

Phương pháp Bảo toàn nguyên tố

I. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

- Nguyên tắc chung của phương pháp là dựa vào **định luật bảo toàn nguyên tố** (BTNT); “ Trong các phản ứng hóa học thông thường, các nguyên tố luôn được bảo toàn”

Điều này có nghĩa là: “*Tổng số mol nguyên tử của một nguyên tố X bất kỳ trước và sau phản ứng là luôn bằng nhau*”

- Điểm mấu chốt của phương pháp là phải xác định được đúng các hợp phần có chứa nguyên tố X ở trước và sau phản ứng, áp dụng ĐLBT nguyên tố với X để rút ra mối quan hệ giữa các hợp phần từ đó đưa ra kết luận chính.

II. CÁC DẠNG BÀI TẬP THƯỜNG GẶP

Phương pháp bảo toàn nguyên tố có thể áp dụng cho hầu hết các dạng bài tập, đặc biệt là các dạng bài hỗn hợp nhiều chất, xảy ra nhiều biến đổi phức tạp. Dưới đây là một số dạng bài tập điển hình.

Dạng 1. Từ nhiều chất ban đầu tạo thành một sản phẩm.

Từ dữ kiện đề bài → số mol của nguyên tố X trong các chất đầu → tổng số mol trong sản phẩm tạo thành → số mol sản phẩm.

- Hỗn hợp kim loại và oxit kim loại → hydroxit kim loại → oxit

- Al và Al_2O_3 + các oxit sắt $\xrightarrow{t^0}$ hỗn hợp rắn → hydroxit → $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$

$$\Rightarrow n_{\text{Al}_2\text{O}_3 \text{ (cuối)}} = \frac{n_{\text{Al}}}{2} + n_{\text{Al}_2\text{O}_3 \text{ (đầu)}}; n_{\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ (cuối)}} = \frac{\sum n_{\text{Fe}} \text{ (đầu)}}{2}$$

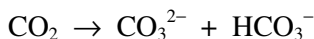
Dạng 2. Từ một chất ban đầu tạo thành hỗn hợp nhiều sản phẩm

Từ dữ kiện đề bài → tổng số mol ban đầu, số mol của các hợp phần đã cho → số mol của chất cần xác định.

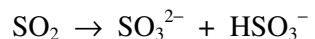
- Axit có tính oxi hóa (HNO_3 , H_2SO_4 đặc, nóng) $\xrightarrow{\text{Kim loại}}$ Muối + khí

$$\Rightarrow n_{\text{X (axit)}} = n_{\text{X (muối)}} + n_{\text{X (khí)}} \quad (\text{X: N hoặc S})$$

- Khí CO_2 (hoặc SO_2) hấp thụ vào dung dịch kiềm:



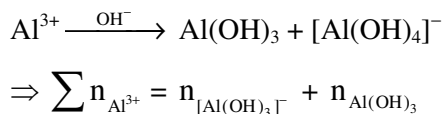
$$\Rightarrow n_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_3^{2-}} + n_{\text{HCO}_3^-}$$



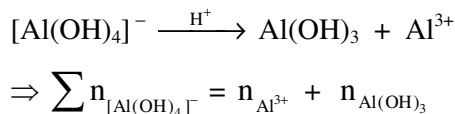
$$\Rightarrow n_{\text{SO}_2} = n_{\text{SO}_3^{2-}} + n_{\text{HSO}_3^-}$$

- Tính lưỡng tính của $\text{Al}(\text{OH})_3$

Trường hợp 1



Trường hợp 2



- Hỗn hợp các oxit kim loại + $\text{CO} (\text{H}_2) \xrightarrow{t^0}$ hỗn hợp chất rắn + $\text{CO}_2 (\text{H}_2\text{O})$

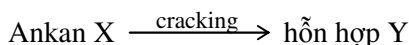
Theo định luật bảo toàn nguyên tố với O:

* Khi $H = 100\%$: $n_{\text{O}(\text{oxit})} = n_{\text{O}(\text{rắn})} + n_{\text{hỗn hợp khí sau}} = n_{\text{O}(\text{rắn})} + n_{\text{hỗn hợp khí trước}}$

* Khi $H < 100\%$:

$$n_{\text{O}(\text{oxit})} = n_{\text{O}(\text{rắn})} + \frac{m_{\text{hỗn hợp khí sau}} - m_{\text{hỗn hợp khí}}}{16}$$

- Bài toán cracking ankan:



Mặc dù có những biến đổi hóa học xảy ra trong quá trình cracking, và Y thường là hỗn hợp phức tạp (có thể có H_2), do phản ứng cracking xảy ra theo nhiều hướng, với hiệu suất $H < 100\%$. Nhưng ta chỉ quan tâm đến sự bảo toàn nguyên tố đối với C, H từ đó dễ dàng xác định được tổng lượng của 2 nguyên tố này.

Thông thường đề bài cho số mol ankan X \rightarrow
$$\begin{cases} \sum n_{\text{C}(\text{Y})} = \sum n_{\text{C}(\text{X})} \\ \sum n_{\text{H}(\text{Y})} = \sum n_{\text{H}(\text{X})} \end{cases}$$

Dạng 3. Từ nhiều chất ban đầu tạo thành hỗn hợp nhiều sản phẩm

Trong trường hợp này không cần thiết phải tìm chính xác số mol của từng chất, mà chỉ quan tâm đến hệ thức: $\sum n_{\text{X}(\text{đầu})} = \sum n_{\text{X}(\text{cuối})}$

Tức là chỉ quan tâm đến tổng số mol của nguyên tố trước và sau phản ứng. Nếu biết $\sum n_{\text{X}(\text{đầu})}$

$\Rightarrow \sum n_{\text{X}(\text{cuối})}$ và ngược lại.

Với dạng này, đề bài thường yêu cầu thiết lập một hệ thức dưới dạng tổng quát về số mol các chất.

Dạng 4. Bài toán đốt cháy trong hóa hữu cơ

Xét bài đốt cháy tổng quát: $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z\text{N}_t + \text{O}_2 \xrightarrow{t^0} \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$

Theo ĐLBTK nguyên tố:
$$\begin{cases} n_{\text{C}} = n_{\text{CO}_2} \\ n_{\text{H}} = 2 \cdot n_{\text{H}_2\text{O}} \Rightarrow n_{\text{O}(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z\text{N}_t)} = 2 \cdot n_{\text{CO}_2} + n_{\text{H}_2\text{O}} - 2 \cdot n_{\text{O}_2} \\ n_{\text{N}} = 2 \cdot n_{\text{N}_2} \end{cases}$$

Theo BTNT với Fe: $\sum n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{n_{\text{Fe}}}{2} + \frac{3n_{\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{X})}}{2} + n_{\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{X})} = 0,04 \text{ mol}$

$\Rightarrow m = n_{\text{Al}_2\text{O}_3} + n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,06.102 + 0,04.160 = 9,46 \Rightarrow$ Đáp án D

Ví dụ 3: Đốt cháy 9,8 gam bột Fe trong không khí thu được hỗn hợp rắn X gồm FeO, Fe₃O₄ và Fe₂O₃. Để hoà tan X cần dùng vừa hết 500ml dung dịch HNO₃ 1,6M, thu được V lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất, do ở đktc). Giá trị của V là

A. 6,16.

B. 10,08.

C. 11,76.

D. 14,0.

Giải:

Sơ đồ phản ứng : $\text{Fe} \xrightarrow{+\text{O}_2, \text{t}^0} \text{X} \xrightarrow{+\text{HNO}_3} \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow$

Theo BNTN với Fe: $n_{\text{Fe}(\text{NO}_3)_3} = n_{\text{Fe}} = 0,175 \text{ mol}$

Theo BNTN với N: $n_{\text{NO}} = n_{\text{HNO}_3} - 3 n_{\text{Fe}(\text{NO}_3)_3} = 0,5.1,6 - 3.0,175 = 0,275 \text{ mol}$

$\Rightarrow V = 0,275. 22,4 = 6,16 \Rightarrow$ Đáp án A

Ví dụ 4: Lấy a mol NaOH hấp thụ hoàn toàn 2,64 gam khí CO₂, thu được đúng 200ml dung dịch X. Trong dung dịch X không còn NaOH và nồng độ của ion CO₃²⁻ là 0,2M. a có giá trị là :

A. 0,06.

B. 0,08.

C. 0,10.

D. 0,12.

Giải:

Sơ đồ phản ứng :



Theo BNTN với C : $n_{\text{NaHCO}_3} = n_{\text{CO}_2} - n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{2,64}{44} - 0,2.0,2 = 0,02 \text{ mol}$

Theo BNTN với Na: $a = 2 n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} + n_{\text{NaHCO}_3} = 2. 0,04 + 0,02 = 0,1 \Rightarrow$ Đáp án C

Ví dụ 5: Hoà tan hoàn toàn hỗn hợp gồm x mol FeS₂ và y mol Cu₂S vào axit HNO₃ (vừa đủ), thu được dung dịch X (chỉ chứa hai muối sunfat) và khí duy nhất NO. Tỉ số x/y là

A. 6/5.

B. 2/1.

C. 1/2.

D. 5/6.

Giải:

X chỉ chứa 2 muối sunfat, khí NO là duy nhất \Rightarrow S đã chuyển hết thành SO₄²⁻

Sơ đồ biến đổi: $\begin{cases} 2\text{FeS}_2 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 & ; & \text{Cu}_2\text{S} \rightarrow 2\text{CuSO}_4 \\ x & \quad 0,5x & \quad y & \quad 2y \end{cases}$

Theo BTNT với S: $2x + y = 3.0,5x + 2y \Rightarrow 0,5x = y \Rightarrow x/y = 2/1 \Rightarrow$ Đáp án B

Ví dụ 6: Đốt cháy hoàn toàn m gam hỗn hợp X gồm C_3H_8 , C_4H_6 , C_5H_{10} và C_6H_6 thu được 7,92 gam CO_2 và 2,7 gam H_2O , m có giá trị là

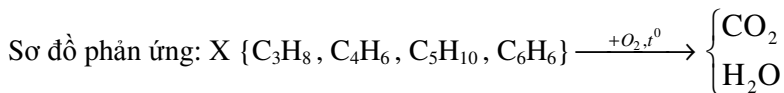
A. 2,82.

B. 2,67.

C. 2,46.

D. 2,31.

Giải:



$$\text{Theo BTNT với C và H: } m = m_C + m_H = \frac{7,92}{44} \times 12 + \frac{2,7}{9} = 2,46 \Rightarrow \text{Đáp án C}$$

Ví dụ 7: Tiến hành cracking ở nhiệt độ cao 5,8 gam butan. Sau một thời gian thu được hỗn hợp khí X gồm CH_4 , C_2H_6 , C_2H_4 , C_3H_6 và C_4H_{10} . Đốt cháy hoàn toàn X trong khí oxi dư, rồi dẫn toàn bộ sản phẩm sinh ra qua bình đựng H_2SO_4 đặc. Độ tăng khối lượng của bình H_2SO_4 đặc là

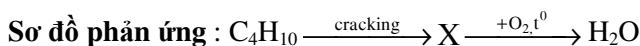
A. 9,0 gam.

B. 4,5 gam.

C. 18,0 gam.

D. 13,5 gam.

Giải:



Khối lượng bình H_2SO_4 đặc tăng lên là khối lượng của H_2O bị hấp thụ

$$\text{Theo BTNT với H: } n_{H_2O} = \frac{n_H}{2} = \frac{10n_{C_4H_{10}}}{2} = 5 \cdot \frac{5,8}{58} = 0,5 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow n_{H_2O} = 0,5 \cdot 18 = 9,0 \text{ gam} \Rightarrow \text{Đáp án A}$$

Ví dụ 8: Đốt cháy hoàn toàn 0,1 mol anđehit đơn chức X cần dùng vừa đủ 12,32 lít khí O_2 (đktc), thu được 17,6 gam CO_2 , X là anđehit nào dưới đây?

A. $CH=C-CH_2-CHO$.

B. $CH_3-CH_2-CH_2-CHO$.

C. $CH_2=CH-CH_2-CHO$.

D. $CH_2=C=CH-CHO$.

Giải:

$$n_{O_2} = 0,55 \text{ mol}; n_{CO_2} = 0,4 \text{ mol}$$

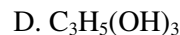
Nhận xét: X là anđehit đơn chức $\Rightarrow n_{O(X)} = n_X = 0,1 \text{ mol}$

Theo ĐLBTK nguyên tố với O :

$$n_{H_2O} = n_{O(H_2O)} = n_X + 2n_{O_2} - 2n_{CO_2} = 0,1 + 2 \cdot 0,55 - 2 \cdot 0,4 = 0,4 \text{ mol}$$

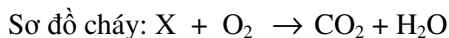
$$\text{Nhận thấy: } \left. \begin{array}{l} n_{H_2O} = n_{CO_2} = 0,4 \text{ mol} \\ n_{CO_2} = 4n_X \end{array} \right\} \Rightarrow X \text{ là } CH_3-CH_2-CH_2-CHO \Rightarrow \text{Đáp án B}$$

Ví dụ 9: X là một ancol no, mạch hở. Đốt cháy hoàn toàn 0,05 mol X cần 5,6 gam oxi, thu được hơi nước và 6,6 gam CO₂. Công thức của X là



Giải:

$$n_{O_2} = 0,175 \text{ mol}; n_{CO_2} = 0,15 \text{ mol}$$



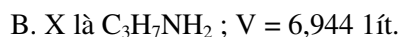
$$\text{Vi X là ancol no, mạch hở} \Rightarrow n_{H_2O} = n_X + n_{CO_2} = 0,05 + 0,15 = 0,2 \text{ mol}$$

Theo ĐLBТ nguyên tố với O :

$$n_{O(X)} = 2n_{CO_2} + n_{H_2O} - 2n_{O_2} = 2 \cdot 0,15 + 0,2 - 2 \cdot 0,175 = 0,15 \text{ mol}$$

$$\text{Nhận thấy } \begin{cases} n_{CO_2} = 3n_X \\ n_{O(X)} = 3n_X \end{cases} \Rightarrow X \text{ là } C_3H_5(OH)_3 \Rightarrow \text{Đáp án D}$$

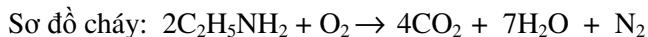
Ví dụ 10: Đốt cháy hoàn toàn m gam một amin đơn chức X bằng lượng không khí vừa đủ thu được 1,76 gam CO₂; 1,26 gam H₂O và V lít N₂ (đktc). Giả thiết không khí chỉ gồm N₂ và O₂ trong đó oxi chiếm 20% về thể tích. Công thức phân tử của X và thể tích V lần lượt là



Giải:

$$n_{CO_2} = 0,04 \text{ mol}; n_{H_2O} = 0,07 \text{ mol}$$

$$\text{Nhận thấy: } \frac{n_H}{n_C} = \frac{0,07 \cdot 2}{0,04} = \frac{7}{2} \Rightarrow X \text{ là } C_2H_5NH_2$$



$$\text{Theo ĐLBТ nguyên tố với N: } n_{N_2} (\text{từ phản ứng đốt cháy}) = \frac{n_X}{2} = \frac{0,02}{2} = 0,01 \text{ mol}$$

$$\text{Theo ĐLBТ nguyên tố với O: } n_{CO_2} + \frac{n_{H_2O}}{2} = 0,04 + \frac{0,07}{2} = 0,075 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow n_{N_2} (\text{từ không khí}) = 4n_{O_2} = 4 \cdot 0,075 = 0,3 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow \sum n_{N_2} (\text{thu được}) = n_{N_2} (\text{từ phản ứng đốt cháy}) + n_{N_2} (\text{từ không khí}) = 0,01 + 0,3 = 0,31 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow V = 22,4 \cdot 0,31 = 6,944 \text{ lít} \Rightarrow \text{Đáp án D}$$

Câu 8 : Hoà tan hoàn toàn m gam oxit Fe_xO_y bằng dung dịch H_2SO_4 đặc nóng vừa đủ, có chứa 0,075 mol H_2SO_4 , thu được z gam muối và thoát ra 168ml khí SO_2 (sản phẩm khử duy nhất, đo ở đktc). Oxit Fe_xO_y là

- A. FeO. B. Fe_2O_3 C. Fe_3O_4 D. FeO hoặc Fe_3O_4

Câu 9: Hoà tan hoàn toàn hỗn hợp gồm 0,27 gam bột nhôm và 2,04 gam bột Al_2O_3 trong dung dịch NaOH dư thu được dung dịch X. Cho CO_2 dư tác dụng với dung dịch X thu được kết tủa Y, nung Y ở nhiệt độ cao đến khối lượng không đổi thu được chất rắn Z. Biết hiệu suất các phản ứng đều đạt 100%. Khối lượng của Z là

- A. 2,04 gam B. 2,31 gam. C. 3,06 gam. D. 2,55 gam.

Câu 10 : Đun nóng 7,6 gam hỗn hợp A gồm C_2H_2 , C_2H_4 và H_2 trong bình kín với xúc tác Ni thu được hỗn hợp khí B. Đốt cháy hoàn toàn hỗn hợp B, dẫn sản phẩm cháy thu được lần lượt qua bình 1 đựng H_2SO_4 đặc, bình 2 đựng $Ca(OH)_2$ dư thấy khối lượng bình 1 tăng 14,4 gam. Khối lượng tăng lên ở bình 2 là

- A. 6,0 gam B. 9,6 gam. C. 35,2 gam. D. 22,0 gam.

Câu 11 : Đốt cháy hoàn toàn m gam hỗn hợp hai ancol đơn chức cùng dãy đồng đẳng dùng vừa đủ V lít khí O_2 (đktc), thu được 10,08 lít CO_2 (đktc) và 12,6 gam H_2O . Giá trị của V là

- A. 17,92 lít. B. 4,48 lít. C. 15,12 lít. D. 25,76 lít.

Câu 12 : Đốt cháy một hỗn hợp hydrocacbon X thu được 2,24 lít CO_2 (đktc) và 2,7 gam H_2O . Thể tích O_2 đã tham gia phản ứng cháy (đktc) là

- A. 2,80 lít B. 3,92 lít. C. 4,48 lít. D. 5,60 lít.

Câu 13 : Dung dịch X gồm Na_2CO_3 , K_2CO_3 , $NaHCO_3$. Chia X thành hai phần bằng nhau :

- Phần 1: tác dụng với nước vôi trong dư được 20 gam kết tủa.
- Phần 2: tác dụng với dung dịch HCl dư được V lít khí CO_2 (đktc). Giá trị của V là:

- A. 2,24. B. 4,48. C. 6,72. D. 3,36.

Câu 14 : Chia hỗn hợp gồm : C_3H_6 , C_2H_4 , C_2H_2 thành 2 phần bằng nhau:

- Đốt cháy phần 1 thu được 2,24 lít khí CO_2 (đktc).
- Hidro hoá phần 2 rồi đốt cháy hết sản phẩm thì thể tích CO_2 (đktc) thu được là:

- A. 2,24 lít. B. 1,12 lít. C. 3,36 lít. D. 4,48 lít.

ĐÁP ÁN

1D	2B	3A	4A	5A	6C	7B
8C	9D	10D	11C	12B	13B	14A