

CHƯƠNG 7: CROM – SẮT – ĐỒNG

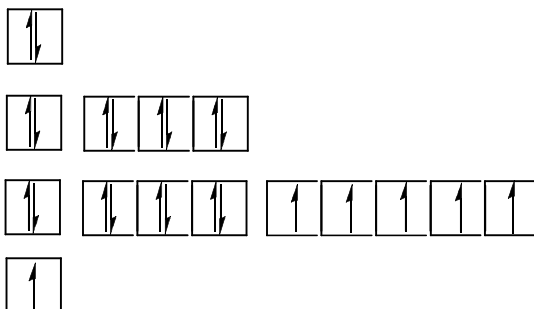
NỘI DUNG 1: CRÔM VÀ HỢP CHẤT CỦA CRÔM

A. LÝ THUYẾT.

A₁. CRÔM

I. VỊ TRÍ VÀ CẤU TẠO

- Crom là kim loại chuyển tiếp, thuộc nhóm VIB, chu kì 4, số hiệu nguyên tử là 24.
- Sự phân bố electron vào các mức năng lượng: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$
- Cấu hình electron nguyên tử: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ hay $[Ar] 3d^5 4s^1$
- Biểu diễn cấu hình electron qua ô lượng tử:



- Crom có số oxi hóa +1 đến +6. Phổ biến hơn cả là các số oxi hóa +2, +3 và +6.
- Độ âm điện: 1,61
- Bán kính nguyên tử Cr 0,13 nm ($1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m} = 1 \times 10^{-3} \mu\text{m}$)
- Bán kính ion Cr^{2+} là 0,084 nm và Cr^{3+} là 0,069 nm.

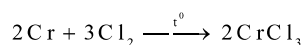
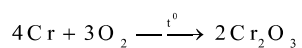
II. TÍNH CHẤT VẬT LÝ

- Crom có màu trắng ánh bạc, rất cứng (cứng nhất trong số các kim loại), khó nóng chảy (1890°C).
- Crom là kim loại nặng, có khối lượng riêng $7,2 \text{ g/cm}^3$.

III. TÍNH CHẤT HÓA HỌC

1. Tác dụng với phi kim

- Ở nhiệt độ cao, crom tác dụng được với nhiều phi kim

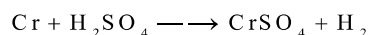
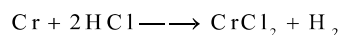


2. Tác dụng với nước.

- Crom có thế điện cực chuẩn nhỏ ($E^\circ_{\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}} = -0,74 \text{ V}$) âm hơn so với thế điện cực hidro ở pH = 7 ($E^\circ_{\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2} = -0,74 \text{ V}$). Tuy nhiên, trong thực tế crom không phản ứng với nước.

3. Tác dụng với axit

- Khi tác dụng với dung dịch HCl, H₂SO₄ loãng tạo ra muối Cr(II).



- Cr không phản ứng với HNO₃ và H₂SO₄ đặc nguội.

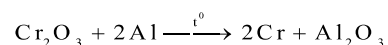
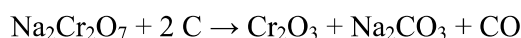
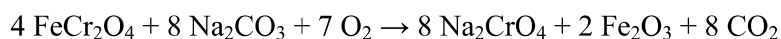
♥ **Chú ý** : Crom không tan được trong dung dịch NaOH loãng cũng như dung dịch NaOH đặc nóng.

IV. ỨNG DỤNG

- Thép chứa 2,8-3,8% crom có độ cứng cao, bền, có khả năng chống gỉ
- Thép chứa 18% crom là thép không gỉ (thép inox).
- Thép chứa 25-30% crom siêu cứng dù ở nhiệt độ cao.
- Crom dùng để mạ thép. Thép mạ crom bảo vệ kim loại khỏi bị ăn mòn và tạo vẻ đẹp cho đồ vật.

V. SẢN XUẤT

- Phương pháp nhiệt nhôm: Cr₂O₃ được tách ra từ quặng cromit FeO.Cr₂O₃.

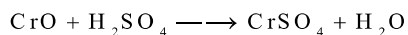
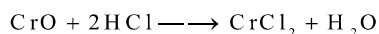


A2. MỘT SỐ HỢP CHẤT CỦA CROM

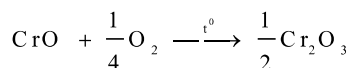
I. HỢP CHẤT CROM (II)

1. CrO

- CrO là một oxit bazơ.
- CrO tan dễ dàng trong dung dịch HCl loãng ; H₂SO₄ loãng

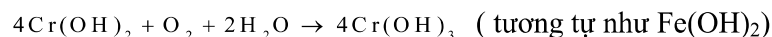


- CrO có tính khử, trong không khí CrO dễ bị oxi hóa thành Cr₂O₃.

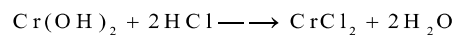


2. Cr(OH)₂

- Cr(OH)₂ là chất rắn, màu vàng.
- Cr(OH)₂ có tính khử, trong không khí oxi hóa thành Cr(OH)₃



- Cr(OH)₂ là một bazơ.



3. Muối crom (II)

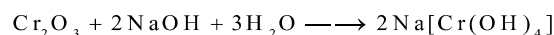
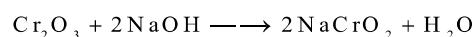
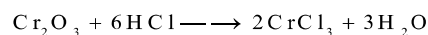
- Muối crom (II) có tính khử mạnh.



III. HỢP CHẤT CROM (III)

1. Cr₂O₃

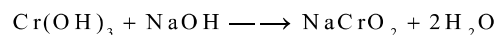
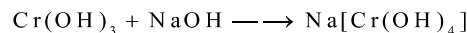
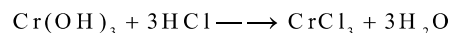
- Cr₂O₃ là oxit lưỡng tính, tan trong axit và kiềm đặc.



- Cr₂O₃ được dùng tạo màu lục cho đồ sứ, đồ thủy tinh.
 - ♥ Cr₂O₃ tuy là một oxit lưỡng tính, nhưng nó chỉ tan trong dung dịch axit, kiềm đặc, chứ không tan trong dung dịch loãng.

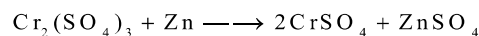
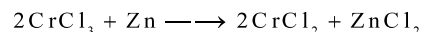
2. Cr(OH)₃

- Cr(OH)₃ là hiroxit lưỡng tính, tan được trong dung dịch axit và dung dịch kiềm.

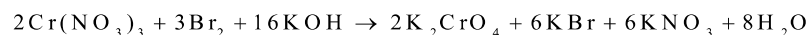
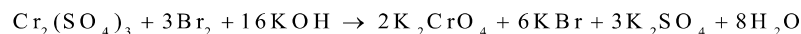
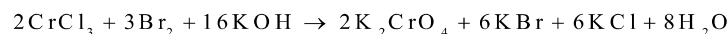
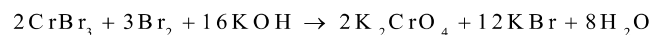


3. Muối crom (III)

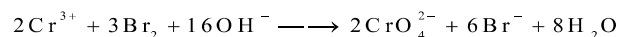
- Muối crom (III) có tính khử và tính oxi hóa.
- Trong môi trường axit, muối crom (III) có tính oxi hóa bị Zn khử thành muối crom (II)



- Trong môi trường kiềm, muối crom (III) có tính khử và bị chất oxi hóa mạnh oxi hóa thành muối crom (VI).



Phương trình ion:

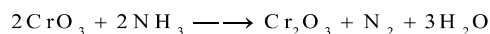
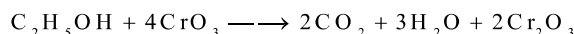
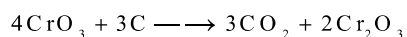
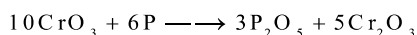
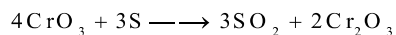


- ♥ Phèn crom-kali $K_2SO_4 \cdot Cr_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ có màu xanh tím, được dùng để nhuộm da, làm chất cảm màu trong ngành nhuộm vải.

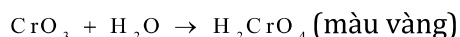
III. HỢP CHẤT CROM (VI)

1. CrO_3

- CrO_3 là chất oxi hóa rất mạnh. Một số chất vô cơ và hữu cơ như S, P, C, NH_3 , C_2H_5OH ... bốc cháy khi tiếp xúc với CrO_3 , CrO_3 bị khử thành Cr_2O_3 .

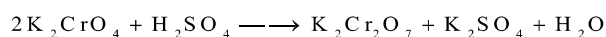


- CrO_3 là oxit axit, khi tác dụng với nước tạo thành hỗn hợp axit cromic H_2CrO_4 và axit đicromic $H_2Cr_2O_7$. Hai axit này không thể tách ra ở dạng tự do, chỉ tồn tại trong dung dịch. Nếu tách ra khỏi dung dịch, chúng bị phân hủy thành CrO_3 .

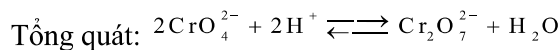
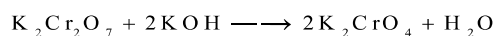


2. Muối cromat và đicromat

- Ion cromat CrO_4^{2-} có màu vàng. Ion đicromat $Cr_2O_7^{2-}$ có màu da cam.
- Trong môi trường axit, cromat chuyển hóa thành đicromat.



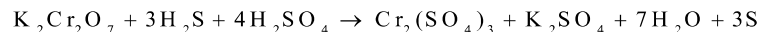
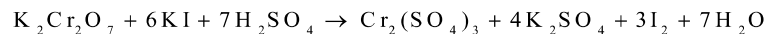
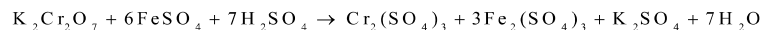
- Trong môi trường kiềm đicromat chuyển hóa thành cromat.



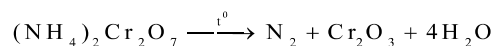
- ♥ Ta có chuyển hóa sau :

- Nếu ta nhỏ dung dịch chứa ion H^+ loãng vào dung dịch Na_2CrO_4 (màu vàng) thì dung dịch sẽ chuyển sang màu da cam
- Nếu ta nhỏ dung dịch kiềm loãng vào dung dịch $Na_2Cr_2O_7$ thì dung dịch sẽ chuyển sang màu vàng.

- Muối cromat và đicromat có tính oxi hóa mạnh, chúng bị khử thành muối Cr(III).



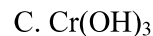
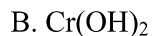
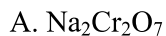
$(NH_4)_2Cr_2O_7$ bị nhiệt phân theo phản ứng:



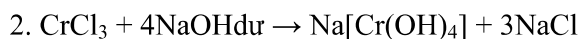
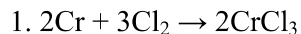
B. MỘT SỐ BÀI TẬP ĐIỂN HÌNH CÓ HƯỚNG DẪN

Câu 1: Cho sơ đồ phản ứng $Cr \xrightarrow{Cl_2 \text{ dư, } t^0} X \xrightarrow{\text{dung dịch NaOH dư}} Y$

Chất Y trong sơ đồ trên là

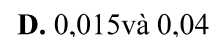
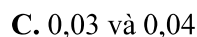
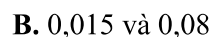
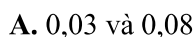


Giải: Chuỗi phản ứng:



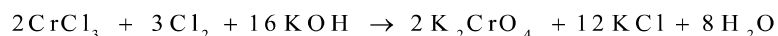
Đáp án D

Câu 2: Để oxi hóa hoàn toàn 0,01 mol $CrCl_3$ thành K_2CrO_4 bằng Cl_2 khi có mặt KOH , lượng mol tối thiểu Cl_2 và KOH phản ứng là



Hướng dẫn

- Phương trình phản ứng:



- Theo phương trình phản ứng :

$$n_{Cl_2} = 0,015 \text{ (mol)}$$

$$n_{KOH} = 8 \cdot 0,01 = 0,08 \text{ (mol)}$$
- Vậy cần tối thiểu 0,015 mol Cl_2 và 0,08 mol KOH .

⇒ **Đáp án B**

Câu 3: Cho m gam hỗn hợp bột X gồm ba kim loại Zn, Cr, Sn có số mol bằng nhau tác dụng hết với lượng dư dung dịch HCl loãng, nóng thu được dung dịch Y và khí H_2 . Cô cạn dung dịch Y thu được 8,98 gam muối khan. Nếu cho m gam hỗn hợp X tác dụng hoàn toàn với O_2 (dư) để tạo hỗn hợp 3 oxit thì thể tích khí O_2 (đktc) phản ứng là

A. 2,016 lít.

B. 1,008 lít.

C. 0,672 lít.

D. 1,344 lít.

Hướng dẫn

Đáp án B

$$m_{SnCl_2} + m_{ZnCl_2} + m_{CrCl_2} = 8,98$$

$$\Rightarrow n_{Sn} = n_{Zn} = n_{Cr} = \frac{8,98}{449} = 0,02 \text{ (mol)}$$

$$n_{O_2} = n_{Sn} + \frac{1}{2}n_{Zn} + \frac{3}{4}n_{Cr} = 0,045 \text{ (mol)} \Rightarrow V_{O_2} = 1,008 \text{ (l)}.$$

Câu 4: Khi cho 41,4 gam X gồm Fe_2O_3 , Cr_2O_3 và Al_2O_3 tác dụng với dung dịch NaOH đặc (dư), sau phản ứng được 16 gam chất rắn. Để khử **hoàn toàn** 41,4 gam X bằng phản ứng nhiệt nhôm, phải dùng 10,8 gam Al. % khối lượng của Cr_2O_3 trong X là (H= 100%, Cr = 52)

A. 50,67%.

B. 20,33%.

C. 66,67%.

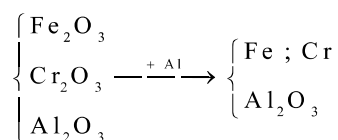
D. 36,71%.

Hướng dẫn

- Gọi x, y, z lần lượt là số mol của các chất Fe_2O_3 , Cr_2O_3 và Al_2O_3
- Theo bài ra ta có phương trình: $160.x + 152.y + 102.z = 41,4$ (1)
- ❖ X tác dụng với dung dịch NaOH đặc (dư) \Rightarrow chất rắn không tan thu được chính là Fe_2O_3

$$\Rightarrow n_{Fe_2O_3} = x = \frac{16}{160} = 0,1 \text{ (mol)} \text{ (2)}$$

- ❖ Để khử hoàn toàn X cần dùng 10,8 gam Al. Ta có sơ đồ khử X như sau:



$$\Rightarrow \text{Ta có phương trình: } 2x + 2y = 0,4 \text{ (3)}$$

$$\text{Giải hệ (1); (2); (3)} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,1 \\ y = 0,1 \\ z = 0,1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \% m_{Cr_2O_3} = \frac{0,1 \cdot 152}{41,4} \cdot 100 = 36,71 \%$$

\Rightarrow Đáp án D

Câu 5: Cho các phát biểu sau:

- (a) Trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học, crom thuộc chu kì 4, nhóm VIB.
- (b) Các oxit của crom đều là oxit bazơ.
- (c) Trong các hợp chất, số oxi hóa cao nhất của crom là +6

(d) Trong các phản ứng hóa học, hợp chất crom(III) chỉ đóng vai trò chất oxi hóa.

(e) Khi phản ứng với khí Cl₂ dư, crom tạo ra hợp chất crom(III).

Trong các phát biểu trên, những phát biểu đúng là:

A. (a), (b) và (e) B. (a), (c) và (e) C. (b), (d) và (e) D. (b), (c) và (e)

Hướng dẫn:

Đáp án B

- Các oxit của Crom: CrO là oxit bazơ, Cr₂O₃ oxit lưỡng tính, CrO₃ là oxit axit
- Phản ứng trong môi trường kiềm crom(III) đóng vai trò chất khử; còn trong môi trường axit crom(III) đóng vai trò chất oxi hóa.

NỘI DUNG 2: SẮT VÀ MỘT SỐ HỢP CHẤT CỦA SẮT

A. LÝ THUYẾT.

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN:

1/. Vị trí và tính chất vật lý:

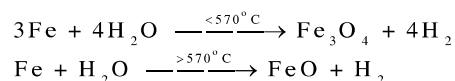
- Sắt thuộc phân nhóm phụ nhóm VIII (VIIIB), chu kì 4, số hiệu 26, d = 7,9g/cm³, dễ dát mỏng, kéo sợi, có tính nhiễm từ. Dẫn điện kém hơn nhôm.
- Cấu hình e: [Ar]3d⁶4s². Cấu tạo đơn chất: mạng tinh thể lập phương tâm khối (Fe_α) hay lập phương tâm diện (Fe_β).
- Các quặng chứa sắt: Manhetit (Fe₃O₄); Hemantit đỏ (Fe₂O₃); Xiderit (FeCO₃); Pirit (FeS₂); Hemantit nâu (Fe₂O₃.nH₂O)

2/. Tính chất hóa học:

a/. Tác dụng với phi kim:

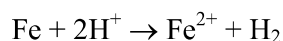
- Khi đun nóng sắt tác dụng trực tiếp với nhiều phi kim như O₂, Cl₂, S ... tạo thành sắt oxit, sắt clorua, sắt sunfua (Fe₃O₄, FeCl₃, FeS).

b/. Tác dụng với nước:



c/. Tác dụng với dung dịch axit:

- Với các dung dịch HCl, H₂SO₄ loãng, chỉ tạo khí H₂ và muối của ion Fe²⁺:



<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dùng CO để khử oxit sắt (các quặng cacbonat hay pirit khi nung nóng (có mặt O₂) đều biến thành oxit) ▪ Nguyên liệu: quặng sắt, than cốc, không khí. ▪ Oxi của không khí được sấy nóng đến 900°C $C + O_2 \rightarrow CO_2 + 94Kcal$ ▪ Nhiệt độ lên đến khoảng 2000°C, nên: $CO_2 + C \rightarrow 2CO - 42Kcal$ <p>Oxit cacbon khử oxit sắt:</p> $3Fe_2O_3 + CO \rightarrow 2Fe_3O_4 + CO_2$ $Fe_3O_4 + CO \rightarrow 3FeO + CO_2$ $FeO + CO \rightarrow Fe + CO_2$ ▪ Chất chảy kết hợp với tạp chất trong nguyên liệu tạo thành xỉ: $CaO + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3$ ▪ Fe sinh ra tạo thành hợp kim với C, Si, Mn ... thành gang nóng chảy trong lò (t_s^o gang nhỏ hơn t_s^o Fe) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Luyện gang thành thép bằng cách lấy ra khỏi gang phần lớn C, Si, Mn và hầu hết P, S tự sự oxi hóa gang nóng chảy. ▪ Các phản ứng xảy ra theo thứ tự: $Si + O_2 \rightarrow SiO_2$ $2Mn + O_2 \rightarrow 2MnO$ $C + O_2 \rightarrow CO_2$ $CO_2 + C \rightarrow 2CO$ $S + O_2 \rightarrow SO_2$ $4P + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$ ▪ Các khí (CO₂, SO₂, CO) bay ra khỏi hệ. SiO₂ và P₂O₅ là những oxi axit kết hợp với FeO, MnO tạo thành xỉ. ▪ Khi các tạp chất bị oxi hóa hết thì Fe bị oxi hóa: $2Fe + O_2 \rightarrow 2FeO \text{ (nâu)}$ ▪ Thêm vào lò một ít gang giàu C để điều chỉnh tỉ lệ C và một lượng nhỏ Mn cũng được thêm vào lò để khử oxit sắt: $FeO + Mn \rightarrow Fe + MnO$
--	--

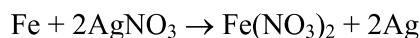
II. KIẾN THỨC BỔ SUNG:

1/. Sắt bị oxi hóa thành hỗn hợp muối Fe(II) và Fe(III):

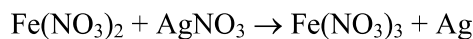
- Do sắt có 2 hóa trị là 2 và 3, nên khi tác dụng với chất oxi hóa, tùy thuộc vào tỉ lệ số mol của các chất tham gia phản ứng, có thể tạo thành hỗn hợp 2 loại muối sắt.

a/. Trường hợp Fe phản ứng với AgNO₃:

- Ví dụ: cho 0,15 mol Fe vào dung dịch chứa 0,4 mol AgNO₃



AgNO₃ còn lại (0,4 – 0,3) = 0,1 mol, sẽ oxi hóa tiếp Fe(NO₃)₂



0,1 0,1 0,1 mol

- Dung dịch thu được có Fe(NO₃)₂: 0,05 mol và Fe(NO₃)₃: 0,1 mol

- Tổng quát: Nếu tỉ lệ mol AgNO₃ và Fe: $f = \frac{n_{\text{AgNO}_3}}{n_{\text{Fe}}}$

* $2 < f < 3$: dung dịch chứa Fe(NO₃)₂ và Fe(NO₃)₃.

* $f \geq 3$: dung dịch chỉ chứa Fe(NO₃)₃

* $f \leq 2$: dung dịch chỉ chứa Fe(NO₃)₂

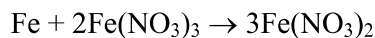
b/. Trường hợp Fe phản ứng với dung dịch HNO₃:

- Ví dụ: Cho x mol bột Fe tác dụng với dung dịch chứa y mol HNO₃. xác định tỉ lệ x/y để dung dịch thu được chứa 2 muối Fe(NO₃)₃ và Fe(NO₃)₂.

- Các phản ứng có thể xảy ra:



a 4a a mol



b 2b 3b mol

- Gọi a, b lần lượt là số mol Fe tham gia các phản ứng.
- Nếu có 2 muối, HNO₃ hết và $y = 4a$.
- Số mol Fe tham gia phản ứng: $a + b = x$

Ta có: $\frac{y}{x} = \frac{4a}{a+b}$ với điều kiện $0 < 2b < a$

Suy ra: $\frac{8}{3} < \frac{y}{x} < 4$.

- Tổng quát: Nếu tỉ lệ số mol HNO₃ và Fe: $f = \frac{n_{\text{HNO}_3}}{n_{\text{Fe}}}$

- $\frac{8}{3} < f < 4$: dung dịch chứa Fe(NO₃)₂ và Fe(NO₃)₃.

- $f \geq 4$: dung dịch chỉ chứa Fe(NO₃)₃

- $f \leq \frac{8}{3}$: dung dịch chỉ chứa Fe(NO₃)₂

2/. Xác định công thức của oxit sắt:

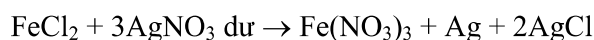
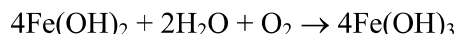
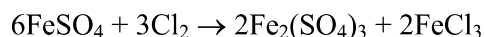
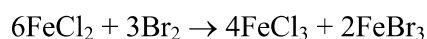
Đặt công thức của oxit sắt là Fe_xO_y. Các trường hợp thường gặp:

Fe_xO_y	FeO	Fe_2O_3	Fe_3O_4
$\frac{x}{y} = ?$	1	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{4}$
	$> 0,75\dots$	$< 0,75\dots$	$\frac{2}{3} < \frac{x}{y} < 1$
Hòa tan với HCl , H_2SO_4 (l)	Chỉ tạo Fe^{2+}	Chỉ tạo Fe^{3+}	Tạo hỗn hợp Fe^{2+} và Fe^{3+}

3/. Các phản ứng chuyển đổi Fe(II) thành Fe(III) và ngược lại:

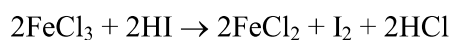
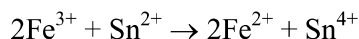
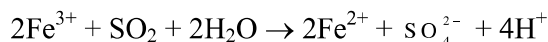
a/. Fe(II) thành Fe(III):

- Các chất oxi hóa mạnh: Cl_2 , Br_2 , O_2 , HNO_3 , H_2SO_4 đ, Ag^+ , KMnO_4 oxi hóa các hợp chất Fe(II) lên hợp chất Fe(III).

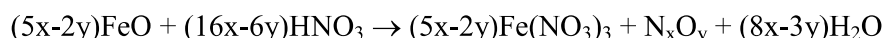
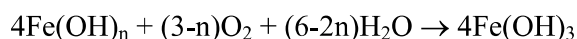
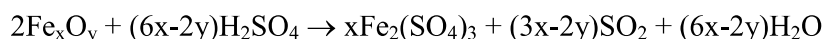
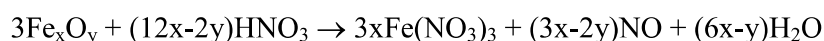


b/. Fe(III) thành Fe(II):

- Các chất khử: Fe , Cu , CO , I^- , H_2S , $[\text{H}]$, Sn^{2+} có thể khử hợp chất Fe(III) thành Fe(II)



c/. Vài phản ứng tổng quát:



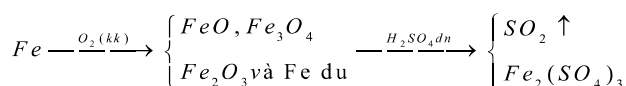
Trường hợp 2: Nếu đề ra yêu cầu tính thể tích hoặc khối lượng của HNO₃ thì ta tính số mol dựa vào bảo toàn nguyên tố N khi đó ta sẽ có:

$$n_{\text{HNO}_3} = n_{\text{NO}_3}^{\text{muôi}} + n_{\text{NO}_3}^{\text{Khí}} = 3n_{\text{Fe}} + n_{\text{NO}} (n_{\text{NO}_2})$$

2. Dạng đốt cháy Sắt trong không khí rồi cho sản phẩm phản ứng với chất oxy hóa

- **Câu 1:** Nung nóng 12,6 gam Fe ngoài không khí sau một thời gian thu được m gam hỗn hợp X gồm Fe, FeO, Fe₂O₃ và Fe₃O₄. Hỗn hợp này phản ứng hết với dung dịch H₂SO₄ đặc nóng (dư), thu được 4,2 lít khí SO₂ (sản phẩm khử duy nhất, ở đktc). Tính m?

- **Phân tích đề:** Sơ đồ phản ứng



Fe phản ứng với Oxi cho 3 sản phẩm oxit và lượng sắt dư, sau đó hỗn hợp oxit này phản ứng với H₂SO₄ đặc nóng đưa lên sắt +3. Trong quá trình Oxi nhận e để đưa về O²⁻ có trong oxit và H₂SO₄(+6) nhận e để đưa về SO₂ (+4).

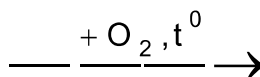
- Như vậy: + Khối lượng oxit sẽ là tổng của khối lượng sắt và oxi.
+ Cả quá trình chất nhường e là Fe chất nhận là O và H₂SO₄.
- **Giải:** Ta có $n_{\text{SO}_2} = 0,1875 \text{ mol}$, $n_{\text{Fe}} = 0,225 \text{ mol}$

Gọi số mol oxi trong oxit là x ta có:

Chất khử



Chất oxy hóa



Tổng electron nhường: 0,675 mol

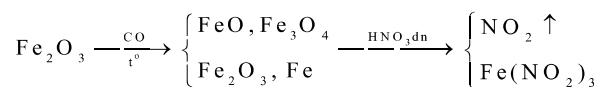
Tổng electron nhận: 2x + 0,375 (mol)

Áp dụng định luật bảo toàn electron ta có: $0,675 = 2x + 0,375 \rightarrow x = 0,15$

Mặt khác ta có: $m = m_{\text{Fe}} + m_{\text{O}^{2-}}$ nên: $m = 12,6 + 0,15 \times 16 = 15$ (gam).

3. Dạng khử không hoàn toàn Fe₂O₃ sau cho sản phẩm phản ứng với chất oxy hóa mạnh là HNO₃ hoặc H₂SO₄ đặc nóng:

- **Câu 1:** Cho một luồng khí CO đi qua ống sứ đựng m gam Fe₂O₃ nung nóng. Sau một thời gian thu được 10,44 gam chất rắn X gồm Fe, FeO, Fe₂O₃ và Fe₃O₄. Hòa tan hết X trong dung dịch HNO₃ đặc, nóng thu được 4,368 lít NO₂ (sản phẩm khử duy nhất ở đktc). Tính m?
- **Phân tích đề:** Sơ đồ phản ứng



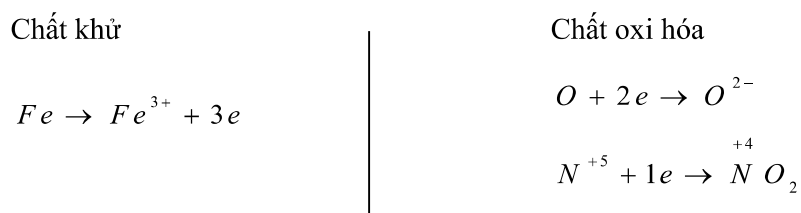
Trong trường hợp này xét quá trình đầu và cuối ta thấy chất nhường e là CO, chất nhận e là HNO₃. Nhưng nếu biết tổng số mol Fe trong oxit ta sẽ biết được số mol Fe₂O₃. Bởi vậy ta dùng chính dữ kiện bài toán hòa tan x trong HNO₃ để tính tổng số mol Fe.

▪ **Giải:**

Theo đề ra ta có: $n_{NO_2} = 0,195 \text{ mol}$

Gọi số mol Fe và O tương ứng trong X là x và y ta có: $56x + 16y = 10,44$ (1).

Quá trình nhường và nhận e:



▪ Áp dụng định luật bảo toàn electron ta có: $3x = 2y + 0,195$ (2)

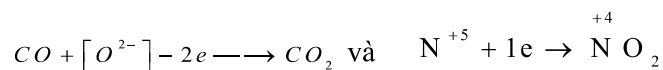
Từ (1) và (2) ta có hệ
$$\begin{cases} 56x + 16y = 10,44 \\ 3x - 2y = 0,195 \end{cases}$$

Giải hệ trên ta có $x = 0,15$ và $y = 0,1275$

Như vậy $n_{Fe} = 0,15 \text{ mol}$ nên $n_{Fe_2O_3} = 0,075 \text{ mol} \longrightarrow m = 12 \text{ gam}$.

Nhận xét:

Dĩ nhiên trong bài toán trên ta cũng có thể giải theo cách tính số mol O bị CO lấy theo phương trình:



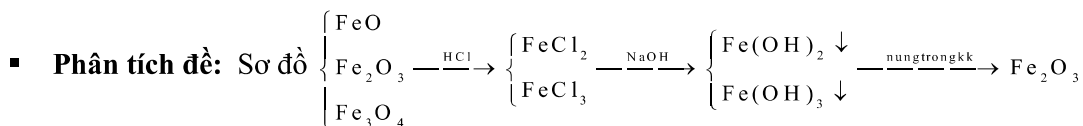
Sau đó dựa vào định luật bảo toàn khối lượng ta có: $m = 10,44 + m_O$

4. Dạng hỗn hợp oxit sắt phản ứng với axit thường: H⁺

▪ **Tổng quan về dạng này:**

Đây không phải là phản ứng oxi hóa khử mà chỉ là phản ứng trao đổi. Trong phản ứng này ta coi đó là phản ứng của: $2H^+ + [O^{2-}] \rightarrow H_2O$ và tạo ra các muối Fe²⁺ và Fe³⁺ trong dung dịch. Như vậy nếu biết số mol H⁺ ta có thể biết được khối lượng của oxi trong hỗn hợp oxit và từ đó có thể tính được tổng số mol sắt trong hỗn hợp ban đầu.

- **Câu 1:** Cho 7,68 gam hỗn hợp gồm FeO, Fe₃O₄, Fe₂O₃ tác dụng vừa hết với 260 ml HCl 1M thu được dung dịch X. Cho X phản ứng với dung dịch NaOH dư thu được kết tủa Y. Nung Y ngoài không khí đến khối lượng không đổi thu được đến khối lượng không đổi được m(g) chất rắn. Tính m



+ Ta coi H⁺ của axit chỉ phản ứng với O²⁻ của oxit

+ Toàn bộ Fe trong oxit chuyển về Fe₂O₃

+ Từ số mol H⁺ ta có thể tính được số mol O trong oxit từ đó có thể tính được lượng Fe có trong oxit.

+ Nung các kết tủa ngoài không khí đều thu được Fe₂O₃

- **Giải:**

Ta có $n_{\text{H}^+} = n_{\text{HCl}} = 0,26 \text{ mol}$

Theo phương trình: $2\text{H}^+ + [\text{O}^{2-}] \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ trong O²⁻ là oxi trong hỗn hợp oxit

$n_{\text{O}^{2-}} = 0,13 \text{ mol}$ mà theo định luật bảo toàn khối lượng ta có: $m_{\text{Fe}} + m_{\text{O}} = 7,68$

Nên $m_{\text{Fe}} = 7,68 - 0,13 \times 16 = 5,6(\text{gam}) \rightarrow n_{\text{Fe}} = 0,1 \text{ mol}$

Ta lại có $2\text{Fe} \longrightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$

0,1 0,05

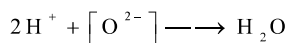
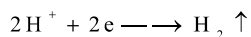
Vậy $m = 0,05 \times 160 = 8 \text{ gam}$.

- **Nhận xét:** Ngoài cách giải trên ta cũng có thể quy hỗn hợp về chỉ còn FeO và Fe₂O₃ vì Fe₃O₄ coi như là hỗn hợp của FeO.Fe₂O₃ với số mol như nhau.

5. Dạng sắt và hỗn hợp oxit sắt phản ứng với axit thường: H⁺

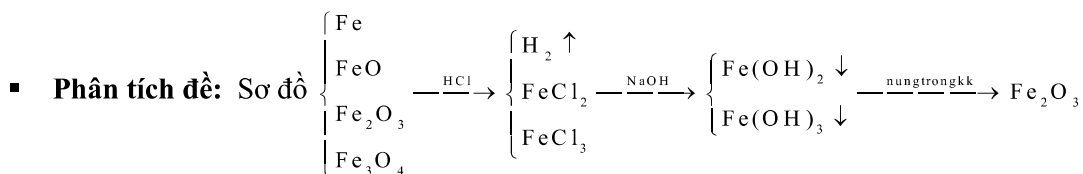
- **Tổng quan về dạng này:**

Dạng này cơ bản giống dạng thứ 4 tuy nhiên sản phẩm phản ứng ngoài H₂O còn có H₂ do Fe phản ứng. Như vậy liên quan đến H⁺ sẽ có những phản ứng sau:



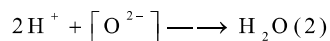
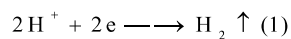
Như vậy chúng ta có thể dựa vào tổng số mol H⁺ và số mol H₂ để tìm số mol của O²⁻ từ đó tính được tổng số mol của Fe.

- **Câu 1:** Cho 20 gam hỗn hợp gồm Fe, FeO, Fe₃O₄, Fe₂O₃ tác dụng vừa hết với 700 ml HCl 1M thu được dung dịch X và 3,36 lít khí H₂ (đktc). Cho X phản ứng với dung dịch NaOH dư thu được kết tủa Y. Nung Y ngoài không khí đến khối lượng không đổi thu được đến khối lượng không đổi được m(g) chất rắn. Tính m



- + Ta coi H⁺ của axit vừa nhận electron để thành H₂ và phản ứng với O²⁻ của oxit
- + Toàn bộ Fe trong oxit cuối cùng chuyển về Fe₂O₃
- + Từ tổng số mol H⁺ và số mol H₂ ta có thể tính được số mol O trong oxit từ đó tính được lượng Fe có trong oxit.
- **Giải:** Ta có $n_{\text{H}^+} = n_{\text{HCl}} = 0,7 \text{ mol}$, $n_{\text{H}_2} = 0,15 \text{ mol}$

Ta có phương trình phản ứng theo H⁺.



Từ (1) ta có $n_{\text{H}^+} = 0,3 \text{ mol}$ (vì số mol H₂=0,15mol) như vậy số mol H⁺ phản ứng theo phản ứng (2) là 0,4 mol (tổng 0,7 mol). Vậy số mol O²⁻ là: 0,2 mol.

mà theo định luật bảo toàn khối lượng ta có: $m_{\text{Fe}} + m_{\text{O}} = 7,68$

Nên $m_{\text{Fe}} = 20 - 0,2 \times 16 = 16,8 \text{ (gam)}$ → $n_{\text{Fe}} = 0,3 \text{ mol}$

Ta lại có $2\text{Fe} \longrightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$



Vậy $m = 0,15 \times 160 = 24 \text{ gam}$.

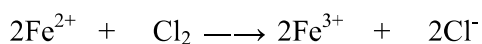
6. Dạng chuyển đổi hỗn hợp tương đương:

- **Tổng quan:**

Trong số oxit sắt thì ta coi Fe₃O₄ là hỗn hợp của FeO và Fe₂O₃ có số mol bằng nhau. Như vậy có thể có hai dạng chuyển đổi. Khi đề ra cho số mol FeO và Fe₂O₃ có số mol bằng nhau thì ta coi như trong hỗn hợp chỉ là Fe₃O₄. còn nếu không có dữ kiện đó thì ta coi hỗn hợp là FeO và Fe₂O₃. Như vậy hỗn hợp từ 3 chất ta có thể chuyển thành hỗn hợp 2 chất hoặc 1 chất tương đương.

- **Câu 1:** Cho m gam hỗn hợp oxit sắt gồm FeO, Fe₃O₄ và Fe₂O₃ tan vừa hết trong dung dịch H₂SO₄ tạo thành dung dịch X. Cô cạn dung dịch X thu được 70,4 gam muối, mặt khác cho Clo dư đi qua X rồi cô cạn thì thu được 77,5 gam muối. Tính m?
- **Phân tích đề:**

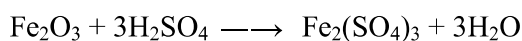
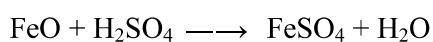
Cho oxit tác dụng với H_2SO_4 ta sẽ thu được 2 muối $FeSO_4$ và $Fe_2(SO_4)_3$. Do đó ta có thể coi hỗn hợp ban đầu chỉ gồm hai oxit FeO và Fe_2O_3 . Ta thấy khối lượng muối tăng lên đó là do phản ứng:



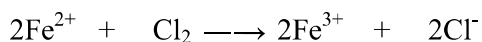
Như vậy khối lượng tăng lên đó là khối lượng của Cl_2 . Vậy từ khối lượng của Cl_2 ta có thể tính ra số mol của Fe^{2+} từ đó tính được số mol FeO , mặt khác ta có tổng khối lượng muối $FeSO_4$ và $Fe_2(SO_4)_3$ mà biết được $FeSO_4$ vậy từ đây ta tính được $Fe_2(SO_4)_3$ và như vậy biết được số mol của Fe_2O_3 .

▪ **Giải:**

Coi hỗn hợp gồm FeO và Fe_2O_3 ta có phương trình phản ứng:



Khối lượng tăng lên đó chính là khối lượng của Cl_2 có trong muối theo phương trình:



$$\text{Vậy } n_{Cl^-} = \frac{77,5 - 70,4}{35,5} = 0,2 \text{ mol} \quad \text{Như vậy số } n_{Fe^{2+}} = n_{FeSO_4} = n_{FeO} = 0,2 \text{ mol}$$

$$\text{Mà } m_{FeSO_4} + m_{Fe_2(SO_4)_3} = 70,4 \quad \text{Vậy } n_{Fe_2(SO_4)_3} = \frac{70,4 - 0,2 \times 152}{400} = 0,1 \text{ mol}$$

$$\text{Nên } n_{Fe_2(SO_4)_3} = n_{Fe_2O_3} = 0,1 \text{ mol}$$

$$\text{Do đó: } m = m_{FeO} + m_{Fe_2O_3} = 0,2 \times 72 + 0,1 \times 160 = 30,4 \text{ (gam)}$$

$$\text{Vậy } m = 30,4 \text{ gam}$$

NỘI DUNG 3 : ĐỒNG VÀ HỢP CHẤT CỦA ĐỒNG

A. LÝ THUYẾT

A1. ĐỒNG

I. Vị trí, cấu tạo, tính chất vật lý

1. Cấu tạo của đơn chất:

- Là kim loại chuyển tiếp, thuộc nhóm IB, Chu kỳ 4, Số hiệu NT là 29, Kí hiệu Cu \rightarrow ${}^{64}_{29}Cu$.
- Cấu hình e: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ hoặc: $[Ar] 3d^{10} 4s^1$.
- Trong các hợp chất đồng có số oxi hóa phổ biến là: +1; +2.

- Cấu hình e của: Ion Cu^+ : $[\text{Ar}] 3d^{10}$ Ion Cu^{2+} : $[\text{Ar}] 3d^9$

2. Cấu tạo của đơn chất:

- Đồng có bán kính nguyên tử nhỏ hơn kim loại nhóm I_A
- Ion đồng có điện tích lớn hơn kim loại nhóm I_A
- Kim loại đồng có cấu tạo kiểu mạng tinh thể lập phương tâm diện là tinh thể đặc chắc → liên kết trong đơn chất đồng bền vững hơn.

3. Một số tính chất khác của đồng:

- Bán kính nguyên tử: 0,128 (nm).
- Bán kính các ion Cu^{2+} : 0,076(nm); Cu^+ : 0,095 (nm)
- Độ âm điện: 1,9
- Năng lượng ion hóa I₁, I₂: 744; 1956 (KJ/mol)
- Thế điện cực chuẩn: $E^0_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}$: +0,34(V).

II. Tính chất vật lí:

- Là kim loại màu đỏ, dẻo, dễ kéo sợi và tráng mỏng.
- Dẫn điện và nhiệt rất cao (chỉ kém hơn bạc). $D = 8,98\text{g/cm}^3$; $t_{\text{nc}}^0 = 1083^\circ\text{C}$

III. Hóa tính: Cu là kim loại kém hoạt động; có tính khử yếu.

1. Phản ứng với phi kim:

- Khi đốt nóng $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$ (đồng II oxit)
- Cu td Với Cl_2 , Br_2 , S... ở nhiệt độ thường hoặc đun nóng.

PT: $\text{Cu} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CuCl}_2$ (đồng clorua)

$\text{Cu} + \text{S} \rightarrow \text{CuS}$ (đồng sunfua).

2. Tác dụng với axit:

a. Với HCl, $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$:

Không phản ứng nhưng nếu có mặt O_2 của không khí thì Cu bị oxi hóa → Cu^{2+}

PT: $2\text{Cu} + 4\text{HCl} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.

$2\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l}) + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

b. Với HNO_3 , H_2SO_4 đặc nóng:

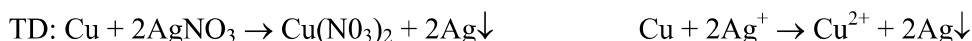
$3\overset{0}{\text{Cu}} + 8\overset{+5}{\text{HNO}_3}(\text{l}) \rightarrow 3\overset{+2}{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} + 2\overset{+2}{\text{NO}} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

$\overset{0}{\text{Cu}} + 4\overset{+5}{\text{HNO}_3}(\text{đ}) \rightarrow \overset{+2}{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} + 2\overset{+4}{\text{NO}_2} + 2\text{H}_2\text{O}$

$\overset{0}{\text{Cu}} + 2\overset{+6}{\text{H}_2\text{SO}_4}(\text{đ, n}) \rightarrow \overset{+2}{\text{Cu}(\text{SO}_3)_2} + 2\overset{+4}{\text{SO}_2} + 4\text{H}_2\text{O}$

3. Tác dụng với dung dịch muối:

- Đồng khử được ion của những kim loại đứng sau nó trong dãy điện hóa ở trong dd muối → kim loại tự do



A₂: MỘT SỐ HỢP CHẤT CỦA ĐỒNG

1. Đồng (II) Oxit: CuO là chất rắn, màu đen

- **Tính oxi hóa:** TD: $\overset{+2}{\text{Cu}}\overset{0}{\text{O}} + \overset{0}{\text{C}}\overset{0}{\text{O}} \rightarrow \overset{0}{\text{Cu}} + \overset{0}{\text{C}}\overset{+2}{\text{O}}_2 \uparrow$ $\overset{+2}{\text{Cu}}\overset{0}{\text{O}} + 2\overset{-3}{\text{N}}\overset{0}{\text{H}}_3 \rightarrow 3\overset{0}{\text{Cu}} + \overset{0}{\text{N}}_2 \uparrow + 3\overset{0}{\text{H}}_2\text{O}$
- **Tính oxi bazơ:** $\text{CuO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

2. Đồng (II) hidroxit: Cu(OH)₂ Chất rắn, màu xanh

- **Tính bazơ:** Phản ứng với axit → M + H₂O
TD: $\text{Cu(OH)}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- Phản ứng t¹o phức: Đồng(II) hidroxit tan rã trong dung dịch NH₃ do t¹o phức phức chất amoniacac bền: $\text{Cu(OH)}_2 + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu(NH}_3)_4](\text{OH})_2$
- **Cu(OH)₂ dễ bị nhiệt phân:** $\text{Cu(OH)}_2 \xrightarrow{t^o} \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$

3. Muối Đồng II :

- CuSO₄ (khan) màu trắng, chất rắn. CuSO₄ hấp thụ nước tạo thành CuSO₄.5H₂O màu xanh → dùng CuSO₄ khan dùng để phát hiện dấu vết của nước trong các chất lỏng.

B. MỘT SỐ BÀI TẬP ĐIỂN HÌNH CÓ HƯỚNG DẪN

Câu 1: Cho 18,4 gam hỗn hợp X gồm Cu₂S, CuS, FeS₂ và FeS tác dụng hết với HNO₃ (đặc nóng, dư) thu được V lít khí NO₂ (ở đktc, sản phẩm khử duy nhất) và dd Y. Cho toàn bộ Y vào một lượng dư dd BaCl₂, thu được 46,6 gam kết tủa; còn khi cho toàn bộ Y T/d với dd NH₃ dư thu được 10,7 gam kết tủa. Giá trị của V là

A. 38,08.

B. 24,64.

C. 16,8.

D. 11,2.

Hướng Dẫn

- 18,4 gam X gồm Cu₂S, CuS, FeS₂ và FeS $\xrightarrow{\text{HNO}_3}$ Y $\begin{cases} \text{Cu}^{2+}; \text{Fe}^{3+}; \text{H}^+ \\ \text{SO}_4^{2-}; \text{NO}_3^- \end{cases}$
 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4$; $n_{\text{S}} = n_{\text{BaSO}_4} = 0,2 \text{ mol}$;
 $\text{Fe}^{3+} \xrightarrow{\text{dd NH}_3} \text{Fe(OH)}_3$; $n_{\text{Fe}} = n_{\text{Fe(OH)}_3} = 0,1 \text{ mol}$.
- Khi đó $n_{\text{Cu}} = \frac{18,4 - 0,2 \cdot 32 - 0,1 \cdot 56}{64} = 0,1 \text{ mol}$. Bảo toàn e: $3 \cdot n_{\text{Fe}} + 2 \cdot n_{\text{Cu}} + 6 \cdot n_{\text{S}} = 1 \cdot n_{\text{NO}_2}$
 $\Rightarrow n_{\text{NO}_2} = 1,7 \text{ mol}$. Vậy V = 1,7.22,4 = 38,08 lít.

Đáp án A

Câu 2: Cho 8,64 gam Al vào dung dịch X (tạo thành bằng cách hòa tan 74,7 gam hỗn hợp Y gồm CuCl_2 và FeCl_3 vào nước). Kết thúc phản ứng thu được 17,76 gam chất rắn gồm hai kim loại. Tỷ lệ số mol $\text{FeCl}_3:\text{CuCl}_2$ trong hỗn hợp Y là :

A.2:1

B.3:2

C. 3:1

D.5:3

Hướng dẫn

- Al + X ($\text{CuCl}_2, \text{FeCl}_3$) \rightarrow 2 kim loại
 \Rightarrow chứng tỏ Al phản ứng hết, 2 kim loại là Cu, Fe.
- Phản ứng xảy ra theo thứ tự $\text{CuCl}_2; \text{FeCl}_3 \xrightarrow{\text{Al}} \text{CuCl}_2; \text{FeCl}_2 \xrightarrow{\text{Al}} \text{Cu}, \text{Fe}$
 Sau khi hết CuCl_2 , Al còn dư mới xảy ra phản ứng tạo Fe
- Áp dụng bảo toàn electron: $3n_{\text{Al}} = 2n_{\text{CuCl}_2} + n_{\text{FeCl}_3} + 2n_{\text{Fe}} = 3 \cdot \frac{8,64}{27} = 0,96 \text{ mol}$
 $m_Y = 135 n_{\text{CuCl}_2} + 162,5 n_{\text{FeCl}_3} = 74,7 \text{ g}$
 $m_{\text{kim loại}} = m_{\text{Cu}} + m_{\text{Fe}} = 64 n_{\text{CuCl}_2} + 56n_{\text{Fe}} = 17,76 \text{ g}$
- Giải hệ ta được : $n_{\text{CuCl}_2} = 0,12 \text{ mol}; n_{\text{FeCl}_3} = 0,36 \text{ mol}; n_{\text{Fe}} = 0,18 \text{ mol}$
 $\Rightarrow n_{\text{FeCl}_3} : n_{\text{CuCl}_2} = 0,36 : 0,12 = 3 : 1$

Đáp án C

Câu 3: Hòa tan hết 10,24 gam Cu bằng 200 ml dung dịch HNO_3 3M được dung dịch A. Thêm 400 ml dung dịch NaOH 1M vào dung dịch A. Lọc bỏ kết tủa, cô cạn dung dịch rồi nung chất rắn đến khối lượng không đổi thu được 26,44 gam chất rắn. Số mol HNO_3 đã phản ứng với Cu là:

A. 0,48 mol

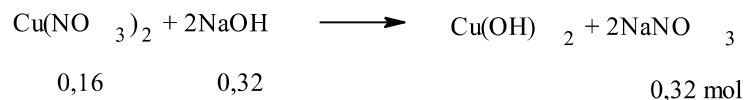
B. 0,58 mol

C. 0,56 mol

D. 0,4 mol

Hướng dẫn

- Cu được hòa tan hết $\Rightarrow \text{HNO}_3$ phản ứng vừa đủ hoặc dư.
- $$\text{Cu} \xrightarrow{+\text{HNO}_3} \text{Cu}(\text{NO}_3)_2, \text{HNO}_3 \xrightarrow{+\text{NaOH}} \text{Cu}(\text{OH})_2, \text{NaNO}_3, \text{NaOH}$$
- $$\text{NaNO}_3, \text{NaOH} \xrightarrow{\text{nung}} \text{NaNO}_2, \text{NaOH}$$
- \Rightarrow chất rắn sau khi nung chứa NaNO_2 , có thể có NaOH dư.
- $n_{\text{Cu}} = \frac{10,24}{64} = 0,16 \text{ mol}; n_{\text{HNO}_3} = 0,2 \cdot 3 = 0,6 \text{ mol}; n_{\text{NaOH}} = 0,4 \cdot 1 = 0,4 \text{ mol}$
 - Bảo toàn nguyên tố Na: $n_{\text{NaOH}} = n_{\text{NaNO}_2} + n_{\text{NaOH dư}} = 0,4 \text{ mol}$ (1)
- $$m_{\text{chất rắn}} = 69 n_{\text{NaNO}_2} + 40n_{\text{NaOH dư}} = 26,44 \text{ g}$$
- (2)
- $$(1)+(2) \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{NaNO}_2} = 0,36 \text{ mol} \rightarrow n_{\text{NaNO}_3} = 0,36 \text{ mol} \\ n_{\text{NaOH dư}} = 0,04 \text{ mol} \end{cases}$$



\Rightarrow số mol NaOH trung hòa axit dư = 0,36 - 0,32 = 0,04 mol

$\Rightarrow n_{\text{HNO}_3 \text{ dư}} = 0,04 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{HNO}_3 \text{ p.ư}} = 0,6 - 0,04 = 0,56 \text{ mol}$

Đáp án C

NỘI DUNG 4:

MỘT SỐ PHƯƠNG TRÌNH PHẢN ỨNG CHƯƠNG SẮT - CRÔM - ĐỒNG

1. $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\text{t}^\circ} \text{FeS}$.
2. $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{t}^\circ} \text{Fe}_3\text{O}_4$.
3. $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{t}^\circ} 2\text{FeCl}_3$.
4. $\text{Fe} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$.
5. $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ loãng} \longrightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$.
6. $2\text{Fe} + 6\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ đặc} \xrightarrow{\text{t}^\circ} \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{SO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$.
7. $\text{Fe} + 4\text{HNO}_3 \text{ loãng} \longrightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$.
8. $\text{Fe} + 6\text{HNO}_3 \text{ đặc} \longrightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$.
9. $\text{Fe} (\text{dư}) + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \dots$
10. $\text{Fe} (\text{dư}) + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{đặc}) \longrightarrow \text{FeSO}_4 + \dots$
11. $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \longrightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$.
12. $\text{Fe} + 2\text{AgNO}_3 \longrightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$.
13. $\text{Fe} + 3\text{AgNO}_3 (\text{dư}) \longrightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \dots$
14. $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{<570^\circ\text{C}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$.
15. $\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{>570^\circ\text{C}} \text{FeO} + \text{H}_2$.
16. $3\text{FeO} + 10\text{HNO}_3 \text{ đặc} \xrightarrow{\text{t}^\circ} 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} + 5\text{H}_2\text{O}$.
17. $2\text{FeO} + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ đặc} \xrightarrow{\text{t}^\circ} \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$.

18. $\text{FeO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{loãng}} \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.
19. $\text{FeO} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$.
20. $\text{FeO} + \text{CO} \xrightarrow{t^\circ} \text{Fe} + \text{CO}_2$.
21. $\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{FeCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.
22. $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$.
23. $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3$.
24. $\text{FeCl}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{NaCl}$.
25. $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{FeCl}_3$.
26. $10\text{FeSO}_4 + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$.
27. $3\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$.
28. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{FeO} + \text{CO}_2$.
29. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$.
30. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{loãng}} \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$.
31. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \longrightarrow 2\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$.
32. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$.
33. $\text{FeCl}_3 + 3\text{NaOH} \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{NaCl}$.
34. $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe} \longrightarrow 3\text{FeCl}_2$.
35. $2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} \longrightarrow 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$.
36. $2\text{FeCl}_3 + 2\text{KI} \longrightarrow 2\text{FeCl}_2 + 2\text{KCl} + \text{I}_2$.
37. $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$.
38. $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$.
39. $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} \longrightarrow \text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$.
40. $2\text{FeS}_2 + 14\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 15\text{SO}_2 + 14\text{H}_2\text{O}$.
41. $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$.
42. $4\text{Cr} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{Cr}_2\text{O}_3$.
43. $2\text{Cr} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{CrCl}_3$.
44. $2\text{Cr} + 3\text{S} \xrightarrow{t^\circ} \text{Cr}_2\text{S}_3$.
45. $\text{Cr} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{CrCl}_2 + \text{H}_2$.

46. $\text{Cr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CrSO}_4 + \text{H}_2$.
47. $2\text{Cr} + 3\text{SnCl}_2 \longrightarrow 2\text{CrCl}_3 + 3\text{Sn}$.
48. $4\text{Cr}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{t}^\circ} 4\text{Cr}(\text{OH})_3$.
49. $\text{Cr}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{CrCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.
50. $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}[\text{Cr}(\text{OH})_4]$ (hay NaCrO_2).
51. $\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} \longrightarrow \text{CrCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$.
52. $2\text{Cr}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\text{t}^\circ} \text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$.
53. $2\text{CrO} + \text{O}_2 \xrightarrow{>100^\circ\text{C}} 2\text{Cr}_2\text{O}_3$.
54. $\text{CrO} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{CrCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$.
55. $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$.
56. $2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 8\text{NaOH} + 3\text{O}_2 \longrightarrow 4\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$.
57. $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \xrightarrow{\text{t}^\circ} 2\text{Cr} + \text{Al}_2\text{O}_3$.
58. $\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{CrO}_4$.
59. $2\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.
60. $4\text{CrO}_3 \xrightarrow{420^\circ\text{C}} 2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{O}_2$.
61. $2\text{CrO}_3 + 2\text{NH}_3 \longrightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$.
62. $4\text{CrCl}_2 + \text{O}_2 + 4\text{HCl} \longrightarrow 4\text{CrCl}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$.
63. $\text{CrCl}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Cr}(\text{OH})_2 + 2\text{NaCl}$.
64. $2\text{CrCl}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{CrCl}_3$.
65. $2\text{CrCl}_3 + \text{Zn} \longrightarrow \text{ZnCl}_2 + 2\text{CrCl}_2$.
66. $\text{CrCl}_3 + 3\text{NaOH} \longrightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{NaCl}$.
67. $2\text{CrCl}_3 + 3\text{Cl}_2 + 16\text{NaOH} \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 12\text{NaCl} + 8\text{H}_2\text{O}$.
68. $2\text{NaCrO}_2 + 3\text{Br}_2 + 8\text{NaOH} \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 6\text{NaBr} + 4\text{H}_2\text{O}$
69. $2\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{C} \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + 2\text{Cr}_2\text{O}_3$.
70. $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{S} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2\text{O}_3$.
71. $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14\text{HCl} \longrightarrow 2\text{CrCl}_3 + 2\text{NaCl} + 3\text{Cl}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$.
72. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{S} + \text{K}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$.
73. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{K}_2\text{SO}_3 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$.

74. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 6\text{KI} + 7\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{I}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$.
75. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 6\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$.
76. $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \xrightarrow{t^\circ} \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$.
77. $2\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{Na}_2\text{O} + 2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{O}_2$.
78. $2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.
79. $\text{Cu} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{CuCl}_2$.
80. $2\text{Cu} + \text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{CuO}$.
81. $\text{Cu} + \text{S} \xrightarrow{t^\circ} \text{CuS}$.
82. $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ đặc} \longrightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.
83. $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \text{ đặc} \longrightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.
84. $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \text{ loãng} \longrightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$.
85. $\text{Cu} + 2\text{AgNO}_3 \longrightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$.
86. $\text{Cu} + 2\text{FeCl}_3 \longrightarrow \text{CuCl}_2 + 2\text{FeCl}_2$.
87. $3\text{Cu} + 8\text{NaNO}_3 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$.
88. $2\text{Cu} + 4\text{HCl} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.
89. $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.
90. $\text{CuO} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$.
91. $\text{CuO} + \text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$.
92. $\text{CuO} + \text{CO} \xrightarrow{t^\circ} \text{Cu} + \text{CO}_2$.
93. $3\text{CuO} + 2\text{NH}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{N}_2 + 3\text{Cu} + 3\text{H}_2\text{O}$.
94. $\text{CuO} + \text{Cu} \xrightarrow{t^\circ} \text{Cu}_2\text{O}$.
95. $\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ loãng} \longrightarrow \text{CuSO}_4 + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$.
96. $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.
97. $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$.
98. $\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$.
99. $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \longrightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^-$.
100. $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{CuO} + 2\text{NO}_2 + 3\text{O}_2$.
101. $\text{CuCl}_2 \xrightarrow{\text{điện phân dung dịch}} \text{Cu} + \text{Cl}_2$.

102. $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{điện phân dung dịch}} 2\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 + \text{O}_2.$
103. $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{điện phân dung dịch}} 2\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2.$
104. $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{CuO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}.$
105. $\text{CuS} + 2\text{AgNO}_3 \longrightarrow 2\text{AgS} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2.$
106. $\text{CuS} + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ đặc} \longrightarrow \text{CuSO}_4 + 4\text{SO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}.$
107. $2\text{Ni} + \text{O}_2 \xrightarrow{500^\circ\text{C}} 2\text{NiO}.$
108. $\text{Ni} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{NiCl}_2.$
109. $\text{Zn} + \text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{ZnO}.$
110. $\text{Zn} + \text{S} \xrightarrow{t^\circ} \text{ZnS}.$
111. $\text{Zn} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{ZnCl}_2.$
112. $2\text{Pb} + \text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{PbO}.$
113. $\text{Pb} + \text{S} \xrightarrow{t^\circ} \text{PbS}.$
114. $3\text{Pb} + 8\text{HNO}_3 \text{ loãng} \longrightarrow 3\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}.$
115. $\text{Sn} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{SnCl}_2 + \text{H}_2.$
116. $\text{Sn} + \text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{SnO}_2.$
117. $5\text{Sn}^{2+} + 2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ \rightarrow 5\text{Sn}^{4+} + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}.$
118. $\text{Ag} + 2\text{HNO}_3 \text{ (đặc)} \longrightarrow \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}.$
119. $2\text{Ag} + 2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{Ag}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}.$
120. $2\text{Ag} + \text{O}_3 \longrightarrow \text{Ag}_2\text{O} + \text{O}_2.$
121. $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{Ag} + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2.$
122. $2\text{AgNO}_3 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{Ag} + 2\text{NO}_2 + \text{O}_2.$
123. $4\text{AgNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{điện phân dung dịch}} 4\text{Ag} + 4\text{HNO}_3 + \text{O}_2.$
124. $\text{Au} + \text{HNO}_3 + 3\text{HCl} \longrightarrow \text{AuCl}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{NO}.$