

Phương pháp quy đổi

I. CƠ SỞ CỦA PHƯƠNG PHÁP

1. Nguyên tắc chung

Quy đổi là một phương pháp biến đổi toán học nhằm đưa bài toán ban đầu là một hỗn hợp phức tạp về dạng đơn giản hơn, qua đó làm cho các phép tính trở nên dễ dàng, thuận tiện.

Khi áp dụng phương pháp quy đổi phải tuân thủ 2 nguyên tắc sau :

- + Bảo toàn nguyên tố.
- + Bảo toàn số oxi hoá.

2. Các hướng quy đổi và chú ý

(1) Một bài toán có thể có nhiều hướng quy đổi khác nhau, trong đó có 3 hướng chính :

Quy đổi hỗn hợp nhiều chất về hỗn hợp hai hoặc chỉ một chất.

Trong trường hợp này thay vì giữ nguyên hỗn hợp các chất như ban đầu, ta chuyển thành hỗn hợp với số chất ít hơn (cũng của các nguyên tố đó), thường là hỗn hợp 2 chất, thậm chí là 1 chất duy nhất.

Ví dụ, với hỗn hợp các chất gồm Fe, FeO, Fe₃O₄, Fe₂O₃ ta có thể chuyển thành các tổ hợp sau : (Fe và FeO), (Fe và Fe₃O₄), (Fe và Fe₂O₃), (FeO và Fe₃O₄), (FeO và Fe₂O₃), (Fe₃O₄ và Fe₂O₃) hoặc Fe_xO_y.

Quy đổi hỗn hợp nhiều chất về các nguyên tử tương ứng.

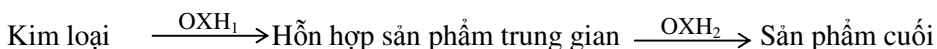
Thông thường ta gặp bài toán hỗn hợp nhiều chất nhưng về bản chất chỉ gồm 2 (hoặc 3) nguyên tố. Do đó, có thể quy đổi thẳng hỗn hợp đầu về hỗn hợp chỉ gồm 2 (hoặc 3) chất là các nguyên tử tương ứng.

Ví dụ ; (Fe, FeS, FeS₂, Cu, CuS, Cu₂S) $\xrightarrow{\text{quy đổi}}$ (Cu, Fe, S).

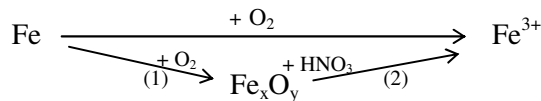
Khi thực hiện phép quy đổi phải đảm bảo :

- * Số electron nhường, nhận là không đổi (ĐLBT electron).
- * Do sự thay đổi tác nhân oxi hoá $\rightarrow$ có sự thay đổi sản phẩm cho phù hợp.

Thông thường ta hay gặp dạng bài sau :



Ví dụ : Quá trình OXH hoàn toàn Fe thành Fe³⁺



Ở đây, vì trạng thái đầu (Fe) và trạng thái cuối (Fe^{3+}) ở hai quá trình là như nhau, ta có thể quy đổi hai tác nhân OXH O_2 và HNO_3 thành một tác nhân duy nhất là O_2

(2) Do việc quy đổi nên trong một số trường hợp số mol một chất có thể có giá trị âm để tổng số mol mỗi nguyên tố là không đổi (bảo toàn).

(3) Trong quá trình làm bài ta thường kết hợp sử dụng các phương pháp bảo toàn khối lượng, bảo toàn nguyên tố và bảo toàn electron, kết hợp với việc sơ đồ hoá bài toán để tránh viết phương trình phản ứng, qua đó rút ngắn thời gian làm bài.

(4) Phương án quy đổi tốt nhất, có tính khái quát cao nhất là quy đổi thẳng về các nguyên tử tương ứng. Đây là phương án cho lời giải nhanh, gọn và dễ hiểu biểu thị đúng bản chất hoá học.

II. CÁC DẠNG BÀI TOÁN THƯỜNG GẶP

Ví dụ 1: Nung m gam bột sắt trong oxi, thu được 3,0 gam hỗn hợp chất rắn X. Hoà tan hết hỗn hợp X trong dung dịch HNO_3 dư thoát ra 0,56 lít ở đktc NO (là sản phẩm khử duy nhất). Giá trị của m là:

A. 2,52

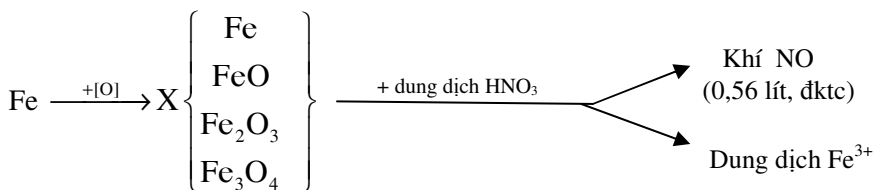
B. 2,22

C. 2,62

D. 2,32

Giải:

Sơ đồ hoá bài toán:



m gam 3,0 gam

Có: $n_{\text{NO}} = 0,025\text{mol}$

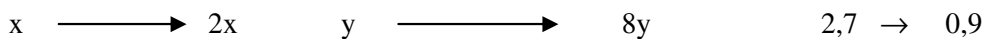
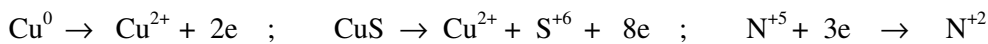
Trong trường hợp này ta có thể quy đổi hỗn hợp ban đầu về các hỗn hợp khác đơn giản gồm hai chất (Fe và Fe_2O_3 ; FeO và Fe_2O_3 ; Fe_3O_4 và Fe_2O_3 ; Fe và FeO ; Fe và Fe_3O_4 ; FeO và Fe_3O_4 hoặc thậm chí chỉ một chất Fe_xO_y ở đây tác giả chỉ trình bày hai phương án tối ưu nhất

Phương án 1: Quy đổi hỗn hợp X thành $\left\{ \begin{array}{l} \text{Fe} : x \text{ mol} \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 : y \text{ mol} \end{array} \right.$

Theo bảo toàn khối lượng: $56x + 160y = 3,0$ (1)

Các quá trình nhường nhận electron:

Các quá trình nhường nhận electron



Theo bảo toàn electron: $2x + 8y = 2,7$ (6)

$$\text{Từ (5), (6)} \Rightarrow \begin{cases} x = -0,05 \\ y = 0,35 \end{cases} \Rightarrow \text{X gồm } \begin{cases} \text{Cu} : -0,05 \text{ mol} \\ \text{CuS} : 0,35 \text{ mol} \end{cases}$$

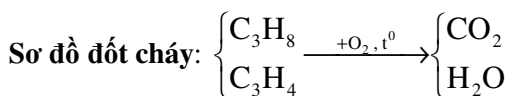
$$\text{Theo bảo toàn nguyên tố: } \begin{cases} n_{\text{Cu}(\text{OH})_2} = \sum n_{\text{Cu}} = 0,3 \text{ mol} \\ n_{\text{BaSO}_4} = n_{\text{S}} = 0,35 \text{ mol} \end{cases}$$

$$\Rightarrow m = 98.0,3 + 233.0,35 \Rightarrow m = 110,95 \Rightarrow \text{Đáp án C}$$

Ví dụ 3: Hỗn hợp X có tỉ khối so với H_2 là 21,2 gồm propan, propen và propin. Khi đốt cháy hoàn toàn 0,1 mol X, tổng khối lượng của CO_2 và H_2O thu được là

- A. 18,60 gam. B. 18,96 gam. C. 19,32 gam. D. 20,40 gam.

Giải:



Tổng khối lượng CO_2 và H_2O thu được là:

$$M = 44.0,3 + 18.(0,06.4 + 0,042) = 18,96 \text{ gam} \Rightarrow \text{Đáp án B}$$

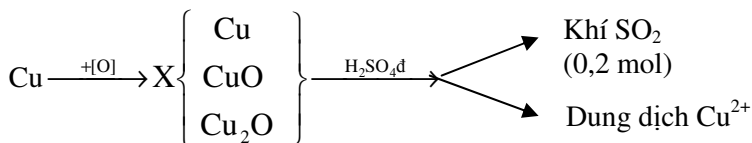
⌘ Tương tự có thể quy đổi hỗn hợp X thành (C_3H_8 và C_3H_6) hoặc (C_3H_6 và C_3H_4) cũng thu được kết quả trên

Ví dụ 4: Nung m gam bột Cu trong Oxi thu được 24,8 gam hỗn hợp chất rắn X gồm Cu, CuO và Cu_2O . Hoà tan hoàn toàn X trong H_2SO_4 đặc nóng thoát ra 4,48 lít khí SO_2 duy nhất (đktc). Giá trị của m là

- A. 9,6. B. 14,72. C. 21,12.
D. 22,4.

Giải:

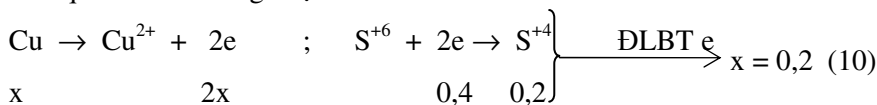
Sơ đồ hoá bài toán



$$\text{Quy đổi hỗn hợp X thành } \begin{cases} \text{Cu} : x \text{ mol} \\ \text{CuO} : y \text{ mol} \end{cases}$$

$$\text{Theo bảo toàn khối lượng: } 64x + 80y = 24,8 \quad (9)$$

Các quá trình nhường nhận electron:



$$\text{Từ (9) và (10)} \Rightarrow \begin{cases} \text{x} = 0,2 \\ \text{y} = 0,15 \end{cases} ; \text{Vậy X gồm: } \begin{cases} \text{Cu} : 0,2 \text{ mol} \\ \text{CuO} : 0,15 \text{ mol} \end{cases}$$

Theo bảo toàn nguyên tố đối với Cu :

$$\sum n_{\text{Cu}} = n_{\text{CuO}} = 0,2 + 0,15 = 0,35 \text{ mol} \Rightarrow m = 64 \cdot 0,35 = 22,4 \Rightarrow \text{Đáp án D}$$

⌘ *Tương tự có thể quy đổi hỗn hợp X thành (Cu và Cu₂O) hoặc (CuO và Cu₂O)*

2. Quy đổi nhiều hợp chất về các nguyên tử hoặc đơn chất tương ứng

Ví dụ 5: (Làm lại ví dụ 1) Nung m gam bột sắt trong oxi, thu được 3,0 gam hỗn hợp chất rắn X.

Hoà tan hết hỗn hợp X trong dung dịch HNO₃ (dư), thoát ra 0,56 lít (ở đktc) NO (là sản phẩm khử duy nhất). Giá trị của m là

A. 2,52.

B. 2,22.

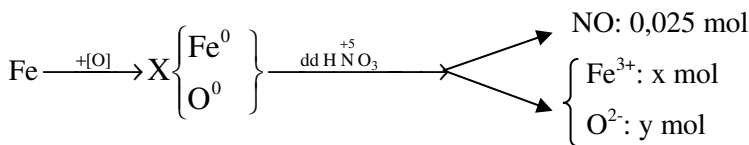
C. 2,62.

D. 2,32.

Giải:

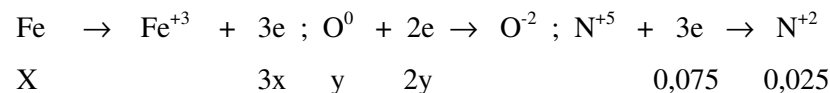
$$\text{Quy đổi hỗn hợp X thành: } \begin{cases} \text{Fe} : \text{x mol} \\ \text{O} : \text{y mol} \end{cases}$$

Sơ đồ hoá bài toán:



$$\text{Theo bảo toàn khối lượng: } 56\text{x} + 16\text{y} = 3,0 \quad (11)$$

Các quá trình nhường nhận electron:



$$\text{Từ (11) và (12)} \Rightarrow \begin{cases} \text{x} = 0,045 \\ \text{y} = 0,03 \end{cases} ; \text{Vậy X gồm } \begin{cases} \text{Fe} : 0,045 \text{ mol} \\ \text{Cu} : 0,03 \text{ mol} \end{cases}$$

$$m = 56 \cdot 0,045 = 2,52 \rightarrow \text{Đáp án A.}$$

Ví dụ 6: Trộn 5,6 gam bột sắt với 2,4 gam bột lưu huỳnh rồi đun nóng (trong điều kiện không có không khí) thu được hỗn hợp rắn M. Cho M tác dụng với lượng dư dung dịch HCl thấy giải

phóng hỗn hợp khí X và còn lại một phần không tan Y. Để đốt cháy hoàn toàn X và Y cần vừa đủ V lít khí oxi (đktc). Giá trị của V là

A. 2,8.

B. 3,36.

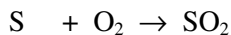
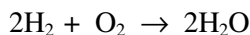
C. 4,48.

D. 3,08.

Giải:

Nhận thấy: Hỗn hợp khí X gồm H_2S và H_2 , phần không tan Y là S

Hỗn hợp H_2 và H_2S có thể quy đổi thành H_2 và S, như vậy đốt X và Y coi như đốt H_2 và S, vì vậy số mol H_2 bằng số mol Fe



$$\Rightarrow V_{O_2} = \left(\frac{1}{2}n_{Fe} + n_S\right) \cdot 22,4 = 2,8 \text{ lít}$$

$\Rightarrow$ Đáp án A.

Ví dụ 7: (Làm lại ví dụ 2) Hoà tan hoàn toàn 30,4 gam rắn X gồm Cu, CuS, Cu_2S và S bằng HNO_3 dư, thoát ra 20,16 lít khí NO duy nhất (đktc) và dung dịch Y. Thêm $Ba(OH)_2$ dư vào Y thu được m gam kết tủa. Giá trị của m là

A. 81,55.

B. 104,20.

C. 110,95.

D. 115,85.

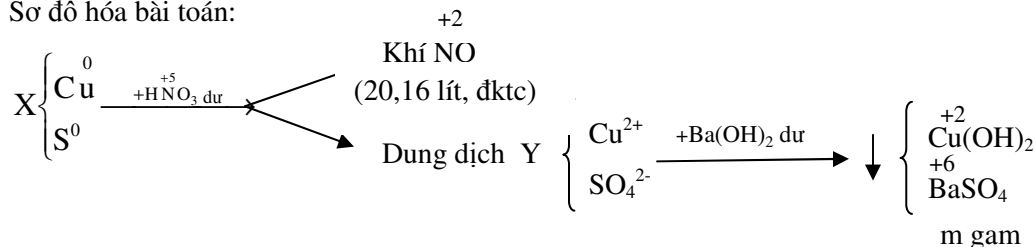
Giải:

Quy đổi hỗn hợp X thành

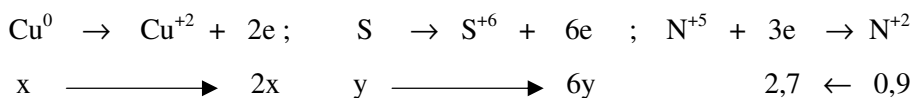
$$\begin{cases} Cu : x \text{ mol} \\ S : y \text{ mol} \end{cases}$$

Theo bảo toàn khối lượng: $64x + 32y = 30,4$ (13)

Sơ đồ hóa bài toán:



Các quá trình nhường, nhận electron:



Theo bảo toàn electron:

$$2x + 6y = 2,7 \quad (14)$$

$$\text{Từ (13), (14)} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,3 \\ y = 0,35 \end{cases} \Rightarrow X \text{ gồm } \begin{cases} \text{Cu} : 0,3 \text{ mol} \\ \text{S} : 0,35 \text{ mol} \end{cases}$$

Theo bảo toàn nguyên tố:

$$\begin{cases} n_{\text{Cu(OH)}_2} = n_{\text{Cu}} = 0,3 \text{ mol} \\ n_{\text{BaSO}_4} = n_{\text{S}} = 0,35 \text{ mol} \end{cases}$$

$$\Rightarrow m = 98.0,3 + 233.0,35$$

$$\Rightarrow m = 110,95$$

$\Rightarrow$ Đáp án C.

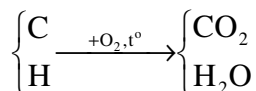
Ví dụ 8: (Làm lại ví dụ 3) Hỗn hợp X có tỉ khối so với H_2 là 21,2 gồm propan, propen và propin.

Khi đốt cháy hoàn toàn 0,1 mol X. tổng khối lượng của CO_2 và H_2O thu được là

- A. 18,60 gam. B. 18,96 gam. C. 19,32 gam. D. 20,40 gam.

$$\text{Quy đổi hỗn hợp X thành } \begin{cases} \text{C} : 0,3 \text{ mol} \\ \text{H} : y \text{ mol} \end{cases} \Rightarrow n_{\text{H}} = 4,24 - 0,3. 12 = 0,64 \text{ mol}$$

Sơ đồ cháy:



Tổng khối lượng CO_2 và H_2O thu được là: $m = 44. 0,3 + 18. 0,32 = 18,96 \text{ gam}$

$\Rightarrow$ Đáp án B.

Ví dụ 9: (Làm lại ví dụ 4) Nung m gam bột Cu trong oxi thu được 24,8 gam hỗn hợp chất rắn X gồm Cu, CuO và Cu_2O . Hoà tan hoàn toàn X trong H_2SO_4 đặc nóng thoát ra 4,48 lít khí SO_2 duy nhất (đktc). Giá trị của m là

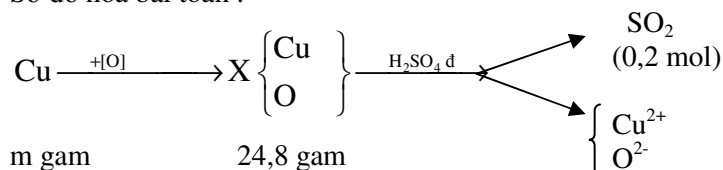
- A. 9,6 B. 14,72. C. 21,12. D. 22,4.

Giải:

$$\text{Quy đổi hỗn hợp X thành } \begin{cases} \text{Cu} : x \text{ mol} \\ \text{O} : y \text{ mol} \end{cases}$$

Theo bảo toàn khối lượng: $64x + 16y = 24,8$ (15)

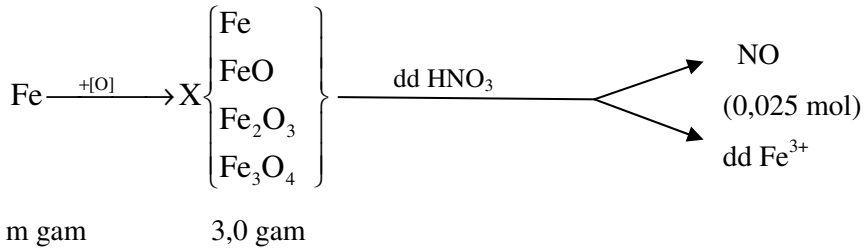
Sơ đồ hóa bài toán :



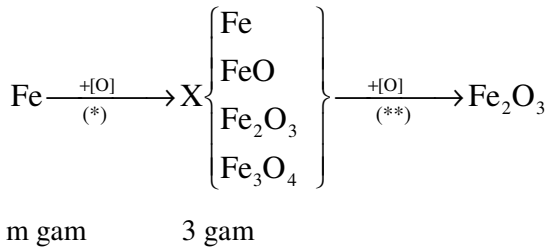
Các quá trình nhường, nhận electron:

Giải:

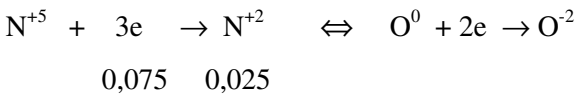
Sơ đồ hóa bài toán:



Thay vai trò oxi hóa của HNO_3 bằng $[O]$, ta có:



Ở đây ta đã thay vai trò nhận electron của N^{+5} bằng O:



Theo nguyên tắc quy đổi, số electron do N^{+5} nhận và O^0 nhận phải như nhau:

$$\Rightarrow 2n_{\text{O}^{(**)}} = 0,075$$

$$\Rightarrow n_{\text{O}^{(**)}} = 0,0375$$

Theo bảo toàn khối lượng: $m_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = m_X + m_{\text{O}^{(**)}} = 3,0 + 16.0,0375 = 3,6 \text{ gam}$

Theo bảo toàn nguyên tố đối với Fe: $n_{\text{Fe}} = 2 n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{2.3,6}{160} = 0,045 \text{ mol}$

$$\Rightarrow m = 56.0,045 = 2,52 \text{ gam}$$

$\Rightarrow$ Đáp án A.

Ví dụ 12: (Làm lại ví dụ 4) Nung m gam bột Cu trong oxi thu được 24,8 gam hỗn hợp chất rắn X gồm Cu, CuO và Cu_2O . Hoà tan hoàn toàn X trong H_2SO_4 đặc nóng thoát ra 4,48 lít khí SO_2 duy nhất (đktc). Giá trị của m là

A. 9,6

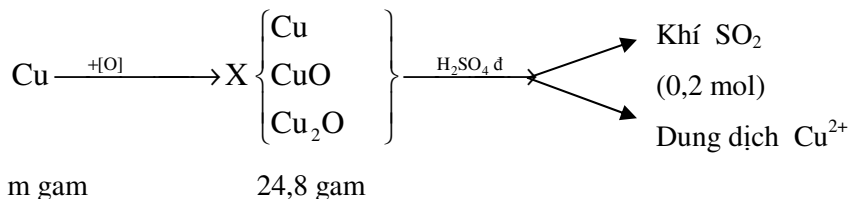
B. 14,72.

C. 21,12.

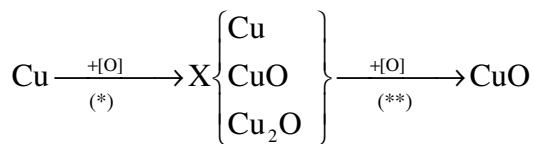
D. 22,4.

Giải:

Sơ đồ hóa bài toán:

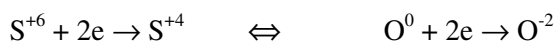


Thay vai trò oxi hóa của H_2SO_4 bằng $[\text{O}]$:



m gam 24,8 gam

Ở đây ta thay vai trò nhận electron của S^{+6} bằng O:



0,4 0,2

Theo nguyên tắc quy đổi: $n_{\text{O}^{(**)}} = 0,2 \text{ mol}$.

Theo bảo toàn khối lượng: $m_{\text{CuO}} = m_{\text{X}} + m_{\text{O}^{(**)}} = 24,8 + 16 \cdot 0,2 = 28 \text{ gam}$

$$\Rightarrow m = \frac{28}{80} \cdot 64 = 22,4$$

$\Rightarrow$ Đáp án D.

III. BÀI TẬP TỰ LUYỆN

Câu 1 : Để hoà tan hoàn toàn 2,32 gam hỗn hợp gồm FeO , Fe_3O_4 và Fe_2O_3 (trong đó số mol FeO bằng số mol Fe_2O_3) cần dùng vừa đủ V lít dung dịch HCl 1M. Giá trị của V là

- A. 0,08. B. 0,16. C. 0,18. D. 0,23.

Câu 2 : Cho 11,36 gam hỗn hợp gồm Fe , FeO , Fe_2O_3 và Fe_3O_4 Phản ứng hết với dung dịch HNO_3 loãng (dư), thu được 1,344 lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất ở đktc) và dung dịch X. Cô cạn dung dịch X thu được m gam muối khan Giá trị của m là

- A. 49,09. B. 38,72. C. 35,50. D. 34,36.

Câu 3 : Oxi hoá chậm m gam Fe ngoài không khí thu được 12 gam hỗn hợp X gồm FeO , Fe_3O_4 , Fe_2O_3 và Fe dư. Hoà tan hoàn toàn X trong HNO_3 thu được 2,24 lít NO (chất khử duy nhất, đo ở đktc). Giá trị m là

- A. 7,57. B. 7,75. C. 10,08. D. 10,80.

Câu 4 : Đốt cháy 6,72 gam bột Fe trong không khí dư được m gam hỗn hợp X gồm FeO, Fe₃O₄, Fe₂O₃ và Fe dư. Để hoà tan X cần dùng vừa hết 255ml dung dịch chứa HNO₃ 2M thu được V lít khí NO₂ (Sản phẩm khử duy nhất, đo ở đktc). Giá trị của m, V lần lượt là

A. 8,4 và 3,360.

B. 8,4 và 5,712.

C. 10,08 và 3,360.

D. 10,08 và 5,712.

Câu 5 : Hỗn hợp X gồm Mg, MgS và S. Hoà tan hoàn toàn m gam X trong HNO₃ đặc, nóng thu được 2,912 lít khí N₂ duy nhất (đktc) và dung dịch Y. Thêm Ba(OH)₂ dư vào Y được 46,55 gam kết tủa. Giá trị của m là

A. 4,8.

B. 7,2.

C. 9,6.

D. 12,0.

Câu 6 : Cho 18,5 gam hỗn hợp gồm Fe và Fe₃O₄ vào 200ml HNO₃ đun nóng. Sau phản ứng thu được 2,24 lít khí NO duy nhất (đktc), dung dịch X và còn lại 1,46 gam kim loại chưa tan. Nồng độ mol của dung dịch HNO₃ đã dùng là

A. 2,7M.

B. 3,2M.

C. 3,5M.

D. 2,9M.

Câu 7 : Hoà tan hoàn toàn m gam hỗn hợp X gồm Fe, FeCl₂, FeCl₃ trong H₂SO₄ đặc nóng, thoát ra 4,48 lít khí SO₂ duy nhất (đktc) và dung dịch Y. Thêm NH₃ dư vào Y thu được 32,1 gam kết tủa. Giá trị m là

A. 16,8.

B. 17,75.

C. 25,675.

D. 34,55.

Câu 8 : Hoà tan hoàn toàn 34,8 gam một oxit sắt dạng Fe_xO_y trong dung dịch H₂SO₄ đặc nóng. Sau phản ứng thu được 1,68 lít khí SO₂ (sản phẩm khử duy nhất đo ở đktc). Oxit Fe_xO_y là

A. FeO.

B. Fe₃O₄

C. FeO hoặc Fe₃O₄

D. Fe₂O₃

Câu 9 : Hoà tan hoàn toàn 25,6 gam chất rắn X gồm Fe, FeS, FeS₂ và S bằng dung dịch HNO₃ dư, đktc ra V lít khí NO duy nhất (đktc) và dung dịch Y. Thêm Ba(OH)₂ dư vào Y thu được 126,25 gam kết tủa. Giá trị của V là

A. 17,92.

B. 19,04.

C. 24,64.

D. 27,58.

Câu 10 : Cho hỗn hợp X gồm FeO, Fe₂O₃, Fe₃O₄ với số mol bằng nhau. Lấy a gam X cho phản ứng với CO nung nóng sau phản ứng trong bình còn lại 16,8 lít hỗn hợp rắn Y. Hoà tan hoàn toàn Y trong H₂SO₄ đặc, nóng thu được 3,36 lít khí SO₂ duy nhất (đktc). Giá trị của a và số mol H₂SO₄ đã phản ứng lần lượt là

A. 19,20 và 0,87.

B. 19,20 và 0,51.

C. 18,56 và 0,87.

D. 18,56 và 0,51.

Câu 11 : Hỗn hợp X có tỉ khối so với H_2 là 27,8 gồm butan, metylxiclopropan, but-2-en, etylaxetilen và divinyl. Khi đốt cháy hoàn toàn 0,15 mol X, tổng khối lượng của CO_2 và H_2O thu được là

- A. 34,50 gam. B. 36,66 gam. C. 37,20 gam. D. 39,90 gam.

Câu 12 : Hoà tan hoàn toàn 14,52 gam hỗn hợp X gồm $NaHCO_3$, $KHCO_3$ và $MgCO_3$ trong dung dịch HCl dư, thu được 3,36 lít khí CO_2 (đktc). Khối lượng muối KCl tạo thành trong dung dịch sau phản ứng là

- A. 8,94 gam. B. 16, 7 gam. C. 7,92 gam. D. 12,0 gam.

Câu 13 : Cho 13,92 gam hỗn hợp X gồm Cu và một oxit sắt vào dung dịch HNO_3 loãng dư thu được 2,688 lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất, đo ở đktc). Cô cạn dung dịch sau phản ứng thu được 42,72 gam muối khan. Công thức của oxit sắt là

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

Câu 14 : Cho 9,12 gam hỗn hợp gồm FeO, Fe_2O_3 , Fe_3O_4 tác dụng với dung dịch HCl (dư). Sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, được dung dịch Y ; cô cạn Y thu được 7,62 gam $FeCl_2$ và m gam $FeCl_3$. Giá trị của m là

- A. 4,875 . B. 9,60. C. 9,75. D. 4,80.

ĐÁP ÁN

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