

PHƯƠNG PHÁP MỚI TRONG GIẢI TOÁN NHIỆT NHÔM

Các em học sinh thân mến,

Nhiệt nhôm là một dạng toán thường xuất hiện trong các đề thi. Đặc biệt mức độ đề thi theo cấu trúc “60% xét tốt nghiệp; 40% xét tuyển đại học”, thì nhiệt nhôm chắc chắn nằm trong nhóm 40%, tức nhóm có mức độ phân hóa triệt để.

Theo phương pháp mới này, các em nên xem hỗn hợp trước và sau nhiệt nhôm chứa cùng một lượng như nhau các đơn chất, từ đó kết hợp với định luật bảo toàn electron, một số trường hợp kèm thêm định luật bảo toàn nguyên tố, các em sẽ nhanh chóng có được kết quả cần tìm.

Lưu ý

Giả sử có bài toán nhiệt nhôm trong điều kiện không có không khí hỗn hợp gồm a mol Al và b mol FeO (tức hỗn hợp trước và sau nhiệt nhôm đều gồm a mol Al; b mol Fe và b mol O). Khi đó hỗn hợp sau nhiệt nhôm cho tác dụng với axit giải phóng H_2 thì bảo toàn electron cho phương trình $3a + 2b = 2b + 2n_{H_2}$ (do Al và Fe cho electron; O và H^+ nhận electron) là một phương trình luôn đúng dù phản ứng nhiệt nhôm có xảy ra hoàn toàn hay không. Nhưng nếu cũng hỗn hợp sau nhiệt nhôm này cho tác dụng với dung dịch bazơ giải phóng H_2 thì bảo toàn electron lại cho phương trình $3a = 2b + 2n_{H_2}$ (do chỉ có Al cho electron; O và H^+ nhận electron) chỉ đúng nếu phản ứng nhiệt nhôm xảy ra hoàn toàn.

Vấn đề chính là ở chỗ b mol O trong 2 trường hợp đã nhận electron theo các “phương thức” khác nhau: khi cho hỗn hợp sau nhiệt nhôm tác dụng với axit, thì dù phản ứng nhiệt nhôm có xảy ra hoàn toàn hay không, toàn bộ b mol O trong các oxit đều chuyển hết thành O^{2-} , trong khi nếu cho hỗn hợp sau nhiệt nhôm tác dụng với dung dịch bazơ thì khi phản ứng nhiệt nhôm xảy ra không hoàn toàn sẽ chỉ có một phần O trong Al_2O_3 chuyển thành O^{2-} ; O còn lại nằm trong FeO dư thì không thể chuyển thành O^{2-} làm phương trình $3a = 2b + 2n_{H_2}$ là một phương trình sai.

Khi phản ứng nhiệt nhôm xảy ra hoàn toàn, hỗn hợp sau nhiệt nhôm cho tác dụng với dung dịch bazơ giải phóng H_2 thì FeO đã phản ứng hết, tức b mol O nằm gọn trong Al_2O_3 sau nhiệt nhôm, nên toàn bộ b mol O đã chuyển hết thành O^{2-} khi cho hỗn hợp sau nhiệt nhôm tác dụng với dung dịch bazơ làm phương trình $3a = 2b + 2n_{H_2}$ khi đó là một phương trình đúng.

Ngoài ra khi tiến hành nhiệt nhôm (không có không khí) hỗn hợp gồm Al và Fe_3O_4 , rồi cho hỗn hợp sau nhiệt nhôm tác dụng với dung dịch HCl hoặc H_2SO_4 loãng, điều đặc biệt quan trọng cần chú ý là phải xem hỗn hợp sau nhiệt nhôm có còn dư Fe_3O_4 hay không để viết phản ứng nhường electron của Fe cho đúng: cho 2e nếu không còn dư Fe_3O_4 ; cho đồng thời cả 2e và 3e nếu còn dư Fe_3O_4 .

Điều tương tự này cũng cần lưu ý khi nhiệt nhôm hỗn hợp gồm Al và Fe_2O_3 hoặc Al và Cr_2O_3 , nhưng không cần lưu ý khi nhiệt nhôm hỗn hợp gồm Al và FeO hoặc Al và CrO.

Ví dụ 1

Tiến hành nhiệt nhôm m gam rắn X gồm Al và Fe_3O_4 (trong điều kiện không có không khí) được hỗn hợp rắn Y. Cho Y vào dung dịch NaOH dư thấy bay ra 2,24 lít H_2 (đkc) và thấy còn 21 gam rắn không tan. Biết các phản ứng đều xảy ra hoàn toàn. Giá trị m là

Có công mài sắt, có ngày nên kim

A. 39,8

B. 49,2

C. 45,8

D. 66,6

Giải

$$\text{Xem X, Y đều gồm } \begin{cases} \text{Al: } a \text{ mol} \\ \text{Fe: } 3b \text{ mol} \\ \text{O: } 4b \text{ mol} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 3a = 2.4b + \frac{2.2,24}{22,4} \\ 3b = \frac{21}{56} = 0,375 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a = 0,4 \\ b = 0,125 \end{cases}$$

$$\text{Vậy } m = 27a + 232.0,125 = 39,8.$$

Ví dụ 2

Tiến hành nhiệt nhôm m gam rắn X gồm Al và FeO (trong điều kiện không có không khí) một thời gian được hỗn hợp rắn Y. Hòa tan hết Y vào dung dịch HCl dư thấy có 0,7 mol HCl phản ứng và thoát ra 3,36 lít H_2 (đkc). Biết các phản ứng xảy ra hoàn toàn. Giá trị m là

A. 17,10

B. 16,20

C. 19,45

D. 18,68

Giải

$$\text{Xem X, Y đều gồm } \begin{cases} \text{Al: } a \text{ mol} \\ \text{Fe: } b \text{ mol} \\ \text{O: } b \text{ mol} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 3a + 2b = 2b + \frac{2.3,36}{22,4} \\ 3a + 2b = 0,7 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a = 0,1 \\ b = 0,2 \end{cases}$$

$$\text{Vậy } m = 27a + 72b = 17,1.$$

Ví dụ 3

Tiến hành nhiệt nhôm rắn X gồm m gam Al và 34,8 gam Fe_3O_4 (trong điều kiện không có không khí) được hỗn hợp rắn Y. Cho Y vào dung dịch HCl dư thấy thoát ra 0,525 mol H_2 . Biết các phản ứng đều xảy ra hoàn toàn. Giá trị m là

A. 12,15

B. 16,20

C. 9,45

D. 10,80

Giải

$$\text{Vì } n_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = 0,15 \text{ mol nên có thể xem X, Y đều gồm } \begin{cases} \text{Al: } a \text{ mol} \\ \text{Fe: } 0,45 \text{ mol} \\ \text{O: } 0,6 \text{ mol} \end{cases}$$

$$\Rightarrow 3a + 0,45.2 = 2.0,6 + 0,525.2 \Leftrightarrow a = 0,45. \text{ Vậy } m = 27a = 12,15.$$

Lưu ý

Vì 34,8 gam Fe_3O_4 khi bị khử hết sẽ tạo 0,45 mol Fe trong Y, trong khi số mol H_2 thu được = 0,525 > 0,45 chứng tỏ Y phải có Al dư và 0,45 mol Fe kim loại, tức toàn bộ Fe đã cho 2 electron trong phản ứng của Y với HCl.

Ví dụ 4

Nung nóng 58,25 gam hỗn hợp gồm Al và Cr_2O_3 (trong điều kiện không có không khí) đến khi phản ứng xảy ra hoàn toàn. Chia hỗn hợp thu được sau phản ứng thành hai phần bằng nhau. Phần một phản ứng vừa đủ với 300 ml dung dịch NaOH 1,25M (loãng). Để hòa tan hết phần hai cần vừa đủ dung dịch chứa x mol HCl. Giá trị x là

A. 1,625

B. 1,575

C. 1,750

D. 2,375

Giải

$$\text{Xem mỗi phần đều gồm } \begin{cases} \text{Al: } a \text{ mol} \\ \text{Cr: } 2b \text{ mol} \\ \text{O: } 3b \text{ mol} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 27a + 152b = \frac{58,25}{2} = 29,125 \\ a = 0,375 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a = 0,375 \\ b = 0,125 \end{cases}$$

$$\text{Vậy } x = 3a + 2.2b = 1,625.$$

Lưu ý

Vì Al và Cr_2O_3 phản ứng theo tỉ lệ mol tương ứng 2 : 1 nên $n_{\text{Al}} = 0,375 \text{ mol}$ và $n_{\text{Cr}_2\text{O}_3} = 0,125 \text{ mol}$ cho thấy toàn bộ Cr_2O_3 đã bị khử hết thành Cr, tức toàn bộ Cr đã cho 2 electron trong phản ứng của phần 2 với HCl.

Ví dụ 5

Thực hiện các phản ứng nhiệt nhôm hỗn hợp X gồm Al và 4,56 gam Cr_2O_3 (trong điều kiện không có O_2), sau khi phản ứng kết thúc, thu được hỗn hợp Y. Cho toàn bộ Y vào một lượng dư dung dịch HCl (loãng, nóng), sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được 2,016 lít H_2 (đkc). Còn nếu cho toàn bộ Y vào một lượng dư dung dịch NaOH (đặc, nóng), sau khi phản ứng kết thúc thì số mol NaOH đã phản ứng là:

A. 0,08 mol

B. 0,14 mol

C. 0,09 mol

D. 0,16 mol

Giải

$$\text{Vì } n_{\text{Cr}_2\text{O}_3} = 0,03 \text{ mol} \text{ nên có thể xem X, Y đều gồm } \begin{cases} \text{Al: } a \text{ mol} \\ \text{Cr: } 0,06 \text{ mol} \\ \text{O: } 0,09 \text{ mol} \end{cases}$$

$$\text{Vậy } 3a + 2.0,06 = \frac{2.2,016}{22,4} + 0,09.2 \Leftrightarrow a = n_{\text{NaOH}} = 0,08.$$

Lưu ý

Vì 4,56 gam Cr_2O_3 khi bị khử hết sẽ tạo 0,06 mol Cr trong Y, trong khi số mol H_2 thu được = 0,09 > 0,06 chứng tỏ Y phải có Al dư và 0,06 mol Cr kim loại, tức toàn bộ Cr đã cho 2 electron trong phản ứng của Y với HCl.

Ví dụ 6

Tiến hành nhiệt nhôm rắn X gồm Al; FeO và Fe_3O_4 (trong điều kiện không có không khí) được hỗn hợp rắn Y. Chia Y làm 2 phần bằng nhau:

+ Cho phần 1 vào dung dịch NaOH dư thấy thoát ra 0,225 mol H_2 và còn m gam rắn không tan.

+ Cho phần 2 vào dung dịch HNO_3 dư thấy thoát ra 0,35 mol NO là sản phẩm khử duy nhất.

Biết các phản ứng đều xảy ra hoàn toàn. Giá trị m là

A. 11,20

B. 9,80

C. 10,08

D. 14,00

Giải

$$\text{Xem mỗi phần gồm } \begin{cases} \text{Al: } a \text{ mol} \\ \text{Fe: } b \text{ mol} \\ \text{O: } c \text{ mol} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 3a = 2c + 2.0,225 \\ 3a + 3b = 2c + 3.0,35 \end{cases} \Leftrightarrow b = 0,2 \text{ nên } m = 11,2.$$

Ví dụ 7

Tiến hành nhiệt nhôm m gam rắn X gồm Al và hai oxit sắt (trong điều kiện không có không khí) được hỗn hợp rắn Y. Cho Y vào dung dịch NaOH dư thấy có H_2 thoát ra và còn 18,48

Có công mài sắt, có ngày nên kim

gam rắn không tan. Cũng cho lượng Y trên vào dung dịch HCl dư thấy thoát ra 9,072 lít H_2 (đkc) và có 1,59 mol HCl tham gia phản ứng. Biết các phản ứng đều xảy ra hoàn toàn. Giá trị m là

- A. 33,09 B. 44,40 C. 31,86 D. 49,60

Giải

$$\text{Xem X, Y đều gồm } \begin{cases} \text{Al: } a \text{ mol} \\ \text{Fe: } b \text{ mol} \\ \text{O: } c \text{ mol} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} b = \frac{18,48}{56} = 0,33 \\ 3a + 2b = 2c + \frac{2 \cdot 9,072}{22,4} \\ 3a + 2b = 1,59 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a = 0,31 \\ b = 0,33 \\ c = 0,39 \end{cases}$$

$$\text{Vậy } m = 27a + 56b + 16c = 33,09.$$

Lưu ý

Vì có H_2 thoát ra khi cho Y vào dung dịch NaOH nên toàn bộ các oxit sắt đã bị khử hết thành Fe kim loại, tức toàn bộ Fe đã cho 2e trong phản ứng của Y với HCl.

Ví dụ 8 (Đại học 2014)

Thực hiện phản ứng nhiệt nhôm hỗn hợp gồm Al và m gam hai oxit sắt trong khí trơ, thu được hỗn hợp rắn X. Cho X vào dung dịch NaOH dư, thu được dung dịch Y, chất không tan Z và 0,672 lít khí H_2 (đktc). Sục khí CO_2 dư vào Y, thu được 7,8 gam kết tủa. Cho Z tan hết vào dung dịch H_2SO_4 , thu được dung dịch chứa 15,6 gam muối sunfat và 2,464 lít khí SO_2 (ở đktc, là sản phẩm khử duy nhất của H_2SO_4). Biết các phản ứng đều xảy ra hoàn toàn. Giá trị của m là

- A. 6,96 B. 6,29 C. 6,48 D. 7,68

Giải

Có thể xem X gồm a mol Al; b mol Fe; c mol O, ta có hệ:

$$\begin{cases} a = \frac{7,8}{78} = 0,1 \\ 3a = 2c + \frac{2 \cdot 0,672}{22,4} \\ 56b + \frac{96 \cdot 2,464}{22,4} = 15,6 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a = 0,1 \\ b = 0,09 \\ c = 0,12 \end{cases} \Rightarrow m_{\text{hai oxit}} = 56b + 16c = 6,96.$$

Lưu ý

Khi cho Fe hoặc hỗn hợp kim loại trong đó có Fe tác dụng với H_2SO_4 đặc nóng, bắt chập tạo Fe^{2+} hay Fe^{3+} , hay tạo đồng thời cả hai, ta luôn có $m_{\text{sunfat}} = m_{\text{kim loại}} + 96n_{SO_2}$.

Ví dụ 9

Tiến hành nhiệt nhôm m gam rắn X gồm Al và Fe_3O_4 (trong điều kiện không có không khí) được hỗn hợp rắn Y. Chia Y làm 2 phần không bằng nhau:

+ Cho phần 1 vào dung dịch NaOH dư thấy thoát ra 0,045 mol H_2 .

+ Cho phần 2 vào dung dịch HNO_3 dư thấy có 2,38 mol HNO_3 phản ứng và thoát ra 0,385 mol NO là sản phẩm khử duy nhất.

Biết các phản ứng đều xảy ra hoàn toàn. Giá trị m là

- A. 48,30 B. 50,60 C. 48,68 D. 54,80

Giải

$$\text{Xem phần 1 gồm} \begin{cases} \text{Al: } a \text{ mol} \\ \text{Fe: } 3b \text{ mol} \\ \text{O: } 4b \text{ mol} \end{cases}; \text{ phần 2 gồm} \begin{cases} \text{Al: } ka \text{ mol} \\ \text{Fe: } 3kb \text{ mol} \\ \text{O: } 4kb \text{ mol} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 3a = 8b + 2.0,045 \\ 3ka + 9kb + 0,385 = 2,38 \\ 3ka + 9kb = 8kb + 3.0,385 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a = 0,15 \\ b = 0,045 \\ k = \frac{7}{3} \end{cases} \cdot \text{Vậy } m = (27a + 232b) + \frac{7}{3}(27a + 232b) = 48,3.$$

Ví dụ 10

Nung hỗn hợp X gồm 0,12 mol Al và 0,04 mol Fe_3O_4 một thời gian, thu được hỗn hợp rắn Y. Hòa tan hoàn toàn Y trong dung dịch HCl dư thu được 0,15 mol khí H_2 và m gam muối. Giá trị của m là

A. 34,10.

B. 32,58.

C. 31,97.

D. 33,39.

(Đại học 2014)**Giải**

$$\text{Xem X, Y đều gồm} \begin{cases} \text{Al: } 0,12 \text{ mol} \\ \text{Fe: } b \text{ mol} \\ \text{Fe: } c \text{ mol} \\ \text{O: } 0,16 \text{ mol} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 3.0,12 + 2b + 3c = 2.0,16 + 2.0,15 \\ b + c = 0,12 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} b = 0,1 \\ c = 0,02 \end{cases}$$

$$\text{Vậy } m = 133,5.0,12 + 127.0,1 + 162,5.0,02 = 31,97.$$

Lưu ý

+ Do phản ứng nhiệt nhôm xảy ra không hoàn toàn nên rắn Y chứa cả Fe (II) và Fe (III). Chính vì thế ta xem Y gồm b mol Fe sẽ tạo Fe^{2+} và c mol Fe sẽ tạo Fe^{3+} khi cho Y tác dụng với dung dịch HCl như đã giải ở trên.

+ Có thể giải cách khác: Chú ý $m_X = m_Y$; $n_{\text{HCl}} = 2n_{\text{O}} + 2n_{\text{H}_2} = 0,62 \text{ mol}$; $n_{\text{H}_2\text{O}/\text{hòa tan Y}} = n_{\text{O}} = 0,16 \text{ mol}$, ta có $0,12.27 + 0,04.232 + 0,62.36,5 + 0,15.2 + 0,16.18 \Leftrightarrow m = 31,97$.

Ví dụ 11

Thực hiện phản ứng nhiệt nhôm 57,2 gam hỗn hợp X gồm Al và hai oxit sắt (trong khí trơ) một thời gian, thu được hỗn hợp Y. Cho toàn bộ Y vào một lượng dư dung dịch HNO_3 thấy sau phản ứng thoát ra 1,4 mol NO_2 là sản phẩm khử duy nhất và có 4,4 mol HNO_3 phản ứng. Nếu cho toàn bộ Y vào một lượng dư dung dịch HCl thì sau khi phản ứng xong thấy có x mol HCl phản ứng và thu được y mol H_2 . Biết toàn bộ Fe^{3+} bị khử hết thành Fe^{2+} trong phản ứng của Y với dung dịch HCl. Giá trị x, y lần lượt là

A. 2,40 và 0,40

B. 2,45 và 0,45

C. 2,60 và 0,50

D. 2,50 và 0,45

Giải

$$\text{Xem X, Y đều gồm} \begin{cases} \text{Al: } a \text{ mol} \\ \text{Fe: } b \text{ mol} \\ \text{O: } c \text{ mol} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 27a + 56b + 16c = 57,2 \\ 3a + 3b = 2c + 1,4 \\ 3a + 3b + 1,4 = 4,4 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a = 0,4 \\ b = 0,6 \\ c = 0,8 \end{cases}$$

Có công mài sắt, có ngày nên kim

$$\text{Mà } 3a + 2b = 2c + 2y \text{ nên } y = \frac{3a + 2b - 2c}{2} = \frac{3.0,4 + 2.0,6 - 2.0,8}{2} = 0,4.$$

$$\text{Vậy } x = 2y + 2c = 2,4. \text{ (hoặc } x = 3a + 2b = 2,4).$$

Lưu ý

Nếu không có giả thiết toàn bộ Fe^{3+} bị khử hết thành Fe^{2+} trong phản ứng của Y với dung dịch HCl, Fe phải cho cả 2e và 3e trong phản ứng với HCl như ví dụ 10 đã giải ở trên.

Ví dụ 12

Thực hiện phản ứng nhiệt nhôm m gam hỗn hợp gồm Al và hai oxit sắt trong khí trơ một thời gian, thu được hỗn hợp rắn X. Cho X vào dung dịch HCl dư, thấy sau phản ứng thoát ra 0,2 mol H_2 . Mặt khác, nếu cũng cho lượng X trên vào dung dịch NaOH dư thì sau khi phản ứng xong thu được rắn Z và thấy có 0,2 mol NaOH phản ứng (không có khí thoát ra). Hòa tan hết Z vào dung dịch HNO_3 dư, thu được 0,7 mol NO_2 là sản phẩm khử duy nhất. Biết toàn bộ Fe^{3+} bị khử hết thành Fe^{2+} trong phản ứng của Y với dung dịch HCl. Giá trị của m là

A. 28,60

B. 36,20

C. 26,48

D. 37,68

Giải

$$\text{Xem X gồm } \begin{cases} \text{Al: } a \text{ mol} \\ \text{Fe: } b \text{ mol} \\ \text{O: } c \text{ mol} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 3a + 2b = 2c + 0,4 \\ a = 0,2 \\ 3b = 2(c - 0,3) + 0,7 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a = 0,2 \\ b = 0,3 \\ c = 0,4 \end{cases}$$

$$\Rightarrow m = 27a + 56b + 16c = 28,6.$$

Lưu ý

Do cho X vào dung dịch NaOH dư được rắn Z và thấy có 0,2 mol NaOH phản ứng (không có khí thoát ra), chứng tỏ X có 0,1 mol Al_2O_3 , và do đó Z gồm b mol Fe và $(c - 0,3)$ mol O. Mặt khác do giả thiết toàn bộ Fe^{3+} bị khử hết thành Fe^{2+} trong phản ứng của Y với dung dịch HCl, nên Fe chỉ cho 2e trong phản ứng với HCl.

Ví dụ 13

Tiến hành nhiệt nhôm hỗn hợp X gồm 0,12 mol Al và 0,04 mol Fe_3O_4 (không có không khí) một thời gian thu được hỗn hợp rắn Y. Cho Y vào dung dịch HCl thấy sau khi phản ứng xong thu được 0,135 mol khí H_2 và còn m gam rắn là Fe chưa tan hết. Giá trị của m là

A. 0,28.

B. 3,36.

C. 1,40.

D. 0,70.

Giải

$$\text{Xem X, Y đều gồm } \begin{cases} \text{Al: } 0,12 \text{ mol} \\ \text{Fe: } 0,12 \text{ mol} \\ \text{O: } 0,16 \text{ mol} \end{cases}$$

$$\Rightarrow 3.0,12 + 2(0,12 - n_{\text{Fe dư}}) = 2.0,16 + 2.0,135 \Leftrightarrow n_{\text{Fe dư}} = 0,005 \text{ tức } m = 0,28.$$

Ví dụ 14

Thực hiện phản ứng nhiệt nhôm 96,6 gam hỗn hợp X gồm Al và Fe_3O_4 (trong khí trơ) một thời gian, thu được hỗn hợp Y. Cho toàn bộ Y vào một lượng dư dung dịch HCl thấy sau phản ứng thoát ra 1,35 mol H_2 và thu được dung dịch chứa 258,45 gam muối. Còn nếu hòa tan toàn bộ Y

vào một lượng dư dung dịch HNO_3 thấy có x mol HNO_3 phản ứng và thu được NO là sản phẩm khử duy nhất. Giá trị x là

A. 6,80

B. 7,82

C. 5,75

D. 5,55

Giải

$$\text{Xem X, Y đều gồm} \begin{cases} \text{Al: } a \text{ mol} \\ \text{Fe: } b \text{ mol} \\ \text{Fe: } c \text{ mol} \\ \text{O: } \frac{4(b+c)}{3} \text{ mol} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 27a + \frac{232(b+c)}{3} = 96,6 \\ 3a + 2b + 3c = 2,1,35 + \frac{8(b+c)}{3} \\ 133,5a + 127b + 162,5c = 258,45 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a = 1 \\ b = 0,6 \\ c = 0,3 \end{cases}$$

$$\text{Vậy } x = 3a + 3(b+c) + n_{\text{NO}} = 3.1 + 3.0,9 + \frac{3.1 + 3.0,9 - 2.1,2}{3} = 6,8.$$

Lưu ý

Do phản ứng nhiệt nhôm xảy ra không hoàn toàn nên rắn Y chứa cả Fe (II) và Fe (III), do đó ta xem đã có b mol Fe sẽ tạo Fe^{2+} và c mol Fe sẽ tạo Fe^{3+} khi cho Y tác dụng với dung dịch HCl.

Ví dụ 15 (THPT Quốc Gia 2015)

Tiến hành phản ứng nhiệt nhôm hỗn hợp X gồm 0,03 mol Cr_2O_3 ; 0,04 mol FeO và a mol Al. Sau một thời gian phản ứng, trộn đều, thu được hỗn hợp chất rắn Y. Chia Y thành hai phần bằng nhau. Phần một phản ứng vừa đủ với 400 ml dung dịch NaOH 0,1M (loãng). Phần hai phản ứng với dung dịch HCl loãng, nóng (dư), thu được 1,12 lít khí H_2 (đktc). Giả sử trong phản ứng nhiệt nhôm, Cr_2O_3 chỉ bị khử thành Cr. Phần trăm khối lượng Cr_2O_3 đã phản ứng là

A. 20,00%

B. 33,33%

C. 50,00%

D. 66,67%

Giải

Để ý rằng khi Cr_2O_3 đã bị khử thành Cr thì FeO đã bị khử hết thành Fe.

$$\text{Có thể xem Y gồm} \begin{cases} \text{Al: } a \text{ mol} \\ \text{Cr: } b \text{ mol} \\ \text{Cr: } c \text{ mol} \\ \text{Fe: } 0,04 \text{ mol} \\ \text{O: } 0,13 \text{ mol} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,08 \\ b + c = 0,06 \\ 3a + 2b + 3c + 2.0,04 = 2.0,13 + 2.0,1 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a = 0,08 \\ b = 0,04 \\ c = 0,02 \end{cases}$$

$$\text{Vậy } \% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ bị khử} = \frac{b}{b+c} = \frac{0,04}{0,06} = 66,67\%.$$

Lưu ý

+ Trong cách giải trên, Y gồm b mol Cr cho 2 electron, tức có b mol Cr tạo thành sau nhiệt nhôm và c mol Cr cho 3 electron, tức còn $\frac{c}{2}$ mol Cr_2O_3 chưa tham gia nhiệt nhôm.

+ Có thể giải theo cách thông thường như sau:

Để ý rằng khi Cr_2O_3 đã bị khử thành Cr thì FeO đã bị khử hết thành Fe.

Gọi x là số mol Cr_2O_3 đã bị khử thành Cr, như vậy rắn Y gồm:

$$\begin{cases} \text{Fe} : 0,04\text{mol} \\ \text{Cr} : 2x\text{ mol} \\ \text{Al}_2\text{O}_3 : (x + \frac{0,04}{3})\text{mol} \\ \text{Al} : y\text{ mol} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} y + 2(x + \frac{0,04}{3}) = 2.0,04 = 0,08 \\ 0,04 + 2x + \frac{3y}{2} = 2.0,05 = 0,1 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = 0,02 \\ y = \frac{0,04}{3} \end{cases}$$

$$\text{Vậy } \% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ bị khử} = \frac{0,02}{0,03} = 66,67\% .$$

+ Do vị trí các cặp oxi hóa khử trong dãy điện hóa là $\dots \frac{\text{Zn}^{2+}}{\text{Zn}} \frac{\text{Cr}^{3+}}{\text{Cr}} \frac{\text{Fe}^{2+}}{\text{Fe}} \dots$ nên Cr^{3+} có tính oxi hóa yếu hơn Fe^{2+} . Điều này có nghĩa khi Cr_2O_3 đã bị khử thành Cr thì FeO đã bị khử hết thành Fe .

Chúc các em ôn luyện thật tốt và quan trọng là phải tìm thấy niềm vui trong học tập. Chỉ tìm thấy niềm vui trong học tập, việc học mới trở nên hứng thú, từ đó các em mới có cơ hội đạt được điểm số mỹ mãn trong kì thi sắp tới.
