## MỤC LỤC

## Chương 1. Một số phương pháp giải toán hóa học - Trang 2

Bài 1. Phương pháp phân tích hệ số	2
I. Cơ sở của phương pháp	2
1. Phân tích theo tỉ lệ	2
2. Phân tích theo tổng đại số	3
II. Một số ví dụ minh họa	6

# Chương

# MÔT SỐ PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN HÓA HỌC



# PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH HỆ SỐ

## Học xong bài này, em có thể:

- ♦ Nắm được quy tắc phân tích hệ số thuận và quy tắc phân tích hệ số ngược.
- ♦ Hiểu được bản chất của phương pháp này là dựa vào mối liên hệ giữa số mol các chất với hệ số và chỉ số trong phương trình hóa học.
- ♦ Vận dụng linh hoạt phương pháp này vào một số bài toán cụ thể

## Cơ sở của phương pháp



## 1) Phân tích theo tỉ lệ

Tỉ lê hê số các chất trong phương trình hóa hoc

Tỉ lệ mol tương ứng

#### ② Ví dụ 1

#### Phân tích hệ số thuận

Cho m<sub>1</sub> (gam) hỗn hợp X gồm CuO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, FeO tác dụng vừa đủ với V (lít) (đktc) hỗn hợp gồm CO, H<sub>2</sub> thu dduocj m<sub>2</sub> (gam) chất rắn Y. Biết phản ứng xảy ra hoàn toàn. Tính V theo  $m_1, m_2$ ?

## 🖎 Lời giải:

$$R_xO_y + yCO \xrightarrow{t^\circ} xR + yCO_2$$

 $R_xO_v + yCO \xrightarrow{t^\circ} xR + yCO_2$  (1) (Phân tích hệ số thấy hệ số CO = chỉ số O trong oxit)

$$R_x O_y + y H_2 \xrightarrow{t^\circ} x R + y H_2 O$$

 $R_xO_y + yH_2 \xrightarrow{\quad t^\circ \quad} xR + yH_2O \qquad (2) \ (\text{Phân tích hệ số thấy $h$ệ số $H_2$} = \text{chỉ số $O$ trong oxit})$ 

Theo phương trình phản ứng ta thấy 
$$n_{H_2}+n_{CO}=n_O=\frac{m_1-m_2}{16}$$
 
$$\Rightarrow V=\frac{m_1-m_2}{16}\cdot 22, 4=1, 4\,(m_1-m_2).$$

#### ② Ví dụ 2

#### Phân tích hệ số ngược

Đốt cháy hoàn toàn 200ml hợp chất hữu cơ (A) cần dùng 600ml khí oxi, thu được 400 (ml) khí  $CO_2$  và 600 ml hơi nước. Các thể tích khí và hơi đo cùng nhiệt độ, áp suất. Tìm CTPT của chất hữu cơ (A).

 $\mathring{O}$  cùng nhiệt độ, áp suất thì tỉ lệ số mol khí (hơi) bằng tỉ lệ thể tích tương ứng  $\Rightarrow n_A: n_{O_2}: n_{CO_2}: n_{H_2O} = 200: 600: 400: 600 = 1: 3: 2: 3 \text{ Như đã nói ở trên, tỉ lệ số mol chính là tỉ lệ hệ số. Vậy ta có PTHH như sau:}$ 

$$C_xH_yO_z + 3O_2 \xrightarrow{t^{\circ}} 2CO_2 + 3H_2O$$

Bảo toàn số mol C, H, O ta có:  $\begin{cases} x=2\\ y=3\cdot 2=6 \end{cases} \qquad \text{Vậy PTPT của hợp chất (A) là $C_2H_6O$.}$   $z=2\cdot 2+3-3\cdot 2=1$ 

## 2 Phân tích theo tổng đại số

#### a) Quy tắc chung

(Dưới đây gọi chung hệ số, chỉ số là hệ số).

Nếu hệ số A  $\pm$  hệ số B=hệ số C  $\pm$  hệ số D Thì  $\Rightarrow$   $n_A \pm n_B = n_C \pm n_D$ 

#### b) Phân tích minh họa

Dưới đây là cách phân tích minh họa cho một số chất và một số phương trình hóa học thường gặp ở cấp THCS.

Từ các phân tích minh họa, bạn đọc có thể mở rộng vận dụng cho nhiều trường hợp khác:

Bảng 1.1: Phân tích minh họa cho một số chất và một số phương trình hóa học thường gặp

Một số phản ứng khảo sát	Kết quả phân tích hệ số
(thường gặp ở cấp THCS)	(Quan hệ số mol)
Phản ứng đốt cháy hợp chất hữu cơ chứa C, H,O $ C_nH_{2n+2-2k}O_m + O_2 \xrightarrow{t^\circ} nCO_2 + (n+1-k)H_2O $ (giả sử Chất X mạch hở, K = số liên kết $\pi$ )	Hệ số $CO_2$ — hệ số $H_2O$ = $n-(n+1-k)$ = $k-1$ = chỉ số liên kết $\pi$ — hệ số chất cháy

✓ Hợp chất X : C <sub>x</sub> H <sub>v</sub> O <sub>z</sub> N <sub>t</sub>		
Độ bất bão hòa là $k = số vòng + số LK pi$ (Nếu $\mathbf{X}$ mạch hở thì $\mathbf{k} = số$ liên kết pi)	Theo công thức độ bất bão hòa: $k = \frac{2C+2-H+N}{2} = C+1-0,5H+0,5N$ $= \text{chỉ số } C + \text{hệ số } X - 0,5\text{chỉ số } H$ $+0,5\text{chỉ số } N$ Nếu X mạch hở thì $\Rightarrow \begin{cases} n_{\pi} = n_C + n_x - 0,5n_H + 0,5n_N \\ = n_{CO_2} + n_x - n_{H_2O} + n_{N_2} \end{cases}$	
	$\begin{aligned} M &= 14n + 2 - 2k \\ \Rightarrow m_{hidrocacbon} &= 14n_C + n_X - 2n_{\pi} \end{aligned}$	
$igodelightarrow$ An col no đơn chức, mạch hở $(X)$ : $C_nH_{2n+2}O$	$M = 14n + 18$ $\Rightarrow m_{ancol} = 14n_C + 18n_X$	
✓ An col đơn chức, mạch hở (X): C <sub>n</sub> H <sub>2n+2-2k</sub> O	$\begin{aligned} \mathbf{M} &= 14\mathbf{n} + 18 - 2\mathbf{k} \\ \Rightarrow \mathbf{m}_{ancol} &= 14\mathbf{n}_{C} + 18\mathbf{n}_{X} - 2\mathbf{n}_{Lk\pi} \end{aligned}$	
Axit no đơn chức, mạch hở (X): $C_nH_{2n}O_2$	$M = 14n + 32$ $\Rightarrow m_{axit} = 14n_C + 32n_X$	
<ul> <li>✓ Axit hoặc este đơn chức mạch hở (X):</li> <li>C<sub>n</sub>H<sub>2n-2k</sub>O<sub>2</sub></li> <li>(Với k=số liên kết π ngoài nhóm chức</li> <li>-COO-)</li> </ul>	$\begin{aligned} M &= 14n + 32 - 2k \\ \Rightarrow m_{axit} &= 14n_C + 32n_X - 2n_{\pi(ngo\grave{a}i\ ch\acute{u}c)} \end{aligned}$	
Chất béo (triglixerit) (X): $C_nH_{2n-4-2k}O_6$ (Với $k = s \hat{o}$ liên kết π ngoài nhóm chức $-COO-$ )	$M = 14n + 92 - 2k$ $\Rightarrow m_{CB} = 14n_C + 92n_X - 2n_{\pi(ngo\grave{a}i\ ch\acute{u}c)}$	
✔ Hỗn hợp Fe và các oxit sắt (Fe,O) tác dụng với axit có tính oxi hóa mạnh (HNO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> đặc nóng)		
$3Fe_xO_y + (12x - 2y)HNO_3 \rightarrow 3xFe(NO_3)_3$ +(6x - y)H <sub>2</sub> O + (3x - 2y)NO ↑	Hệ số NO $=3x-2y=$ số n/tử Fe $-\frac{2}{3}$ số n/tử O $\Rightarrow n_{NO}=n_{Fe}-\frac{2}{3}n_{O}$	
Fe <sub>x</sub> O <sub>y</sub> + $(6x - 2y)$ HNO <sub>3</sub> $\rightarrow$ xFe $(NO_3)_3$ + $(3x - y)$ H <sub>2</sub> O + $(3x - 2y)$ NO <sub>2</sub> $\uparrow$	Hệ số $NO_2 = 3x - 2y$ $= 3 \cdot số n/tử Fe - 2 \cdot số n/tử O$ $\Rightarrow n_{NO_2} = 3n_{Fe} - 2n_O$	

$2Fe_{x}O_{y} + (6x - 2y)H_{2}SO_{4d\mathring{a}c} \rightarrow xFe_{2}(SO_{4})_{3} \\ + (6x - 2y)H_{2}O + (3x - 2y)SO_{2} \uparrow$ $\textcircled{Phản ứng este hóa giữa rượu đơn chức và}$	Hệ số $SO_2 = 3x - 2y$ $= 1,5 \cdot số nguyên tử Fe - số nguyên tử O$ $\Rightarrow n_{SO_2} = 1,5n_{Fe} - n_O$
axit đơn chức.  RCOOH + R'OH ← RCOOR' + HOH	$\Delta$ hệ số $\mathrm{H}^+=1+1-1=1=$ hệ số ancol pu $\Rightarrow \mathrm{n_{H^+}(gi am)}=\mathrm{n_{ancol}(ph an \ úng)}$
❷ Hỗn hợp (CO <sub>2</sub> , hơi nước) qua than nóng đỏ $C + CO_2 \xrightarrow{t^{\circ}} 2CO  (1)$ $C + H_2O \xrightarrow{t^{\circ}} CO + H_2  (2)$ $C + 2H_2O \xrightarrow{t^{\circ}} CO_2 + 2H_2  (3)$ ♣ Lưu ý: Viết tắt ở cột bên phải: "HS" là hệ .	$(1): \Delta \operatorname{HS}_{khi} = 2\operatorname{HS}_{tru\acute{o}c} - \operatorname{HS}_{sau} = 0$ $\operatorname{HS}_{khi} \operatorname{sau} - \operatorname{HS}_{khi} \operatorname{tru\acute{o}c} = 1 = \frac{1}{2}\operatorname{HS}_{(CO+H_2)}$ $(2): \Delta \operatorname{HS}_{khi} = 2\operatorname{HS}_{tru\acute{o}c} - \operatorname{HS}_{sau} = 0$ $\operatorname{HS}_{khi} \operatorname{sau} - \operatorname{HS}_{khi} \operatorname{tru\acute{o}c} = 1 = \frac{1}{2}\operatorname{HS}_{(CO+H_2)}$ $(3): \Delta \operatorname{HS}_{khi} = 2\operatorname{HS}_{tru\acute{o}c} - \operatorname{HS}_{sau} = 1 = \operatorname{HS}_{CO_2}$ $\operatorname{HS}_{khi} \operatorname{sau} - \operatorname{HS}_{khi} \operatorname{tru\acute{o}c} = 1 = \frac{1}{2}\operatorname{HS}_{(CO+H_2)}$ $\stackrel{\bullet}{\bullet} \operatorname{K\acute{e}t} \operatorname{lu\acute{a}n}:$ $\mathbf{X} (\operatorname{CO}_2, \operatorname{H}_2\operatorname{O}) \xrightarrow{\mathbf{C}(t^\circ)} \mathbf{Y} (\operatorname{CO}_2, \operatorname{CO}, \operatorname{H}_2)$ $\operatorname{Thi} \operatorname{lu\acute{o}n} \operatorname{c\acute{o}} \operatorname{c\acute{a}c} \operatorname{quan} \operatorname{h\acute{e}} \operatorname{sau} \operatorname{d\acute{a}y}:$ $\stackrel{\bullet}{\bullet} \operatorname{n}_{CO_2} = 2\operatorname{n}_X - \operatorname{n}_Y$ $\stackrel{\bullet}{\bullet} \operatorname{n}_{(H_2,CO)} = 2 (\operatorname{n}_Y - \operatorname{n}_X)$
$igotimes$ Hỗn hợp X (HC hở, $H_2$ ) $\xrightarrow{Ni,t^{\circ}}$ Y: $C_nH_{2n+2-2k} + kH_2 \xrightarrow{Ni,t^{\circ}} C_nH_{2n+2}$	$\Delta \text{ hệ số} = 1 + k - 1 = k = \text{hệ số } H_2$ $\Rightarrow \text{số mol khí giảm} = \text{số mol } H_2 \text{ phản ứng}$ $\text{Hay: } n_Y = n_X - n_{H_{2(\text{pu})}}$ $\Delta \text{ hệ số} = 2 + 1 - 2 = 1 = \text{hệ số } O_2$

Hay  $n_{\rm Y} = n_{\rm X} - n_{{\rm O}_{2({\rm phản~úng})}}$ 

 $\Rightarrow$  số mol khí giảm = số mol  $O_2$  Phản ứng.

igotimes Hỗn hợp X (SO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>)  $\xrightarrow{xt}$  Y(SO<sub>3</sub>,SO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>):

 $2SO_2 + O_2 \xrightarrow{xt} 2SO_3$ 

$ \Theta$ Hỗn hợp $X (N_2, H_2) \xrightarrow{xt} Y(NH_3, N_2, H_2) $ $ N_2 + 3H_2 \xrightarrow{t^{\circ}} 2NH_3 $	$\Delta \ \text{hệ số} = 1 + 3 - 2 = \text{hệ số NH}_3$ $\Rightarrow \text{số mol khí giảm} = \text{số mol NH}_3 \text{ sinh ra.}$ $\text{Hay } n_Y = n_X - n_{\text{NH}_3}$
	$\Delta$ hệ số = 1 + 3 - 2 = 2 = hệ số CH <sub>4</sub>
hỗn hợp Y (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> ):	$\Rightarrow$ số mol khí tăng $=$ số mol CH <sub>4</sub> phản ứng.
$2CH_4 \xrightarrow{t^\circ} C_2H_2 + 3H_2$	Hay $n_{\mathrm{Y}} = n_{\mathrm{CH}_{4(\mathrm{ban}\;\mathrm{d\`{a}u})}} + n_{\mathrm{CH}_{4(\mathrm{ph\acute{a}n}\;\acute{u}ng)}}$
$\bigcirc$ Hỗn hợp X (Cl <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> ) $\xrightarrow{a.s.}$ Y(HCl, Cl <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> )	$\Delta \text{ hệ số} = 1 + 1 - 2 = 0$
$H_2 + Cl_2 \xrightarrow{a.s} 2HCl$	$\Rightarrow$ số mol khí không đổi. $(n_Y=n_X)$

## II. Một số ví dụ minh họa

#### ② Ví dụ 1

#### Bài tập hỗn hợp chứa Fe và oxit sắt tác dụng với axit có tính oxi hóa mạnh

Hòa tan hoàn toàn 6,0 gam hỗn hợp X gồm Cu, Mg và một oxit sắt trong dung dịch  $HNO_3$  đặc, nóng dư thu được 2,24 lít  $NO_2$  (spk duy nhất, đo ở đktc) và dung dịch X (trong đó nồng độ mol của muối magie gấp 3 lần nồng độ mol của muối đồng). Làm bay hơi nước từ dung dịch X thì thu được 20,84 gam muối khan. Viết các phương trình hóa học và tìm công thức hóa học của oxit sắt.

## 🖎 Hướng dẫn:

Tính  $n_{NO_2} = 0, 1 \text{ (mol)}$ 

Phương trình hóa học:

$$Fe_{x}O_{y} + (6x - 2y)HNO_{3} \longrightarrow xFe\left(NO_{3}\right)_{3} + (3x - y)H_{2}O + (3x - 2y)NO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ (1)\left(n_{NO_{2}} = 3n_{Fe} - 2n_{O}\right) * \\ + (3x - 2y)HO_{2} \uparrow \ ($$

$$Cu + 4HNO_3 \longrightarrow Cu (NO_3)_2 + 2H_2O + 2NO_2 \uparrow (2)$$

$$Mg + 4HNO_3 \longrightarrow Mg(NO_3)_2 + 2H_2O + 2NO_2 \uparrow (3)$$

Theo các ptpu:  $n_{NO_2} = 3n_{Fe} + 2n_{Cu} + 2n_{Mg} - 2n_{O}$ .

Gọi số mol nguyên tố Fe, Cu, O trong X lần lượt là  $a,b,c \Rightarrow n_{Mg} = 3b (mol)$ 

Bảo toàn số mol kim loại  $\Rightarrow$  muối gồm:  $a(mol)Fe\left(NO_3\right)_3$ ;  $b(mol)Cu\left(NO_3\right)_2$ ;  $3b(mol)Mg\left(NO_3\right)_2$ 

Theo giả thiết ta có: 
$$\begin{cases} 3a + 8b - 2c = 0, 1 \\ 56a + 136b + 16c = 6 \Rightarrow \begin{cases} a = 0,06 \\ b = 0,01 \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{n_{Fe}}{n_{O}} = \frac{0,06}{0,08} = \frac{3}{4} \\ c = 0,08 \end{cases}$$

Vậy công thức của oxit sắt là: Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

#### ② Ví du 2

#### Bài toán hỗn hợp CO2, hơi nước đi qua than nóng đỏ

Dẫn 0,2 mol hỗn hợp X gồm khí  $CO_2$  và hơi nước qua than nung đỏ thu được 0,31mol hỗn hợp khí Y gồm  $CO,H_2,CO_2$ . Cho toàn bộ X hấp thụ vào trong 200ml dung dịch chứa đồng thời NaOH0,2M và  $Ba(OH)_20,2M$  thu được  $m_1$  (gam) kết tủa. Mặt khác, dẫn toàn bộ X qua  $m_2$  (gam) hỗn hợp Z(d) gồm  $CuO,Fe_2O_3,MgO,Fe_3O_4$  đến khi phản ứng hoàn toàn thu được 28,08 gam chất rắn T. Giả thiết các oxit kim loại chỉ bị khử thành kim loại. Viết các phương trình hóa học của phản ứng xảy ra và tính giá trị  $m_1,m_2$ .

## 🖎 Hướng dẫn:

♦ Thí nghiệm 1:

$$CO_2 + C \xrightarrow{t^{\circ}} 2CO$$

$$H_2O + C \xrightarrow{t^{\circ}} CO + H_2$$

$$2H_2O + C \xrightarrow{t^{\circ}} CO_2 + 2H_2$$

Theo các phương trình phản ứng ta thấy:

$$\begin{cases} 2n_{X} - n_{Y} = n_{CO_{2}} \\ 2(n_{Y} - n_{X}) = n_{CO} + n_{H_{2}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{CO_{2}} = 0, 2.2 - 0, 31 = 0,09 \text{ mol} \\ n_{CO} + n_{H_{2}} = 2.(0,31 - 0,2) = 0,22 \text{ mol} \end{cases}$$

♦ Thí nghiệm 2:

$$n_{\text{NaOH}} = n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = 0, 2.0, 2 = 0, 04 \text{mol}$$

Vì  $n_{NaOH+Ba(OH)_2} = 0.08 mol < n_{CO_2} = 0.09 mol < n_{OH} = 0.12 mol \Rightarrow kết tủa BaCO_3 tan một phần.$  $<math>\Rightarrow$  Các muối sau phản ứng gồm BaCO\_3, Ba (HCO\_3)\_2, NaHCO\_3

$$CO_2 + Ba(OH)_2 \longrightarrow BaCO_3 \downarrow + H_2O$$
  
 $2CO_2 + Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba(HCO_3)_2$   
 $CO_2 + NaOH \longrightarrow NaHCO_3$ 

Phân tích các phương trình phản ứng  $\Rightarrow$   $n_{BaCO_3} = n_{OH} - n_{CO_2} = 0, 12 - 0, 09 = 0, 03$ mol  $\Rightarrow$   $m_1 = 0, 03.197 = 5, 91$  (gam)

 $\diamond$  Thí nghiệm 2: MgO không bị khử Đặt công thức các oxit kim loại bị khử là  $R_xO_y$  Các phương trình hóa học:

$$yCO + R_xO_y \xrightarrow{t^\circ} xR + yCO_2$$
  
 $yH_2 + R_xO_y \xrightarrow{t^\circ} xR + yH_2O$ 

Theo các phương trình phản ứng:  $n_O$  (bị khử ) =  $n_{CO_2} + n_{H_2} = 0,22$ mol TGKL  $\Rightarrow m_Z - m_{O(bị~khử)} = m_T \Rightarrow m_2 = 28,08 + 0,22.16 = 31,6$  (gam)

#### ② Ví dụ 3

#### Đốt cháy hỗn hợp nhiều chất hữu cơ có chung mối liên hệ

Hỗn hợp E gồm  $CH_3COOH$ ,  $CH_3CH(OH)COOH$ , benzen,  $CH_2 = CH - CH_2COOH$  (oxi chiếm 34,25% theo khối lượng). Đốt cháy hoàn toàn m (gam) hỗn hợp E trong khí oxi, dẫn toàn bộ sản phẩm cháy vào dung dịch NaOH dư thì thấy khối lượng bình tăng 18,22 gam. Viết các phương trình hóa học của phản ứng xảy ra và tính giá trị của m.

## 🖎 Hướng dẫn:

Phân tích: Các chất trong E gồm  $C_2H_4O_2$ ,  $C_3H_6O_3$ ,  $C_6H_6$ ,  $C_4H_6O_2$ . Từ các CTPT ta thấy mối liên hệ chung về chỉ số nguyên tử là H-C=O ( tức là số mol H- số mol C= số mol O). Như vậy E có 3 nguyên tố mà đã biết 3 dữ kiện, điều này cho thấy có đủ cơ sở để ta tìm được lượng từng nguyên tố trong E. Từ đây bảo toàn khối lượng sẽ tìm được giá trị m. Các phương trình hóa học:

$$C_{2}H_{4}O_{2} + 2O_{2} \xrightarrow{t^{\circ}} 2CO_{2} + 2H_{2}O$$

$$C_{3}H_{6}O_{3} + 3O_{2} \xrightarrow{t^{\circ}} 3CO_{2} + 3H_{2}O$$

$$C_{6}H_{6} + 7,5O_{2} \xrightarrow{t^{\circ}} 6CO_{2} + 3H_{2}O$$

$$C_{4}H_{6}O_{2} + 4,5O_{2} \xrightarrow{t^{\circ}} 4CO_{2} + 3H_{2}O$$

$$CO_{2} + 2NaOH \longrightarrow Na_{2}CO_{3} + H_{2}O$$

Gọi a, b lần lượt là số mol CO<sub>2</sub> và H<sub>2</sub>O

Phân tích CTPT trong  $E \Rightarrow Quy$  luật chung:  $n_O = n_H - n_C \Rightarrow n_O = (2b - a)mol$ 

Theo đề ta có: 
$$16 \cdot (2b - a) = \frac{34,25}{65,75} \cdot (12a + 2b)$$
 (1)

Mặt khác, bình NaOH tăng  $18,22 \text{ gam} \Rightarrow 44a + 18b = 18,22 (2)$ 

Giải phươn trình (1,2) được: a = 0,32; b = 0,23

$$BTKL \Rightarrow m = 0,32 \cdot 12 + 0,23 \cdot 2 + 16 \cdot (2 \cdot 0,23 - 0,32) = 6,54 \text{ gam}$$

#### ② Ví dụ 4 Phân tích mối liên hệ giữa số mol C, khối luợng hỗn hợp và số mol liên kết pi

Hỗn hợp X gồm các hidrocacbon mạch hở và các ancol mạch hở. Cho 8,18 gam X tác dụng Na dư thu được 1,008 lít  $H_2$  (đktc). Đốt cháy hoàn toàn 8,18 gam hỗn hợp X trong khí oxi, thu được  $CO_2$  và  $H_2O$ . Dẫn toàn bộ sản phẩm cháy qua dung dịch  $Ca(OH)_2$  thu được 30 gam kết tủa và dung dịch Y. Đun nóng Y thì thu được tối đa 10 gam kết tủa. Mặt khác, dẫn 8,18 gam X qua dung dịch brom dư thì thấy có 38,4 gam  $Br_2$  phản ứng. Tính số mol của 8,18 gam X?

🖎 Hướng dẫn:

Phân tích: Hỗn hợp X chứa hidrocacbon nào và ancol nào không hề biết. Chỉ biết ancol và hidrocacbon đều mạch hở nên toàn bộ liên kết pi nằm ở phần gốc hidrocacbon (C = C hoặc  $C \equiv C$ ).

Ta thấy cứ 2 mol OH  $\longrightarrow$  1 mol H<sub>2</sub>. (từ đây tính được số mol O = 0,09 mol)

Đặt CTPT chung của  $X:C_nH_{2n+2-2k}O_m$  và phân tích CT này ta thấy: M=14n+2-2k+16m

Nghĩa là:  $m_X = 14n_C + 2n_X - 2n_{Br_2} + 16n_O$ . Từ đây tính được số mol X.

♦ Tác dụng với Na:

$$R(OH)_x + xNa \longrightarrow R(ONa)_x + \frac{x}{2}H_2 \uparrow (1)$$

$$n_O = n_{OH} = 2n_{H_2} = \frac{1,008}{22,4} \cdot 2 = 0,09 mol$$

Phản ứng đốt cháy:

$$C_nH_{2n+2-2k}O_m + \left(\frac{3n+1-k-m}{2}\right)O_2 \xrightarrow{t^{\circ}} nCO_2 + (n+1-k)H_2O \qquad (2)$$

$$CO_2 + Ca(OH)_2 \xrightarrow{t^{\circ}} CaCO_3 \downarrow + H_2O$$
 (3)

$$2CO_2 + Ca(OH)_2 \xrightarrow{t^{\circ}} Ca(HCO_3)_2 \tag{4}$$

$$Ca(HCO_3)_2 \xrightarrow{t^\circ} CaCO_3 \downarrow +H_2O + CO_2 \uparrow$$
 (5)

♦ Phản ứng với dung dịch Br<sub>2</sub>:

$$C_nH_{2n+2-2k}O_m + kBr_2 \xrightarrow{t^{\circ}} C_nH_{2n+2-2k}O_mBr_{2k}$$
 (6)

Theo 
$$(2,3,4)$$
 thấy:  $n_{CO_2} = n_{KT}(L1) + 2n_{KT}(L2) = \frac{30}{100} + \frac{20}{100} = 0,5$ mol

Theo (6): 
$$n_{Ik\pi} = n_{Br_2} = \frac{38.4}{160} = 0.24 \text{mol}$$

Phân tích CT của  $X: C_nH_{2n+2-2k}O_m \Rightarrow M = 14n+2-2k+16m$ 

$$V \\ \hat{a} y \; m_X = 14 \\ n_C + 2 \\ n_X - 2 \\ n_{1k\pi} + 16 \\ n_O \\ \Rightarrow n_X = (8, 18 - 14.0, 5 + 2.0, 24 - 16.0, 09) : 2 = 0, 11 \\ molecular \\ molecular$$

**Lưu ý:** Nếu bài toán trên là trắc nghiệm thì không cần viết phản ứng, ta chỉ cần phân tích CTPT tìm ra mối liên hệ và thay số liệu vào, bấm máy ra kết quả ngay mà không cần phải tìm số mol  $H_2O$  rồi dùng công thức liên hệ số mol LK pi:  $n_{CO_2} - n_{H_2O} + n_X = n_{Br_2}$ 

#### **O** Ví dụ 5 Phân tích mối liên hệ giữa số mol CO<sub>2</sub>, số mol H<sub>2</sub>O của sản phẩm đốt cháy

Hỗn hợp E gồm X:  $C_nH_{2n+2}O, Y$ :  $C_mH_{2m+1}COOH$  và Z:  $(COOH)_2$  (trong đó số mol Z gấp đôi số mol X). Đốt cháy hoàn toàn a gam E trong khí oxi thu được 5,28 gam  $CO_2$  và 1,98 gam  $H_2O$ . Mặt khác, a gam hỗn hợp E tác dụng vừa đủ với 50ml dung dịch KOH 1,2M thu được b gam muối. Tìm công thức của X, Y và tính giá trị của a, b.

🖎 Hướng dẫn:

- Phân tích: Các chất X (k = 0), Y (k = 1), Z (k = 2). Phân tích mối liên hệ số mol  $CO_2$  và  $H_2O$  ta tìm được mối liên hệ giữa số mol X, Y, Z:
- $\diamond$  mol X cháy cho n (mol) CO<sub>2</sub> và (n+1) mol H<sub>2</sub>O  $\Rightarrow$  n<sub>CO<sub>2</sub></sub> n<sub>H<sub>2</sub>O</sub> = -n<sub>X</sub>
- $\diamond$  mol Y cháy cho  $(m+1)(mol)CO_2$  và (m+1) mol  $H_2O \Rightarrow n_{CO_2} n_{H_2O} = 0$

1 mol Z cháy cho 2 (mol) CO2 và 1 mol  $H_2O \Rightarrow n_{CO_2} - n_{H_2O} = n_Z$ 

Như vậy 
$$\sum n_{\mathrm{CO}_2} - \sum n_{\mathrm{H}_2\mathrm{O}} = n_{\mathrm{Z}} - n_{\mathrm{X}}$$

Số mol KOH = số mol COOH =  $n_Y + 2n_Z$ 

Tính số mol  $n_{KOH} = 0.06$  mol;  $n_{CO_2} = 0.12$  mol;  $n_{H_2O} = 0.11$  mol

Phản ứng đốt cháy E:

$$C_{n}H_{2n+2}O + \frac{3n}{2}O_{2} \xrightarrow{t^{\circ}} nCO_{2} + (n+1)H_{2}O$$

$$C_{m}H_{2m+1}COOH + \frac{3m+1}{2}O_{2} \xrightarrow{t^{\circ}} (m+1)CO_{2} + (m+1)H_{2}O$$

$$(COOH)_{2} + 1/2O_{2} \xrightarrow{t^{\circ}} 2CO_{2} + H_{2}O$$

Theo các ptpư cháy:  $n_{CO_2}-n_{H_2O}=n_Z-n_X=n_X \Rightarrow \begin{cases} n_X=0, 12-0, 11=0, 01 \text{ mol } \\ n_Z=0, 02 \text{ mol} \end{cases}$ 

♦ Tác dụng với KOH:

$$C_mH_{2m+1}COOH + KOH \longrightarrow C_mH_{2m+1}COOK + H_2O$$

$$(COOH)_2 + 2KOH \longrightarrow (COOK)_2 + 2H_2O$$

$$n_{COOH} = n_{KOH} = 0,06 \text{ mol} \Rightarrow n_{Y} = 0,06 - 2.0,02 = 0,02 \text{ mol}$$

BTKL 
$$\Rightarrow$$
 a = 0, 12 · 12 + 0, 11 · 2 + 0, 06 · 32 + 0, 01 · 16 = 3,74 gam

Bảo toàn mol C  $\Rightarrow$  0,01n + 0,02.(m + 1) = 0,12 - 0,02.2

$$\Rightarrow n+2m=6 \Rightarrow \begin{bmatrix} n=2; m=2\\ n=4; m=1 \end{bmatrix}$$

★ Trường hợp 1: n = 2; m = 3

Công thức của X: C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH; công thức của Y: C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>COOH.

Muối: 0,02 mol(COOK)<sub>2</sub>; 0,02 molC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>COOK

$$\Rightarrow$$
 b = 0,02 · 166 + 0,02 · 112 = 5,56 gam

★ Trường hợp 2: n = 4; m = 1

Công thức của X: C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>OH; công thức của Y: CH<sub>3</sub>COOH.

Muối: 0,02 mol(COOK)<sub>2</sub>;0,02 molCH<sub>3</sub>COOK

$$\Rightarrow$$
 b = 0,02 · 166 + 0,02.98 = 5,28 gam

#### ② Ví du 6

#### Phân tích các mối liên hệ trong phân tử chất béo

Hỗn hợp E gồm các chất béo và axit béo tự do (trong đó oxi chiếm 10,88% theo khối lượng). Xà phòng hóa hoàn toàn m gam E bằng dung dịch NaOH dư đun nóng, sau phản ứng thu được dung dịch chứa 103,3 gam hỗn hợp các muối C<sub>17</sub>H<sub>35</sub>COONa, C<sub>17</sub>H<sub>33</sub>COONa, C<sub>17</sub>H<sub>31</sub>COONa và 10,12 gam glixerol. Mặt khác, m gam E phản ứng tối đa với x gam Br<sub>2</sub> trong dung dịch. Tính giá trị của x?

## 🖎 Hướng dẫn:

🗪 Phân tích: Các muối đều có 18C. Đây là cơ sở để ta đặt công thức trung bình của hỗn hợp muối thu được là  $C_{17}H_{35-2k}COONa$ . Muối  $C_{17}H_{35-2k}COONa$  có khối lượng mol M=306-2k $\Rightarrow m_{\text{mu\acute{o}i}} = 306n_{\text{mu\acute{o}i}} - 2n_{\text{C}=\text{C}}.$ 

Như vậy để tìm số mol Br<sub>2</sub> ta chỉ cần biết số mol muối (bằng số mol nhóm-COO-)

#### Lời giải:

Tính số  $\text{mol}_{C_3H_5(OH)_3} = \frac{10,12}{92} = 0,11 \text{ (mol)}$ Phương trình phản ứng:

$$(RCOO)_3C_3H_5 + 3NaOH \longrightarrow 3RCOONa + C_3H_5(OH)_3$$
 $0,11$ 
 $0,33 \longleftarrow 0,11 \pmod{1}$ 
 $R'COOH + NaOH \longrightarrow R'COONa + H_2O$ 
 $a \pmod{1}$ 

$$\begin{split} TGKL &\Rightarrow m_E - 0, 11 \cdot 41 - 1a + (0, 33 + a) \cdot 23 = 103, 3 \Rightarrow m_E = (100, 22 + 22a) \text{ gam} \\ Theo \% \text{ khối lượng oxi} &\Rightarrow \frac{(0, 33 + a) \cdot 32}{100, 22 + 22a} = \frac{10, 88}{100} \Rightarrow a = 0, 01 \text{ mol} \end{split}$$

Đặt công thức muối C<sub>17</sub>H<sub>35-2k</sub>COONa: 0,34mol

Phân tích CT muối ta thấy: 
$$M=306-2k$$
  $\Rightarrow m_{\text{muối}}=306n_{\text{muối}}-2n_{\text{C}=\text{C}}\Rightarrow n_{\text{C}=\text{C}}=\frac{306.0,34-103,3}{2}=0,37 \text{ mol}$ 

Vì khi cho E tác dụng dung dịch  $Br_2$  thì chỉ xảy ra phản ứng cộng vào liên kết C=C của gốc axit. Vì vậy số mol Br<sub>2</sub> phản ứng với E bằng số molBr<sub>2</sub> phản ứng với muối.

$$C_{17}H_{35-2k}COONa + kBr_2 \longrightarrow C_{17}H_{35-2k}Br_{2k}COONa$$

$$n_{Br_2} = n_{C=C} = 0.37 \text{ mol} \Rightarrow x = 0.37 \cdot 160 = 59.2 \text{ (gam)}.$$

#### ② Ví dụ 7

#### Câu hỗn hợp kim loại kiềm, kiềm thổ và oxit của chúng

Hòa tan hoàn toàn 21,9 gam hỗn hợp X gồm Ba, BaO, Na, Na<sub>2</sub>O trong nước dư thì thu được 1,12 lít khí (đktc) và 200 gam dung dịch Y (nồng đô % của Ba(OH)<sub>2</sub> là 10,26%). Suc từ từ 6,72 lít CO<sub>2</sub> (đktc) vào Y đến khi phản ứng hoàn toàn thu được m gam kết tủa. Tính giá trị của m.

🖎 Hướng dẫn:

🗪 Phân tích: Đây là bài toán có nhiều cách giải (BT mol kết hợp BTKL, phương pháp quy đổi, phương pháp sư dung bảo toàn electron... các phương pháp này cũng khá hiệu quả. Tuy nhiên, để thấy vẻ đẹp về các mối liên hệ trong phương trình hóa học ta hãy xem xét bài toán qua phương pháp sư dụng công thúc đại diện kết hợp phân tích hệ số.

Na và  $Na_2O$  có CTTB là  $Na_2O_x(0 < x < 1)$ . Ba và BaO có CTTB là  $BaO_v(0 < y < 1)$ . Mỗi chất này đại diện cho kim loại và oxit của nó nên sản phẩm phản ứng với nước là bazơ và H<sub>2</sub>. Hỗn hợp X có 3 nguyên tố, đề bài cho 3 dữ kiên nên đủ cơ sở tìm số mol mỗi nguyên tố. Có một mối quan hệ rất đặc biệt nằm trong PTHH giúp ta tìm ra một biểu thúc tương tự như bảo toàn electron:

- ♦ Nếu BT eletron thì Na, Ba trao đổi e với O trong X và  $H_2$ . Do đó  $n_{Na} \cdot 1 + n_{Ba} \cdot 2 = n_{H_2} \cdot 2 n_O \cdot 2$  (\*)
- ♦ Nếu phân tích hê số ta sẽ thấy gì?

$$Na_2O_x + (2-x)H_2O \longrightarrow 2NaOH + (1-x)H_2 \uparrow$$
 (1) Hệ số  $H_2 = 1 - x = 1/2$ chỉ số  $Na -$  chỉ số Ø

$$BaO_y + (2-y)H_2O \longrightarrow Ba(OH)_2 + (1-y)H_2 \uparrow \qquad (2) \text{ Hệ số } H_2 = 1-y = \text{chỉ số Ba} - \text{chỉ số O}$$

Quan hệ hệ số là quan hệ số mol  $\Rightarrow$   $n_{H_2} = \frac{1}{2} n_{Na} + n_{Ba} - n_O (**)$  (Biểu thức này tương đương với (\*))

$$n_{H_2} = \frac{1{,}12}{22{,}4} = 0{,}05 \text{ mol}; \\ n_{Ba(OH)_2} = \frac{200 \cdot 10{,}26}{100.171} = 0{,}12 \text{ mol}; \\ n_{CO_2} = \frac{6{,}72}{22{,}4} = 0{,}3 \text{ mol}$$

Đặt công thức đại diện của các chất trong X là: Na<sub>2</sub>O<sub>x</sub> và BaO<sub>v</sub>

Phản ứng của X với nước:

$$Na_{2}O_{x} + (2 - x)H_{2}O \longrightarrow 2NaOH + (1 - x)H_{2} \uparrow (1) \left(n_{H_{2}} = \frac{1}{2}n_{Na} - n_{O}\right)$$

$$BaO_{y} + (2 - y)H_{2}O \longrightarrow Ba(OH)_{2} + (1 - y)H_{2} \uparrow (2) \left(n_{H_{2}} = n_{Ba} - n_{O}\right)$$

Phân tích hệ số ta thấy:  $\sum n_{H_2} = 0.5 n_{Na} + n_{Ba} - n_{O}$ 

Bảo toàn số mol<br/>Ba $\Rightarrow n_{Ba}=n_{Ba(OH)_2}=0{,}12mol$ 

Theo đề ta có: 
$$\begin{cases} 23n_{Na} + 16n_{O} = 21,9 - 0,12.137 \\ 0,5n_{Na} - n_{O} = 0,05 - 0,12 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{Na} = 0,14 \text{mol} \\ n_{O} = 0,14 \text{mol} \end{cases}$$

Bảo toàn số molNa  $\Rightarrow$  n<sub>NaOH</sub> = 0,14mol

Vì  $n_{ki \hat{e}m} = 0.26 mol < n_{CO_2} = 0.3 < n_{OH} = 0.38 mol \Rightarrow k \hat{e}t$  tủa tan một phần.

♦ Phương trình hóa học của Y với CO₂:

$$CO_2 + Ba(OH)_2 \longrightarrow BaCO_3 \downarrow + H_2O$$
 (3)  $(n_{OH} - n_{CO_2} = n_{BaCO_3})$   
 $2CO_2 + Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba(HCO_3)_2$  (4)  $(n_{OH} - n_{CO_2} = 0)$   
 $CO_2 + NaOH \longrightarrow NaHCO_3$  (5)  $(n_{OH} - n_{CO_2} = 0)$ 

Theo các ptpu (3,4,5) :  $n_{BaCO_3} = \sum n_{OH} - \sum n_{CO_2} = 0,38 - 0,3 = 0,08$ mol Khối lượng kết tủa: m = 0.08.197 = 15,76 gam.

#### ② Ví dụ 8

#### Phân tích tăng giảm số mol trong phản ứng toàn chất khí

Cho 8 gam CH<sub>4</sub> vào bình kín có dung tích 7 lít. Nung nóng bình để phản ứng nhiệt phân xảy ra, sau đó đưa nhiệt độ bình về 0°C thì thu được hỗn hợp khí X gồm CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, áp suất trong bình là 3atm. Tính Hiệu suất phản ứng nhiệt phân metan và tỉ khối của X so với He.

## 🖎 Hướng dẫn:

🗪 Phân tích: Đây là một bài tập không khó nhưng khá hay. Dễ thấy hỗn hợp trước và sau phản ứng đều giữ nguyên các nguyên tố ban đầu nên không lượng không đổi ( $m_X = m_{CH_4} = 8gam$ ).

Phân tích hệ số phản ứng:  $2CH_4 \xrightarrow{t^\circ} C_2H_2 + 3H_2$  thấy  $\Delta$  hệ số = 1 + 3 - 2 = 2 = hệ số  $CH_4$ .

Như vây trong phản ứng này số mol khi tăng lên đúng bằng số mol khí CH<sub>4</sub> phản ứng.

Tính số mol khí X trong bình kín 7 lít (0°C, 3amt) thì số mol gấp 3 lần so với ĐKTC (0°C; 1atm) do số mol tỉ lệ thuận với áp suất (khi thể tích và nhiệt độ không đổi)  $\Rightarrow$   $n_X = 3 \cdot (7:22,4) = 0,9375$  mol

$$n_{CH_4} = \frac{8}{16} = 0.5 \text{ mol}; n_X = \frac{3.7}{22.4} = 0.9375 \text{ mol}$$

Gọi h là hiệu suất phản ứng nhiệt phân  $CH_4\left(h = \frac{H\%}{100}\right) \Rightarrow n_{CH_4}(pur) = 0, 5 \cdot \frac{H}{100} = 0,5h \text{ (mol)}$ 

$$2CH_4 \xrightarrow{\quad t^\circ \quad} \quad C_2H_2 \quad + \quad \quad 3H_2$$

$$0.5h \longrightarrow 0.25h \longrightarrow 0.75h$$
 (mol)

$$\Rightarrow 0.5 + 0.5h = 0.9375 \Rightarrow h = 0.875$$

Vậy hiệu suất phản ứng: H% = h.100% = 0,875.100% = 87,5%   
BTKL 
$$\Rightarrow$$
 m<sub>X</sub> = m<sub>CH<sub>4</sub></sub> = 8 gam  $\Rightarrow$  d<sub>X/He</sub> =  $\frac{8:0,9375}{4} = \frac{32}{15}$ 

#### ② Ví dụ 9

#### Phân tích tăng giảm khối lượng trong phản ứng kim loại tác dụng với muối

Ngâm 5,96 gam hỗn hợp E gồm Fe và Zn trong 300ml dung dịch Cu (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, khuấy đều đến khi phản ứng hoàn toàn thu được dung dịch Y và 6,32 gam chất rắn Z. Cho Y tác dụng với lượng vừa đủ dung dịch NaOH thu được kết tủa lớn nhất, nung kết tủa trong không khí đến khối lượng không đổi, thu được 7,24 gam oxit kim loại. Tính nồng độ mol của dung dịch  $Cu(NO_3)_2$  đã dùng.

## 🖎 Hướng dẫn:

- 🗪 Phân tích: Mấu chốt bài toán ở các đặc điểm sau:
  - Xem xét TGKL kim loại ta thấy: Zn → Cu (khối luợng giảm); Fe → Cu (khối luợng tăng).

Nếu Fe chưa phản ứng thì khối lượng KL giảm. Theo đề khối lượng KL lại tăng ⇒ chúng tỏ Fe đã phản ứng, Zn đã hết.

Mặt khác: Nếu chuyển toàn bộ E thành oxit thì  $\frac{5,96.81}{65} = 7,427(g) < m_{oxit} < \frac{5,96.160}{112} = 8,514 gam.$ Điều này chúng tỏ kim loại Fe còn dur. Nếu không khai thác được dũ kiện này thì phải biện luận trường hợp.

Kỹ thuật phân tích tăng giảm khối lượng trong toán KL tác dụng muối có lẽ không xa lạ với giáo viên chúng ta. Tuy nhiên, xử lý nó như thế nào thì còn tùy thuộc vào phong cách riêng của mỗi người.

#### Lời giải:

Vì khối lượng kim loại sau phản ứng với  $\text{Cu}\left(\text{NO}_3\right)_2$  tăng lên nên Fe đã tham gia phản ứng, Mg hết.

Nếu toàn bộ E chuyển thành oxit thì 
$$\frac{5,96.81}{65} = 7,427(g) < m_{oxit} < \frac{5,96.160}{112} = 8,514$$
 gam

Theo đề  $m_{oxitKL} = 7,24 \text{ gam} < 7,427 \text{ gam} \Rightarrow \text{Kim loại còn dư (Fe dư), } Cu (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> hết.$ 

$$Zn + Cu(NO_3)_2 \longrightarrow Zn(NO_3)_2 + Cu \downarrow$$
 $x \longrightarrow x \qquad x \qquad (mol) \Rightarrow KLgiảm \Delta m = x(g)$ 
 $Fe + Cu(NO_3)_2 \longrightarrow Fe(NO_3)_2 + Cu \downarrow$ 
 $y \longrightarrow y \qquad y \qquad (mol) \Rightarrow KL tăng \Delta m = 8y(g)$ 
 $Zn(NO_3)_2 + 2NaOH \longrightarrow Zn(OH)_2 \downarrow + 2NaNO_3$ 
 $Fe(NO_3)_2 + 2NaOH \longrightarrow Fe(OH)_2 \downarrow + 2NaNO_3$ 
 $Zn(OH)_2 \xrightarrow{t^\circ} ZnO + H_2O$ 
 $2Fe(OH)_2 + 1/2O_2 \xrightarrow{t^\circ} Fe_2O_3 + 2H_2O$ 

Theo bảo toàn số mol Zn, Fe  $\Rightarrow$   $n_{ZnO} = x(mol)$ ;  $n_{Fe_2O_3} = 0.5y$  (mol)

Ta có hệ pt 
$$\begin{cases} -x + 8y = 6,32 - 5,96 \\ 81x + 80y = 7,24 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,04 \\ y = 0,05 \end{cases}$$

Nồng độ moi của dung dịch  $\text{Cu}\left(\text{NO}_3\right)_2: \text{C}_{\text{M}}\text{Cu}\left(\text{NO}_3\right)_2 = \frac{0.09}{0.3} = 0.3\text{M}$ 

#### ② Ví dụ 10

#### Hỗn hợp khí có số mol khi không đổi trong phản ứng

Hỗn hợp X gồm  $CH_4$ ,  $H_2$ ,  $Cl_2$ . Cho 0,35mol X vào bình thạch anh rồi đưa ra ánh sáng sau một thời gian thu được hỗn hợp Y gồm  $CH_3Cl$ , HCl,  $H_2$ ,  $Cl_2$ . Hòa tan toàn bộ Y vào nước dư thu được dung dịch Z (bỏ qua phản ứng của  $Cl_2$  trong nước). Để trung hòa axit trong Z thì cần 100ml dung dịch chứa NaOH0, 1M và  $Ba(OH)_2$  0,3 M. Tính % thể tích của khí hidroclorua trong Y.

🖎 Hướng dẫn:

Phân tích:

♦ Mấu chốt bài toán ở sụ bảo toàn số mol khi trong mỗi phản úng:

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{a/s} CH_3Cl + HCl$$
  $(\Delta h\hat{e} \ s\hat{o} = 1 + 1 - (1 + 1) = 0)$ 

$$H_2 + Cl_2 \xrightarrow{a/s} 2HCl$$
  $(\Delta h\hat{e} \ s\hat{o} = 1 + 1 - 2 = 0)$ 

 $\diamond$  Trong phản úng giữa axit và bazơ thì chú ý phân tích mối liên hệ:  $n_H(axit) = n_{OH}$  (bazơ)

#### Lời giải:

Các phương trình phản ứng:

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{a/s} CH_3Cl + HCl$$
 (1)

$$H_2 + Cl_2 \xrightarrow{a/s} 2HCl$$
 (2)

Theo ptpư (1,2) thấy số mol không đổi  $\Rightarrow$   $n_Y = n_X = 0,35$  mol Dung dịch Z chứa chất tan là HCl.

$$2HCl + Ba(OH)_2 \longrightarrow BaCl_2 + 2H_2O$$
 (3)

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$
 (4)

Theo ptpu (3,4): n<sub>H</sub>( axit ) = n<sub>OH</sub>( bazo )  $\Rightarrow$  n<sub>HCl</sub> = 0,7.0,1 = 0,07 mol Phần trăm thể tích khí HCl trong Y: % V<sub>HCl</sub> =  $\frac{0.07}{0.35} \cdot 100\% = 20\%$ 

#### ② Ví dụ 11

(Hỗn hợp toàn khí, sử dụng phân tích tăng giảm số mol) Trong một bình kín chứa hỗn hợp khí X gồm  $N_2$  và  $H_2$  (tỉ lệ số mol tương ứng là 2:7). Đun nóng bình có xúc tác thích hợp sau một thời gian, thu được hỗn hợp khí Y (khí sản phẩm chiếm 12,5% thể tích). Tính hiệu suất phản ứng tổng hợp amoniac và % thể tích mỗi khí trong Y.

Phân tích: Câu cho tất cả các dữ kiện đều dạng tỉ lệ, đại lượng đề hỏi cũng tỉ lệ. Đây là cơ sở giúp ta khẳng định có thể sử dụng phương pháp tư chọn lương chất. Nếu bài toán mà tất cả đều là chất khí thì phân tích hệ số theo tăng giảm thể tích là phuoơng pháp khuyên dùng vì tiết kiệm được thời gian. Để thấy được tính ưu việt của phương pháp phân tích, chúng ta hãy so sánh 2 cách giải sau đây.

#### Lời giải:

♦ Cách 1: Phương pháp thông thường. Giả sử có 2 mol N<sub>2</sub>,7 lít N<sub>2</sub> trong hỗn hợp X

$$N_2 + 3H_2 \xrightarrow{t^{\circ}, xt} 2NH_3$$

Bđ: (mol)

 $x \longrightarrow 3x$ Pu: (mol)

Sau Pu: (2-x) (7-3x)(mol)

$$n_Y = 2 - x + 7 - 3x + 2x = (9 - 2x) \text{mol}$$

$$\begin{aligned} &n_Y=2-x+7-3x+2x=(9-2x)mol\\ &\text{Theo dề ta có: } \frac{2x}{9-2x}=\frac{12,5}{100}\Rightarrow x=0,5mol \end{aligned}$$

Vì 
$$\frac{n_{H_2}}{n_{N_2}}=\frac{7}{2}>\frac{3}{1}$$
 nên  $N_2$  lấy thiếu.

Hiệu suất phản ứng:  $H\% = \frac{0.5}{2} \cdot 100\% = 25\%$ 

Phần trăm thể tích các khí trong Y:

$$\%V_{NH_3} = 12,5\%$$
 (theo đề);  $\%V_{N_2} = \frac{2-0,5}{9-2,0,5} \cdot 100\% = 18,75\% \Rightarrow \%V_{H_2} = 68,75\%$ 

♦ Cách 2: Phương pháp phân tích hệ số (tăng giảm thể tích).

Gọi h là hiệu suất phản ứng  $\Rightarrow$   $n_{N_2}$  (phản ứng)  $= 2h(mol) \left( h = \frac{H\%}{100} \right)$ 

$$N_2 + 3H_2 \xrightarrow{t^{\circ}, xt} 2NH_3$$

$$2h \rightarrow 6h$$
  $4h$  (mol)

Theo ptpư thấy: số mol khí giảm bằng số molNH<sub>3</sub>  $\Rightarrow$  n<sub>Y</sub> = (9-4h)mol

Theo 
$$d\hat{e} \Rightarrow \frac{4h}{9-4h} = \frac{12,5}{100} \Rightarrow h = 0,25 \Rightarrow H\% = 0,25.100\% = 25\%$$

Phần trăm thể tích các khí trong Y:

$$\%V_{NH_3} = 12,5\% \text{ (theo } \text{d}\hat{\textbf{e}}); \%V_{N_2} = \frac{2-2.0,25}{9-4.0,25} \cdot 100\% = 18,75\% \Rightarrow \%V_{H_2} = 68,75\%$$

#### ② Ví dụ 12

#### Hỗn hợp nhiều chất có chung quy luật trong CTPT

Đốt cháy hoàn toàn 3,42 gam hỗn hợp E gồm axit acrylic  $CH_2 = CH - COOH$ , vinyl axetat  $CH_3COO CH = CH_2$ , metyl acrylat  $CH_2 = CH - COOCH_3$  và axit oleic  $C_{17}H_{33}COOH$ , rồi hấp thụ hoàn toàn các sản phẩm cháy vào dung dịch Ca(OH)<sub>2</sub> dư, sau phản ứng thu được 18 gam kết tủa và dung dịch X có khối lượng thay đổi m gam so với dung dịch Ca(OH)<sub>2</sub> ban đầu. Dung dịch X tăng hay giảm khối lượng? Tính giá trị m.

## 🖎 Hướng dẫn:

#### Phân tích:

♦ E gồm các chất đều có phân tủ chúa 2 nguyên tủ O và 2 liên kết pi. Do đó chúng có chung công thúc  $C_nH_{2n-2}O_2$ .

- ♦ Từ số mol CaCO<sub>3</sub> tính được số mol CO<sub>2</sub> (số mol C)
- $\diamondsuit \text{ Phân tích CTPT thấy } M = 14n + 30 \Rightarrow m_E = 14n_C + 30n_E \Rightarrow n_E = ?; \ n_{H_2O} = n_C n_E$

#### Lời giải:

Vì các chất trong E đều có 2 nguyên tử O và 2 liên kết pi nên có công thức chung là:  $C_nH_{2n-2}O_2$ . Tính số mol kết tủa:  $n_{CaCO_3}=0,18$ mol

$$C_{n}H_{2n-2}O_{2} + (1,5n-1,5)O_{2} \xrightarrow{t^{\circ}} nCO_{2} + (n-1)H_{2}O \quad (1)$$

$$CO_{2} + Ca(OH)_{2} \longrightarrow CaCO_{3} \downarrow + H_{2}O \quad (2)$$

$$0,18 \longleftrightarrow 0,18$$

Phân tích CTPT của  $E \Rightarrow M = 14n + 30 \Rightarrow m_E = 14n_C + 30n_E \Rightarrow n_E = \frac{3,42 - 14.0,18}{30} = 0,03$  mol Theo ptpu (1):  $n_{H_2O} = n_{CO_2} - n_E = 0,18 - 0,03 = 0,15$  mol Độ lệch khối lượng dung dịch  $X:\Delta m = 0,15.18 + 0,18.44 - 18 = -7,38$  gam < 0 Vậy khối lượng dung dịch X giảm, m = 7,38 gam.

#### ① Ví dụ 13

#### Hỗn hợp nhiều chất có quy luật chung trong CTPT

Hỗn hợp X gồm các chất  $C_6H_6$ ,  $C_3H_8O$ ,  $C_2H_4(CHO)_2$ ,  $HCOOC_3H_5$ ,  $C_5H_6O$  và glixerol (trong đó số mol glixerol chiếm 25% số mol hỗn hợp X). Đốt cháy hoàn toàn 9,82 gam hỗn hợp X trong khí oxi vừa đủ. Hấp thụ hết sản phẩm cháy vào 134 gam dung dịch KOH28% đến khi kết thúc thí nghiệm thu được 162,06 gam dung dịch chỉ chứa muối có tổng nồng độ chất tan là 33,6912%. Tính phần trăm khối lượng của glixerol trong hỗn hợp X.

## 🖎 Hướng dẫn:

- Phân tích: Nhìn hỗn hợp có lẽ các em học sinh phát ón. Tuy nhiên theo kinh nghiệm, hỗn hợp nhiều chất mà chỉ hỏi có một chất thì chắc chắn chất này kiểu nhu "cá biệt". Tách hỗn hợp thành 2 nhóm:
- $\diamond$  Nhóm A:  $C_6H_6, C_3H_8O, C_2H_4(CHO)_2, HCOOC_3H_5, C_5H_6O$  (tổng chỉ số 12)
- $\diamondsuit$  Nhóm B:  $C_3H_8O_3$  (tổng chỉ số 14) Nghĩa là nhóm A:  $n_C+n_H+n_O=12n_A+14n_B$

#### Lời giải:

Đặt công thức chung của  $X: C_xH_yO_z \ C_xH_yO_z + (x+0,25y-0,5z)O_2 \xrightarrow{t^\circ} xCO_2 + 0,5yH_2O_2 + 0,5yH_2O_2$ 

♦ Xử lí phản ứng với KOH

$$\begin{split} &n_{KOH} = 0,67 \text{mol}; m_{muu\acute{0}i} = 54,6 (\text{gam}) \\ &\frac{138}{2} = 69 < \frac{54,6}{0,67} = 81,49 < 100 \Rightarrow \text{dung dịch có 2 mu\acute{0}iKHCO}_3 \text{ và } \text{K}_2\text{CO}_3 \\ &\text{CO}_2 + 2 \text{KOH} \longrightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \end{split}$$

$$CO_2 + KOH \longrightarrow KHCO_3$$

Gọi n<sub>1</sub>, n<sub>2</sub> lần lượt là số molCO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O của sản phẩm cháy

Ta có  $(0,67-n_1) \cdot 138 + (2n_1-0,67) \cdot 100 = 54,6 \Rightarrow n_1 = 0,47 \text{mol}$ 

 $\Rightarrow 0,47.44 + 18n_2 = 162,06 - 134 \Rightarrow n_2 = 0,41 \text{mol}$ 

BTKL 
$$\Rightarrow$$
 n<sub>O</sub> =  $\frac{9,82 - 0,47.12 - 0,41.2}{16} = 0,21$ mol

$$\begin{split} BTKL &\Rightarrow n_O = \frac{9,82-0,47.12-0,41.2}{16} = 0,21 mol \\ \text{Các chất nhóm A: C}_6\text{H}_6,\text{C}_3\text{H}_8\text{O},\text{C}_2\text{H}_4(\text{CHO})_2,\text{HCOOC}_3\text{H}_5,\text{C}_5\text{H}_6\text{O có tổng chỉ số C} + \text{H} + \text{O} = 12~(*) \end{split}$$

Glixerol (B):  $C_3H_8O_3$  có tổng chỉ số C+H+O=14 (\*\*)

$$T\ddot{u}$$
 (\*)  $v\dot{a}$  (\*\*)  $\Rightarrow n_C + n_H + n_O = 12n_A + 14n_B$ 

Gọi a là số mol glixerol 
$$\Rightarrow$$
  $n_A = 3a(mol) \Rightarrow 12 \cdot 3a + 14 \cdot a = 0,47 + 0,41 \cdot 2 + 0,21 \Rightarrow a = 0,03 mol$ 

$$\%m_{C_3H_8O_3} = \frac{0.03.92}{9.82} \cdot 100\% = 28.11\%$$

Lưu ý: Ngoài cách giải trên, các em học sinh có thể thục hiện ghép ẩn số, quy đổi hỗn hợp, bỏ bót chất. Hoặc tách ra 3 nhóm chất:

- ★ Nhóm I:  $C_6H_6$ ,  $C_2H_4$ (CHO)<sub>2</sub>, HCOOC<sub>3</sub>H<sub>5</sub>,  $C_5H_6O(H C O = 0 \text{ và 6H})$  goi a mol
- $\bigstar$  Nhóm II: C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O(H C O = 4 và 8H) gọi b mol
- ★ Nhóm III:  $C_3H_8O_3(H-C-O=2 \text{ và 8H})$  gọi c mol

$$\Rightarrow$$
 a + b - 3c = 0 (1); 4 b + 2c = 0,41.2 - 0,47 - 0,21 (2); 6a + 8 b + 8c = 0,41.2 (3)

Giải pt (1,2,3) được a = 0,07; b = 0,02; c = 0,03

#### ② Ví dụ 14

#### Phân tích theo tăng giảm số mol

Hòa tan hoàn toàn 0,2 mol hỗn hợp X gồm CaC<sub>2</sub>, Ca, Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub>, FeS vào dung dịch HCl dư, thu được 6,272 lít (đktc) hỗn hợp khí Y có tỉ khối so với  $H_2$  bằng  $\frac{62}{7}$ 

- 1 Viết các phương trình hóa học của phản ứng xảy ra.
- (2) Tính % theo khối lượng của CH<sub>4</sub> trong hỗn hợp Y.

## 🖎 Hướng dẫn:

Phân tích: Hỗn hợp Y gồm 4 chất ( $C_2H_2$ ,  $H_2$ ,  $CH_4$ ,  $H_2S$ ) mà đề bài chỉ cho 3 dữ kiện thì không thể tìm số mol từng chất trong Y. Mặt khác, đề bài chỉ hỏi % của một chất là CH<sub>4</sub> thì chắc chắn nó có đặc điểm gì đó khác với 3 khí còn lại. Gặp những bài như này cú nhìn "soi mói" vào chỗ cần tìm và chỗ đã cho dữ kiện là sẽ tìm ra chìa khóa của bài toán. Chú ý quan hệ giữaa số mol Y, số mol X và số mol CH<sub>4</sub>.

$$CaC_2 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + C_2H_2 \uparrow$$
 (1)  $(n_{C_2H_2} - n_{CaC_2} = 0)$ 

$$(1) \quad (n_{C_2H_2} - n_{CaC_2} = 0)$$

$$Ca + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2 \uparrow$$

(2) 
$$(n_{H_2} - n_{Ca} = 0)$$

$$Al_4C_3 + 12HCl \longrightarrow 4AlCl_3 + 3CH_4 \uparrow$$

(3) 
$$\left(n_{\text{CH}_4} - n_{\text{Al}_4\text{C}_3} = \frac{2}{3}n_{\text{CH}_4}\right)$$

$$FeS + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2S \uparrow$$

(4) 
$$(n_{H_2S} - n_{FeS} = 0)$$

Như vậy  $n_Y - n_X = \frac{2}{3}n_{CH_4}$  (Đây là chìa khóa của bài toán)

Lời giải:

$$n_Y = \frac{6,272}{22,4} = 0,28 \text{ mol}; \overline{M}_Y = \frac{62}{7} \cdot 2 = \frac{124}{7} \text{ (g/mol)}$$

Các phương trình hóa học:

$$CaC_2 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + C_2H_2 \uparrow$$
 (1)

$$Ca + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2 \uparrow$$
 (2)

$$Al_4C_3 + 12HCl \longrightarrow 4AlCl_3 + 3CH_4 \uparrow$$
 (3)

$$FeS + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2 S \uparrow \tag{4}$$

Theo các ptpư, ta thấy: chuyển từ X sang Y số mol tăng lên bằng  $\frac{2}{3}$  lần số molCH<sub>4</sub>.

$$\begin{split} &\Rightarrow \frac{2}{3} n_{CH_4} = n_Y - n_X \Rightarrow n_{CH_4} = \frac{3}{2} \cdot (0, 28 - 0, 2) = 0, 12 \ \text{mol} \\ &\Rightarrow \% m_{CH_4} = \frac{0, 12 \cdot 16}{0, 28 \cdot (124 : 7)} \cdot 100\% = 38,71\% \end{split}$$

$$\Rightarrow \% \text{m}_{\text{CH}_4} = \frac{0,12 \cdot 16}{0,28 \cdot (124 : 7)} \cdot 100\% = 38,71\%$$

**Lưu ý**: Có thể chia X thành 2 nhóm  $X_1$ :  $CaC_2$ , FeS, Ca và  $X_2$  là  $Al_4C_3$ Gọi số  $mol_{X_1}$ ,  $Al_4C_3$  lần lượt là x, y mol

Theo ptpu: 
$$n_Y = x + 3y \Rightarrow \begin{cases} x + y = 0, 2 \\ x + 3y = 0, 28 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0, 16 \\ y = 0, 04 \end{cases} \Rightarrow n_{CH_4} = 3y = 0, 12 \text{ mol}$$

#### ② Ví dụ 15

#### Phân tích đô lệch giữa số mol hỗn hợp và số mol nguyên tố

Nung nóng 10,54 gam hỗn hợp X gồm FeO, Fe $_3$ O $_4$ , Fe(OH) $_2$ , CuO, Cu(OH) $_2$  trong không khí đến khối lượng không đổi thì thu được 10,4 gam chất rắn Y. Biết số mol X bằng  $\frac{9}{13}$  số mol kim loại trong X. Viết phương trình hóa học của phản ứng xảy ra và tính % khối lượng của Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> trong X.

Phân tích: Hỗn hợp X có 5 chất mà đề bài chỉ yêu cầu tính % của Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Điều này cho thấy Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> có có sự khác biệt về cấu tạo phân tử. Rất dễ nhìn thấy trong Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> có số mol kim loại gấp 3 lần số mol hợp chất (hay  $n_{KL} - n_{hc} = 2n_{Fe_3O_4}$ ), các chất còn lại có hiệu này bằng 0

Mặt khác: Hỗn hợp rắn Y gồm CuO,  $Fe_2O_3$  đều có M=80 lần số mol  $KL\Rightarrow$  tổng số mol  $KL=\frac{m_Y}{80}$ 

Lời giải:

Các phương trình hóa học:

$$2FeO + 1/2O_2 \xrightarrow{t^{\circ}} Fe_2O_3$$

$$2Fe_3O_4 + 1/2O_2 \xrightarrow{t^{\circ}} 3Fe_2O_3$$

$$2Fe(OH)_2 + 1/2O_2 \xrightarrow{t^{\circ}} Fe_2O_3 + 2H_2O$$

$$Cu(OH)_2 \xrightarrow{t^{\circ}} CuO + H_2O$$

$$\begin{split} &\text{R\'{a}n Y g\`{o}m: CuO}(M=80) \text{ và } \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ } (M=160) \text{ Vì } \text{m}_Y = 80 \text{n}_{KL} \Rightarrow \text{n}_{KL} = \frac{10,4}{80} = 0,13 \text{ mol} \\ &\text{Phân tích CTHH trong X thấy } \text{n}_{KL} - \text{n}_X = 2 \text{n}_{\text{Fe}_3\text{O}_4} \Rightarrow 0,13 - \frac{0,13.9}{13} = 2 \text{n}_{\text{Fe}_3\text{O}_4} \\ &\Rightarrow \text{n}_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = 0,02 \text{ mol}, \, \% \text{m}_{\text{Fe}_3\text{O}_4} \text{ } (\text{trong X}) = \frac{0,02 \cdot 232}{10,54} \cdot 100\% = 44,02\% \end{split}$$

#### ② Ví dụ 16 Phân tích phản ứng giữa hỗn hợp (NaHCO3 và Na2CO3) tác dụng dung dịch axit

Hòa tan hết m gam hỗn hợp X gồm Na, Na<sub>2</sub>O, Ba, BaO vào nước thì thu được 3,36 lít khí  $H_2$  (đktc) và dung dịch Y. Dẫn 14,08 gam  $CO_2$  đi chậm vào dung dịch Y, thu được kết tủa Z và dung dịch T chỉ chứa hai muối của cùng một kim loại. Chia T làm hai phần bằng nhau.

- 1 Cho từ từ đến hết phần 1 vào 200ml dung dịch HCl, 0,6M thì thấy thoát ra 1,68 lít CO<sub>2</sub> (đktc).
- **2** Cho từ từ đến hết 200 ml dung dịch HCl0,6M vào phần 2, thấy thoát ra 1,344 lít CO<sub>2</sub> (đktc). Viết các phương trình hóa học của phản ứng xảy ra và tính giá tri m.

## 🖎 Hướng dẫn:

- Phân tích: Thí nghiệm của X với nước thì đã quá quen thuộc. Ở đây chúng ta phân tích thí nghiệm của T (chía Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> và NaHCO<sub>3</sub>) tác dụng với dung dịch HCl:
- ♦ Lượng HCl không đổi mà thể tích CO<sub>2</sub> khác nhau ⇒ chúng tỏ HCl thiếu (muối trong T chưa hết)
- Cho từ từ T vào HCl phản ứng song song nên tỉ lệ số mol muối phản ứng bằng tỉ lệ số mol ban đầu.

$$Na_{2}CO_{3} + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_{2}O + CO_{2} \uparrow \qquad (n_{HCl} : n_{CO_{2}} = 2)$$

$$NaHCO_3 + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O + CO_2 \uparrow \qquad (n_{HCl} : n_{CO_2} = 1)$$

- ⇒ Sử dụng quy tắc đường chéo ta tìm được tỉ lệ số mol NaHCO<sub>3</sub> và Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
- ♦ Cho từ từ HCl vào T phản ứng nối tiếp, có sinh khí nên Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> hết.

$$Na_2CO_3 + HCl \longrightarrow NaCl + NaHCO(n_{HCl} - n_{CO_2} = n_{Na_2CO_3})$$

$$NaHCO_3 + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O + CO_2 \uparrow \quad (n_{HCl} - n_{CO_2} = 0)$$

 $\Rightarrow$   $\mathring{\mathrm{O}}$  thí nghiệm này:  $\mathrm{n_{Na_2CO_3}} = \mathrm{n_{HCl}} - \mathrm{n_{CO_2}}$ 

Lời giải:

♦ Hòa tan X vào nước:  $n_{H_2} = 0,15$ mol

$$Na_2O + H_2O \longrightarrow 2NaOH$$
 (1)

$$BaO + H_2O \longrightarrow Ba(OH)_2$$
 (2)

$$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2 \uparrow$$
 (3)

$$Ba + 2H_2O \longrightarrow Ba(OH)_2 + H_2 \uparrow$$
 (4)

♦ Phản ứng của Y với  $CO_2$ :  $n_{CO_2} = 0.32$ mol

$$CO_2 + Ba(OH)_2 \longrightarrow BaCO_3 \downarrow +H_2O$$
 (5)

$$CO_2 + 2NaOH \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$
 (6)

$$CO_2 + NaOH \longrightarrow NaHCO_3$$
 (7)

Dung dịch T:  $NaHCO_3$ ,  $Na_2CO_3$ ; kết tủa Z:  $BaCO_3$  Vì thể tích  $CO_2$  thoát ra ở 2TN khác nhau nên chứng tỏ HCl thiếu.

#### ★ Phần 1: Phản ứng xảy ra song song

$$Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2 \uparrow$$
 (8)  $(n_{HCl} : n_{CO_2} = 2)$ 

$$NaHCO_3 + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O + CO_2 \uparrow$$
 (9)  $(n_{HCl} : n_{CO_2} = 1)$ 

Theo đề: 
$$n_{HCl}$$
:  $n_{CO_2} = 0, 12: 0,075 = 1, 6 \Rightarrow \frac{n_{NaHCO_3}}{n_{Na_2CO_3}} = \frac{2-1,6}{1,6-1} = \frac{2}{3}$ 

### ★ Phần 2: Phản ứng xảy ra theo thứ tự

$$Na_2CO_3 + HCl \longrightarrow NaHCO_3 + NaCl$$
 (10)

$$NaHCO_3 + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O + CO_2 \uparrow$$
 (11)

Theo pt phản ứng (10,11):  $n_{\mathrm{Na_2CO_3}} = n_{\mathrm{HCl}} - n_{\mathrm{CO_2}} = 0,12-0,06 = 0,06$  mol

$$\Rightarrow$$
 n<sub>NaHCO<sub>3</sub></sub> =  $\frac{0.06.2}{3}$  = 0.04 mol

BT mol C 
$$\Rightarrow$$
 n<sub>BaCO<sub>3</sub></sub> = 0,32 - 0,08 - 0,12 = 0,12mol

 $\Rightarrow$  Y: 0,32 mol NaOH, 0,12 mol Ba(OH)<sub>2</sub>

BT mol H 
$$\Rightarrow$$
 n<sub>H<sub>2</sub>O(phản ứng 1,2,3,4)</sub> = (0,32+0,12.2+0,15.2) : 2 = 0,43 mol

$$BTKL \Rightarrow m_X + m_{H_2O} = m_{Ba(OH)_2} + m_{NaOH} + m_{H_2}$$

$$\Rightarrow$$
 m = 0,32.40+0,12·171+0,15.2-0,43.18 = 25,88 gam.

#### $oldsymbol{\odot}$ Ví dụ $oldsymbol{17}$ Sử dụng tỉ lệ số mol OH : $\mathrm{CO}_2$ làm hệ số trong phản ứng $\mathrm{CO}_2$ tác dụng hỗn hợp kiềm

Dẫn từ từ 4,48 lít  $CO_2$  (đktc) vào 200 ml dung dịch X chứa NaOH 0,5M và  $Ba(OH)_2$  0,3M đến khi phản ứng hoàn toàn thu được m gam kết tủa và gam dung dịch Y. Tính giá trị của m và nồng độ % chất tan trong Y. Giả sử dung dịch X có khối lượng riêng D=1,25 g/ml.

🖎 Hướng dẫn:

Tính số  $moln_{CO_2} = 0,2mol; n_{NaOH} = 0,1mol; n_{Ba(OH)_2} = 0,06mol$ 

Đặt XOH là công thức đại diện cho NaOH, Ba(OH)<sub>2</sub>

Theo bảo toàn số molOH  $\Rightarrow$  n<sub>XOH</sub> = 0, 1 + 0, 06.2 = 0, 22 mol

Dặt T = 
$$\frac{n_{OH}}{n_{CO_2}} = \frac{0.22}{0.2} = \frac{11}{10} = 1.1$$

⇒ phản ứng tạo 2 loại muối. Theo tỉ số T, ta có phương trình hóa học chung:

$$10CO_2 + 11XOH \longrightarrow X_2CO_3 + 9XHCO_3 + H_2O$$

$$0.2 \rightarrow 0.02$$
  $0.18$  (mol)

 $\text{Vi } n_{\text{Ba(baz)}} = 0,06 \\ \text{mol} > n_{\text{X}_2\text{CO}_3} = 0,02 \\ \text{mol} \Rightarrow n_{\text{BaCO}_3} = n_{\text{X}_2\text{CO}_3} = 0,02 \\ \text{mol} \Rightarrow m = 0,02 \\ \cdot 197 = 3,94 \\ \text{(g)}.$ 

Theo bảo toàn số mol Na  $\Rightarrow$  n<sub>NaHCO3</sub> = 0,1 mol

Bảo toàn số mol Ba  $\Rightarrow$   $n_{Ba(HCO_3)_2} = 0.06 - 0.02 = 0.04$  mol

Dung dịch Y có chất tan là: NaHCO<sub>3</sub>, Ba (HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

Khối lượng dung dịch Y:  $m_Y = 0.2 \cdot 44 + 200 \cdot 1.25 - 3.94 = 254.86$  gam.

Nồng đô phần trăm các chất tan trong Y:

$$C\%_{NaHCO_3} = \frac{0.1 \cdot 84}{254,86} \cdot 100\% = 3,30\%; \quad C\%_{Ba(HCO_3)_2} = \frac{0.04 \cdot 259}{254,86} \cdot 100\% = 4,06\%$$