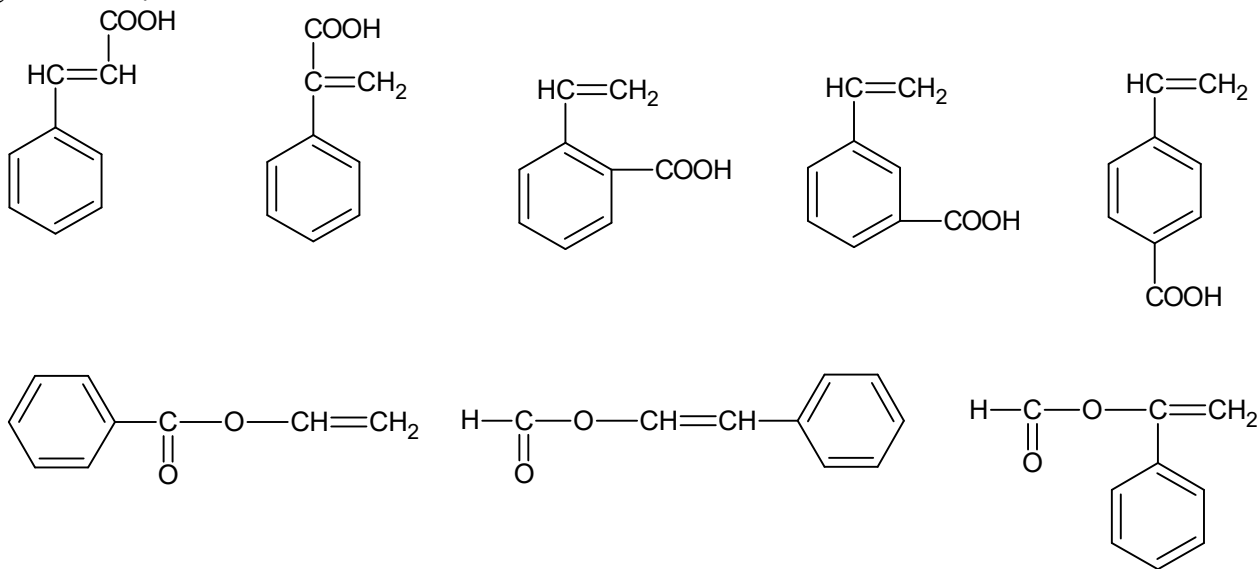
Xét giai đoạn 1,48 gam A tác dụng với dung dịch NaOH:

$$n_{C_9H_8O_2} = \frac{1,48}{148} = 0,01 \text{ mol}$$

$$n_{NaOH} = 0,05.0,2 = 0,01 \text{ mol}$$

$$n_{C_9H_8O_2} = n_{NaOH} \Rightarrow A \text{ có : } \begin{cases} 1COOH \\ 1COO \text{ (este khác phenol)} \\ 1OH \text{ (phenol)} + 1OH \text{ (ancol)} \\ 1OH \text{ (phenol)} + 1O \text{ (ete)} \end{cases}$$

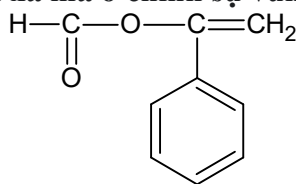
8 công thức cấu tạo thỏa mãn:



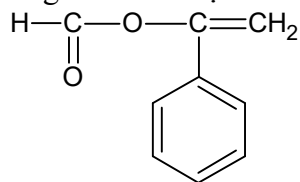
(b)

A tác dụng với dung dịch NaOH thu được sản phẩm thu được chỉ gồm một muối **A₁** và chất hữu cơ **A₂**, trong đó **A₂** không tham gia phản ứng tráng gương $\Rightarrow$ A là este bị thủy phân không tạo ra anđehit $\Rightarrow$ Công thức cấu tạo thỏa mãn A:

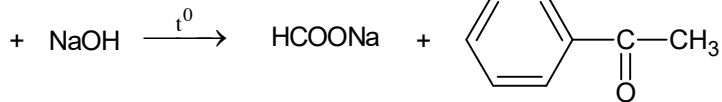
Lưu Ý: Hạnh phúc không ở đâu xa mà ở chính sự vun đắp từng ngày của chúng ta cho nó



Các phương trình hóa học:

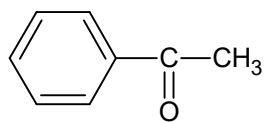


A

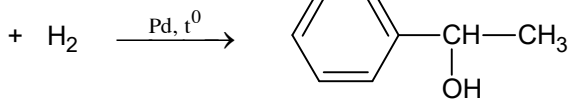


A₁

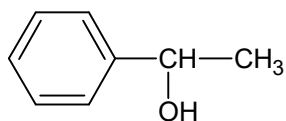
A₂



A₂



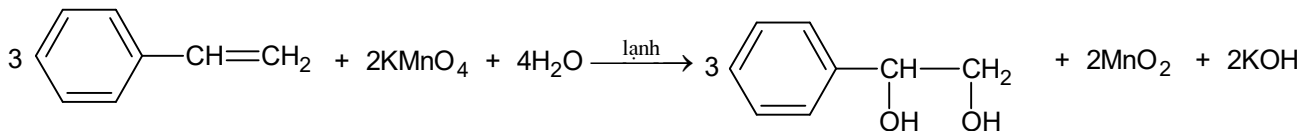
A₃



A₃

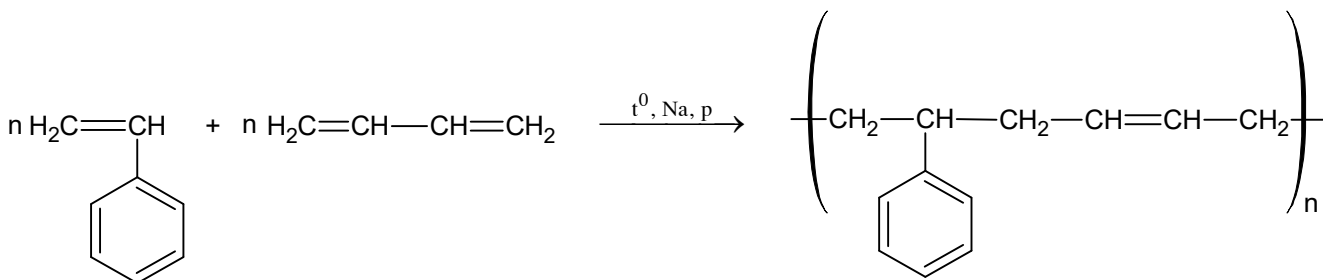
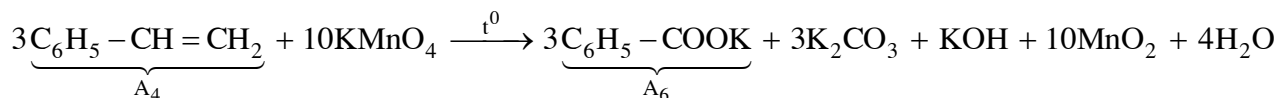


A₄



A₄

A₅



A₄

A₇

Câu III: (3 điểm) Hòa tan hoàn toàn 5,68 gam hỗn hợp X gồm kim loại R và kim loại M vào dung dịch hỗn hợp gồm HNO₃ và H₂SO₄ đặc nóng, thu được dung dịch Y và 8,064 lít hỗn hợp khí Z (đktc). Khí Z gồm hai khí (trong đó có một khí có màu nâu) và có khối lượng 17,64 gam. Chất tan trong Y chỉ gồm các muối trung hòa của kim loại R (hóa trị II) và kim loại M (hóa trị III). Chia dung dịch Y thành hai phần bằng nhau. Cô cạn cẩn thận phần thứ nhất thu được 13,76 gam muối khan T. Thêm dung dịch NaOH đặc, dư vào phần thứ hai, thu được 4,35 gam kết tủa Y₁. Nung Y₁, đến khối lượng không đổi thu được 3 gam chất rắn Y₂. Khi hòa tan Y₂ vào dung dịch H₂SO₄ đặc, nóng thì không có khí thoát ra. Giả thiết các phản ứng xảy ra hoàn toàn.

Lưu ý – Hạnh phúc không ở đâu xa mà ở chính sự vun đắp từng ngày của chúng ta cho nó

(a) Cho biết Z gồm những khí gì? Xác định số mol mỗi khí và phần trăm khối lượng của lưu huỳnh có trong muối khan T.

(b) Xác định hai kim loại R và M.

Hướng dẫn

(a)

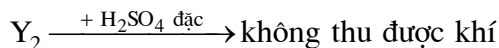
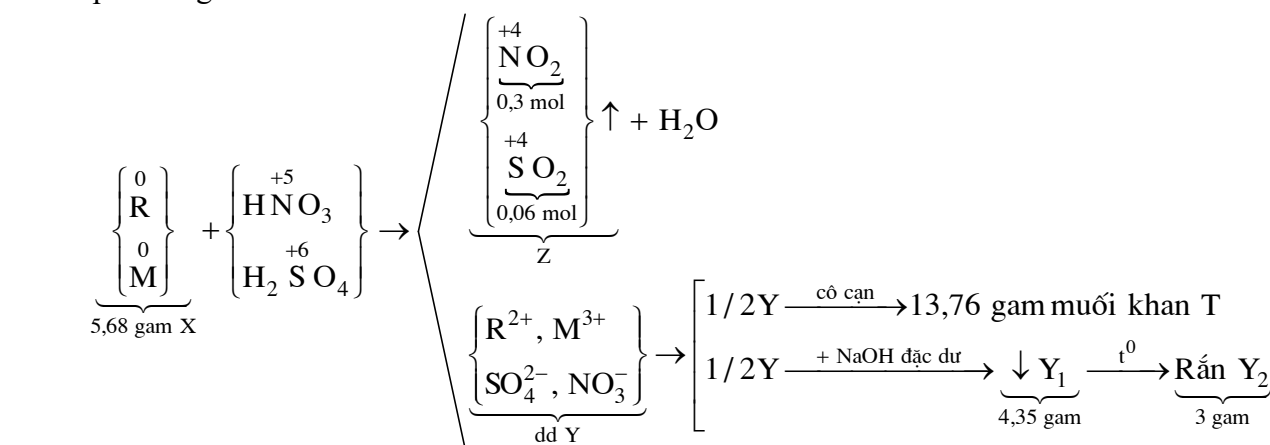
Xác định Z:

$$n_Z = \frac{8,064}{22,4} = 0,36 \text{ mol}$$

$$M_{\text{NO}_2} = 46 < \overline{M}_Z = \frac{17,64}{0,36} = 49 < M_{\text{SO}_2} = 64$$

$$\begin{cases} n_{\text{NO}_2} + n_{\text{SO}_2} = 0,36 \\ 46.n_{\text{NO}_2} + 64.n_{\text{SO}_2} = 17,64 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{NO}_2} = 0,3 \text{ mol} \\ n_{\text{SO}_2} = 0,06 \text{ mol} \end{cases}$$

Sơ đồ phản ứng:



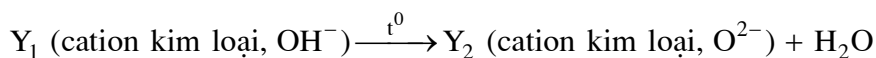
$$\left. \begin{array}{l} \xrightarrow{\text{BTE}} 2.n_R + 3.n_M = 1.n_{\text{NO}_2} + 2.n_{\text{SO}_2} \\ \xrightarrow{\text{BTĐT}} 2.n_{\text{R}^{2+}} + 3.n_{\text{M}^{3+}} = 1.n_{\text{NO}_3^-} + 2.n_{\text{SO}_4^{2-}} \end{array} \right\} \Rightarrow 1.n_{\text{NO}_3^-} + 2.n_{\text{SO}_4^{2-}} = 1.n_{\text{NO}_2} + 2.n_{\text{SO}_2}$$

$$\begin{cases} 1.n_{\text{NO}_3^-} + 2.n_{\text{SO}_4^{2-}} = 1,0,3 + 2,0,06 \\ 62.n_{\text{NO}_3^-} + 96.n_{\text{SO}_4^{2-}} + 5,68 = 13,76,2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{NO}_3^-} = 0,12 \text{ mol} \\ n_{\text{SO}_4^{2-}} = 0,15 \text{ mol} \end{cases}$$

$$\%m_{\text{S(T)}} = \frac{32.0,15}{13,76,2} \cdot 100\% = 17,44\%$$

(b)

Xét giai đoạn nung Y_1 :



$$\left\{ \begin{array}{l} \xrightarrow{\text{BTKL}} m_{\text{H}_2\text{O}} = 4,35 - 3 = 1,35 \text{ gam} \Rightarrow n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,075 \text{ mol} \\ \xrightarrow{\text{BTNT H}} n_{\text{OH}^-} = 2.n_{\text{H}_2\text{O}} = 2.0,075 = 0,15 \text{ mol} \\ \xrightarrow{\text{BTĐT}} n_{\text{OH}^-} = 2.n_{\text{O}^{2-}} \end{array} \right. \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{OH}^-} = 0,15 \text{ mol} \\ n_{\text{O}^{2-}} = 0,075 \text{ mol} \end{cases}$$

$$17.n_{\text{OH}^-} - 16.n_{\text{O}^{2-}} = 4,35 - 3$$

Lưu ý *Đầu* – Hạnh phúc không ở đâu xa mà ở chính sự vun đắp từng ngày của chúng ta cho nó

$$m_{\text{kim loại } Y_1} = m_{Y_1} - m_{\text{OH}^-} = 4,35 - 17,0,15 = 1,8 \text{ gam}$$

$$\underbrace{m_X}_{5,68 \text{ gam}} > \underbrace{2.m_{\text{kim loại } Y_1}}_{3,6 \text{ gam}} \Rightarrow \text{Trong X có một hiđroxit của kim loại tan trong NaOH đặc}$$

$\Rightarrow$ Trong Y_1 chỉ gồm một hiđroxit kim loại.

Đặt công thức hiđroxit kim loại trong Y_1 là $A(\text{OH})_x$.

$$n_A : n_{\text{OH}^-} = 1 : x \Rightarrow \frac{1,8}{A} : 0,15 = 1 : x \Rightarrow A = 12x \Rightarrow \begin{cases} x = 2 \\ A = 24 \text{ (Mg)} \end{cases}$$

$\Rightarrow R$ là Mg.

$$\Rightarrow n_{\text{Mg (ban đầu)}} = 2 \cdot \frac{1,8}{24} = 0,15 \text{ mol}$$

$$\xrightarrow{\text{BTE}} 2.n_{\text{Mg}} + 3.n_M = 1.n_{\text{NO}_2} + 2.n_{\text{SO}_2} \Rightarrow 2.0,15 + 3.n_M = 1.0,3 + 2.0,06$$

$$\Rightarrow n_M = 0,04 \text{ mol}$$

$$24.0,15 + 0,04.M = 5,68 \Rightarrow M = 52 \text{ (Cr)}$$

$\Rightarrow M$ là Cr.

Câu IV: (3 điểm) Hợp chất **A** tạo bởi các nguyên tố C, H, N, O. Cho 0,1 mol chất **A** vào cốc đựng 42 ml dung dịch ROH 40% ($D = 1,2 \text{ g/ml}$, R là một kim loại kiềm), đun nhẹ cho phản ứng hoàn toàn. Sau phản ứng, cô cạn dung dịch, thu được 32,96 gam chất rắn khan B và 32,04 gam phần bay hơi chỉ có nước. Nung nóng B trong oxi dư để các phản ứng hoàn toàn, thu được 24,84 gam chất rắn khan D. Dẫn phần khí và hơi sinh ra lần lượt đi qua bình thứ nhất đựng lượng dư dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ dư, bình thứ hai đựng lượng dư photpho đỏ đun nóng. Sau thí nghiệm, khối lượng bình thứ nhất tăng 24,52 gam và có 63,04 gam kết tủa, khí duy nhất thoát ra khỏi bình thứ hai là nitơ có thể tích 2,24 lít (đktc).

(a) Xác định kim loại R và công thức phân tử của A.

(b) Đun nóng 7,3 gam hợp chất A với dung dịch HCl dư đến phản ứng hoàn toàn, sản phẩm của phản ứng chỉ gồm hai chất hữu cơ là đồng đẳng kế tiếp và đều có số mol bằng số mol của A. Tổng khối lượng của hai sản phẩm trên là 11,85 gam. Xác định công thức cấu tạo của A và phần trăm khối lượng mỗi chất trong B.

Hướng dẫn

(a)

Xét dung dịch ROH:

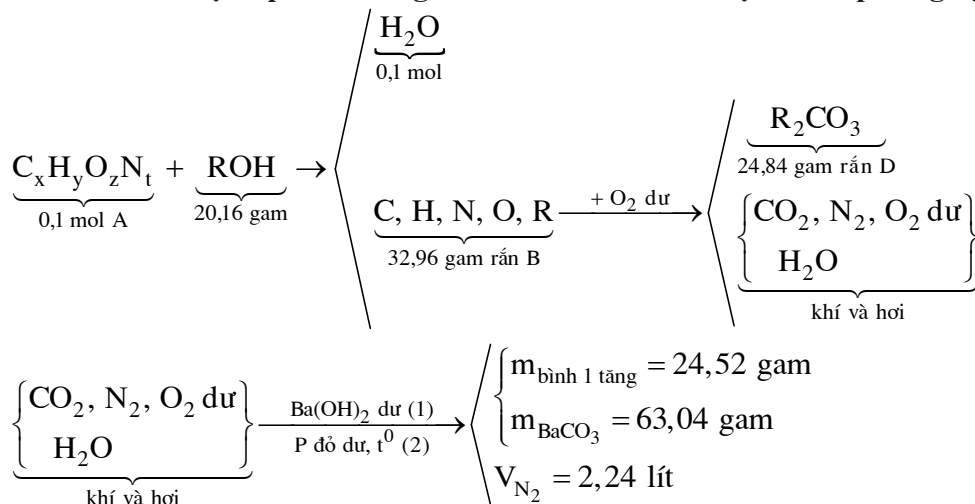
$$m_{\text{dung dịch ROH}} = 42.1,2 = 50,4 \text{ gam} \Rightarrow m_{\text{ROH}} = 40\%.50,4 = 20,16 \text{ gam}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O (dung dịch ROH)}} = 50,4 - 20,16 = 30,24 \text{ gam}$$

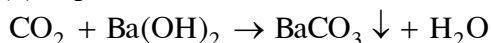
$$\Rightarrow m_{\text{H}_2\text{O (A + ROH)}} = 32,04 - 30,24 = 1,8 \text{ gam} \Rightarrow n_{\text{H}_2\text{O (A + ROH)}} = \frac{1,8}{18} = 0,1 \text{ mol}$$

Sơ đồ phản ứng:

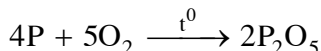
Lưu ý *Đầu* – Hạnh phúc không ở đâu xa mà ở chính sự vun đắp từng ngày của chúng ta cho nó



Bình (1) hấp thụ CO_2 và H_2O , H_2O tan vào dung dịch Ba(OH)_2 , CO_2 phản ứng với Ba(OH)_2 :



Bình (2) đựng P đỏ hấp thụ O_2 , tạo thành chất rắn P_2O_5 :



Khí thoát ra khỏi bình (2) là N_2 :

$$n_{\text{N}_2} = \frac{2,24}{22,4} = 0,1 \text{ mol}$$

$$n_{\text{CO}_2} = n_{\text{BaCO}_3} = \frac{63,04}{197} = 0,32 \text{ mol}$$

$$m_{\text{CO}_2} + m_{\text{H}_2\text{O}} = m_{\text{bình l tăng}} \Rightarrow 44.0,32 + 18.n_{\text{H}_2\text{O}} = 24,52 \Rightarrow n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,58 \text{ mol}$$

Xác định R:

$$\xrightarrow{\text{BTNT R}} n_{\text{ROH}} = 2.n_{\text{R}_2\text{CO}_3} \Rightarrow \frac{20,16}{R+17} = 2 \cdot \frac{24,84}{2R+60} \Rightarrow R = 39 \text{ (K)}$$

Xác định công thức phân tử của A:

$$\xrightarrow{\text{BTNT N}} t = \frac{2.n_{\text{N}_2}}{n_A} = \frac{2.0,1}{0,1} = 2$$

$$\xrightarrow{\text{BTNT C}} x = \frac{n_{\text{CO}_2} + n_{\text{K}_2\text{CO}_3}}{n_A} = \frac{0,32 + \frac{24,84}{138}}{0,1} = 5$$

$$\begin{aligned}
 \xrightarrow{\text{BTNT H}} n_{\text{H(A)}} + n_{\text{KOH}} &= 2.n_{\text{H}_2\text{O (A+ROH)}} + 2.n_{\text{H}_2\text{O (B + O}_2\text{)}} \\
 \Rightarrow n_{\text{H(A)}} + \frac{20,16}{56} &= 2.0,1 + 2.0,58 \Rightarrow n_{\text{H(A)}} = 1 \text{ mol}
 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow y = \frac{n_{\text{H(A)}}}{n_A} = \frac{1}{0,1} = 10$$

$$\xrightarrow{\text{BTKL}} m_A + 20,16 = 18.0,1 + 32,96 \Rightarrow m_A = 14,6 \text{ gam}$$

$$\Rightarrow M_A = \frac{14,6}{0,1} = 146$$

$$\Rightarrow 12.5 + 10 + 16.z + 14.2 = 146 \rightarrow z = 3$$

$\Rightarrow$ Công thức phân tử của A: $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_3\text{N}_2$.

Lưu ý *Đã* *Đầu* – Hạnh phúc không ở đâu xa mà ở chính sự vun đắp từng ngày của chúng ta cho nó (b)

$$n_{\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_3\text{N}_2} = \frac{7,3}{146} = 0,05 \text{ mol}$$

$$\overline{M}_{\text{chất hữu cơ}} = \frac{11,85}{0,1} = 118,5$$

Gọi X chất hữu cơ lần lượt là X, Y ($M_Y = M_X + 14$).

$$\frac{n_X = n_Y}{\rightarrow} \frac{M_X + M_Y}{2} = \overline{M} \Rightarrow \frac{M_X + M_Y}{2} = 118,5 \Rightarrow \frac{M_X + M_X + 14}{2} = 118,5 \Rightarrow M_X = 111,5$$

$\Rightarrow$ X: $\text{ClH}_3\text{NCH}_2\text{COOH}$; Y : $\text{ClH}_3\text{NC}_2\text{H}_4\text{COOH}$.

B gồm: $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOK}$ (0,1 mol), $\text{H}_2\text{NC}_2\text{H}_4\text{COOK}$ (0,1 mol) và KOH dư

$$\%m_{\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOK}} = \frac{113.0,1}{32,96} \cdot 100\% = 34,28\%$$

$$\%m_{\text{H}_2\text{NC}_2\text{H}_4\text{COOK}} = \frac{127.0,1}{32,96} \cdot 100\% = 38,53\%$$

$$\%m_{\text{KOH dư}} = 100\% - 34,28\% - 38,53\% = 27,19\%$$

Công thức cấu tạo của A:

