CHUYÊN ĐỀ 4: PHẢN ỨNG OXI HÓA KHỬ

Phần I: HỆ THỐNG LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ NÂNG CAO

I. SỐ OXI HÓA

1. Khái niệm

Số oxi hóa là điện tích quy ước của nguyên tử trong phân tử khi coi tất cả các electron liên kết đều chuyển hoàn toàn về nguyên tử có độ âm điện lớn hơn (xem như hợp chất có liên kết ion).

Số oxi hoá được viết ở dạng số đại số, dấu viết trước, số viết sau và viết ở phía trên, chính giữa kí hiệu nguyên tố.

Ví dụ:

2. Quy tắc xác định số oxi hóa

Số oxi hóa của nguyên tử một nguyên tố là một số đại số được gán cho nguyên tử của nguyên tố đó theo các quy tắc sau:

- Quy tắc 1: Trong đơn chất số oxi hóa của nguyên tử bằng 0.

Ví dụ: $\overset{0}{Cl_2}, \overset{0}{O_2}, \overset{0}{Na}, \overset{0}{C}$,....

- Quy tắc 2:

Trong phân tử các hợp chất, thông thường số oxi hoá của hydrogen (H) là +1, của oxygen (O) là -2, các kim loại điển hình có số oxi hoá dương bằng số electron hoá trị.

Nguyên tử	Hydrogen (H)	Oxygen (O)	Kim loại kiềm (IA)	Kim loại kiềm thổ (IIA)	Aluminium (Al)
Số oxi hóa	+1	-2	+1	+2	+3
Ngoại lệ	$\overset{-1}{NaH}, \overset{-1}{CaH_2}$,....	$\overset{+2}{OF_2}, \overset{-1}{H_2O_2}$,....			

* Nhóm nguyên tử :

SO_4= -2 ; NO_3 = -1; PO_4 = -3; SO_3 = -2 ; OH = -1; AlO_2 = -1; ZnO_2 = -2

- Quy tắc 3: Trong hợp chất tổng số oxi hóa của các nguyên tố nhân với số nguyên tử của từng nguyên tố bằng 0.

Ví dụ: $\overset{x\ \ +1}{NH_3}$ => 1.3 +x =0 => x = -3 => $\overset{-3\ +1}{NH_3}$

- Quy tắc 4

*** Trong ion đơn nguyên tử:** số oxi hóa của ion đơn nguyên tử bằng điện tích của ion.

VD : $\overset{+2}{Fe^{2+}}$,…

* **Trong ion đa nguyên tử:** tổng số oxi hóa của các nguyên tố nhân với số nguyên tử của từng nguyên tố bằng điện tích của ion.

Ví dụ: $\overset{x\ \ +1}{NH_4^+}$ => **1.4 + x = +1 => x = -3 =>** $\overset{-3\ +1}{NH_4^+}$

- $\overset{x\ \ -2}{NO_3^-}$: x + 3(-2) = -1 => x = +5 => $\overset{+5\ -2}{NO_3^-}$

Cách viết số oxi hóa: $\overset{-3\ +1}{NH_3}; \overset{+1\ +5\ -2}{HNO_3}; \overset{+1\ +3\ -2}{HNO_2}$

II. CHẤT OXI HOÁ, CHẤT KHỬ, PHẢN ỨNG OXI HOÁ - KHỬ

1. Các khái niệm

- Chất khử (chất bị oxi hóa) là chất nhường e (***số oxi hóa tăng*** sau phản ứng).
- Chất oxi hóa (chất bị khử) là chất nhận e (***số oxi hóa giảm*** sau phản ứng).

- Quá trình *nhường e* là *quá trình oxi hóa = sự oxi hóa*
- Quá trình *nhận e* là *quá trình khử =sự khử*
- **Phản ứng oxi hóa – khử** là phản ứng có sự **nhường và nhận e = có sự chuyển dịch e giữa các chất phản ứng.**

**** Cách nhận biết phản ứng oxi hóa – khử:***

- Phải có sự thay đổi số oxh của 1 hay một số nguyên tố trước và sau phản ứng.
- **Có mặt đơn chất trong phản ứng** => **phản ứng oxi hóa - khử**

III. CÂN BẰNG THEO PHƯƠNG PHÁP THĂNG BẰNG ELECTRON (NÂNG CAO)

1. Nguyên tắc cân bằng

Phương pháp này dựa vào sự bảo toàn e : **∑e nhường = ∑e nhận.**

Các bước thực hiện:

Bước 1: Xác định số oxi hóa các nguyên tố có số oxi hóa thay đổi.

Bước 2: Viết các quá trình oxi hóa, quá trình khử (cân bằng mỗi quá trình)→ tìm hệ số cho mỗi quá trình sao cho **∑e nhường = ∑e nhận.**

Bước 3: Xác định hệ số các chất có chứa số oxi hóa thay đổi→hoàn chỉnh các hệ số các nguyên tố còn lại dựa trên các định luật bảo toàn (bảo toàn nguyên tố) và theo trình tự sau: Kim loại (ion dương) →gốc acid (ion âm)→ môi trường (acid, base)→ nước (cân bằng hydrogen).

2. Một số thí dụ:

$$\overset{0}{Cu} + H\overset{+5}{N}O_3 \rightarrow \overset{+2}{Cu}(\overset{+5}{N}O_3)_2 + \overset{+2}{N}O + H_2O$$

Thí dụ 1:

Nhận xét:

$\overset{+5}{N}$ → $\overset{+5}{N}$: Không đổi

$\overset{+5}{N}$ → $\overset{+2}{N}$: Thay đổi

} → ghi hệ số sơ khởi ở chất có chứa $\overset{+2}{N}$ ***(thay đổi).***

Áp dụng quy tắc trên cho những trường hợp tương tự

Cách nhớ để viết quá trình oxi hóa và quá trình khử: Tăng nhường giảm nhận hoặc viết cộng e bên số oxi hóa lớn.

$$\begin{array}{l|l} 3x & \overset{0}{Cu} \rightarrow \overset{+2}{Cu} + 2e \\ 2x & \overset{+5}{N} + 3e \rightarrow \overset{+2}{N} \end{array}$$

Xác định ***hệ số sơ khởi***:

$$3\overset{0}{Cu} + H\overset{+5}{N}O_3 \rightarrow 3\overset{+2}{Cu}(\overset{+5}{N}($$

Hoàn chỉnh các hệ số còn lại:

$$3\overset{0}{Cu} + 8H\overset{+5}{N}O_3 \rightarrow 3\overset{+2}{Cu}(\overset{+5}{N}$$

Thí dụ 2: $\overset{0}{Al} + H\overset{+5}{N}O_3 \rightarrow 3\overset{+3}{Al}(\overset{+5}{N}O_3)_3 + 2\overset{0}{N}_2 + H_2O$

$$\begin{array}{l|l} 10x & \overset{0}{Al} \rightarrow \overset{+3}{Al} + 3e \\ 3x & \overset{+5}{2N} + 10e \rightarrow \overset{0}{N}_2 \end{array}$$

Xác định ***hệ số sơ khởi***:

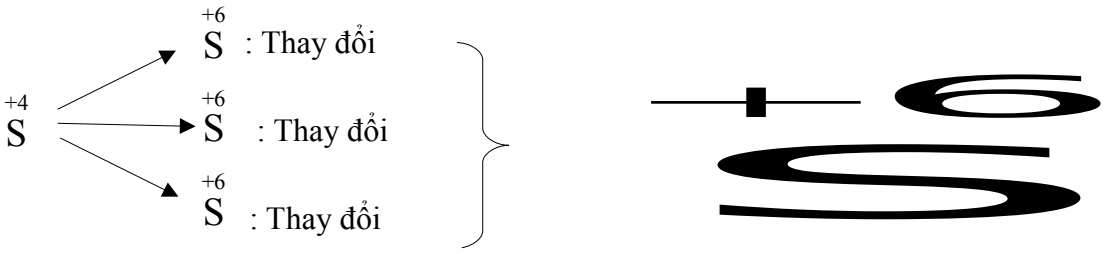
$$10\overset{0}{Al} + H\overset{+5}{N}O_3 \rightarrow 10.$$

Hoàn chỉnh các hệ số còn lại:

$$10\overset{0}{Al} + 36H\overset{+5}{N}O_3 \text{ ---}$$

Thí dụ 3: $\overset{+4}{S}O_2 + K\overset{+7}{Mn}O_4 + H_2O \rightarrow H_2\overset{+6}{S}O_4 + \overset{+2}{Mn}\overset{+6}{S}O_4 + K_2\overset{+6}{S}O_4$

Nhận xét:



Áp dụng quy tắc trên cho những trường hợp tương tự

$$\begin{array}{l|l} 5x & \overset{+4}{S} \rightarrow \overset{+6}{S} + 2e \\ 2x & \overset{+7}{Mn} + 5e \rightarrow \overset{+2}{Mn} \end{array}$$

Xác định ***hệ số sơ khởi***:

$5\overset{+4}{S}O_2 + 2K\overset{+7}{Mn}O_4 + H_2O \rightarrow H_2$

Hoàn chỉnh các hệ số còn lại:

$5\overset{+4}{S}O_2 + 2K\overset{+7}{Mn}O_4 + 2H_2O \rightarrow 2.$

Thí dụ 4: Phản ứng có từ 3 trường hợp thay đổi số oxi hóa trở lên

Cách giải quyết:

- Cách 1: Viết mọi phương trình biểu diễn sự thay đổi số oxi hóa, chú ý sự ràng buộc hệ số ở 2 vế của phản ứng và hệ số trong cùng phân tử.
- Cách 2: Nếu một phân tử có nhiều nguyên tố thay đổi số oxi hóa, có thể xét chung cả nhóm hoặc toàn bộ phân tử, đồng thời chú ý sự ràng buộc hệ số ở phía sau.

Áp dụng:

$$\overset{+2}{Fe}\overset{-1}{S_2} + \overset{0}{O_2} \rightarrow \overset{+3}{Fe_2}\overset{-2}{O_3} + \overset{+4}{S}O_2$$

Cách 1:

$$\begin{array}{l|l} 2x & \overset{+2}{2Fe} \rightarrow 2\overset{+3}{Fe} + 2e \\ 2x & \overset{-1}{4S} \rightarrow 4\overset{+4}{S} + 20e \\ 11x & \overset{0}{O_2} + 4e \rightarrow 2\overset{-2}{O} \end{array}$$

$$4\overset{+2}{Fe}\overset{-1}{S_2} + 11\overset{0}{O_2} \rightarrow 2\overset{+3}{Fe_2}\overset{-2}{O_3} + 8\overset{+4}{S}O_2$$

Cách 2:

$$\begin{array}{l|l} 2x & 2\overbrace{\overset{0}{FeS_2}}^{+11} \rightarrow 2(\overset{+3}{Fe};2\overset{+4}{S}) + 22e \\ 11x & \overset{0}{O_2} + 4e \rightarrow 2\overset{-2}{O} \end{array}$$

$$4\overset{+2}{Fe}\overset{-1}{S_2} + 11\overset{0}{O_2} \rightarrow 2\overset{+3}{Fe_2}\overset{-2}{O_3} + 8\overset{+4}{S}O_2$$

Thí dụ 5: Phản ứng không xác định rõ môi trường

- **Cách giải quyết:** Có thể cân bằng nguyên tố bằng phương pháp đại số khi đã xác định hệ số của các chất thay đổi số oxi hóa hoặc qua trung gian phương trình ion thu gọn.
- **Áp dụng:** $K_2\overset{+4}{S}O_3 + K\overset{+7}{Mn}O_4 + KHSO_4 \rightarrow K_2\overset{+6}{S}O_4 + \overset{+2}{Mn}SO_4 + H_2O$

$$\begin{array}{l|l} 5x & \overset{+4}{S} \rightarrow \overset{+6}{S} + 2e \\ 2x & \overset{+7}{Mn} + 5e \rightarrow \overset{+2}{Mn} \end{array}$$

$$5K_2\overset{+4}{S}O_3 + 2K\overset{+7}{Mn}O_4 + ?KHSO_4 \rightarrow ?K_2\overset{+6}{S}O_4 + 2\overset{+2}{Mn}SO_4 + ?H_2O$$

Đặt các hệ số hợp thức của $KHSO_4$, K_2SO_4 và H_2O là a, b, c.

Bảo toàn nguyên tố K: 12+a =2b ; Bảo toàn nguyên tố H: a=2c ;

Bảo toàn nguyên tố S: 5+a = b+2 => Giải hệ : a=6; b=9; c=3

Vậy: $5K_2\overset{+4}{S}O_3 + 2K\overset{+7}{Mn}O_4 + 6KHSO_4 \rightarrow 9K_2\overset{+6}{S}O_4 + 2\overset{+2}{Mn}SO_4 + 3H_2O$

Thí dụ 6: Phản ứng có nguyên tố tăng hay giảm nhiều nấc:

- **Cách giải quyết:**

- Cách 1: Viết mọi phương trình thay đổi số oxi hóa, đặt ẩn số cho từng nấc tăng, giảm số oxi hóa ***(rất dễ nhầm!cẩn thận)***

- Cách 2: Tách ra thành hai hay nhiều phản ứng với từng nấc số oxi hóa tăng, hay giảm (***có lợi trong việc giải toán).*** Nhân hệ số trước khi gom các phản ứng lại.

- **Áp dụng:** $\overset{0}{Al} + H\overset{+5}{N}O_3 \rightarrow \overset{+3}{Al}(\overset{+5}{N}O_3)_3 + \overset{+2}{N}O + \overset{+1}{N_2}O + H_2O$

Cách 1:

$$\begin{array}{r|l} (3x+8y) & \overset{0}{Al} \rightarrow \overset{+3}{Al} + 3e \\ 3x & x\overset{+5}{N} + 3xe \rightarrow x\overset{+2}{N} \\ 3x & 2y\overset{+5}{N} + 8ye \rightarrow 2y\overset{+1}{N} \end{array}$$

$$(3x+8y)\overset{0}{Al} + 6(2x+5y)H\overset{+5}{N}O_3 \rightarrow (3x+8y)\overset{+3}{Al}(\overset{+5}{N}O_3)_3 + 3x\overset{+2}{N}O + 3y\overset{+1}{N_2}O + 3(2x+5y)H_2O$$

Cách 2: Tách thành 2 phương trình:

$$\begin{array}{r|l} ax & \overset{0}{Al} + 4H\overset{+5}{N}O_3 \rightarrow \overset{+3}{Al}(NO_3)_3 + \overset{+2}{N}O + 2H_2O \\ bx & 8\overset{0}{Al} + 30H\overset{+5}{N}O_3 \rightarrow 8\overset{+3}{Al}(NO_3)_3 + 3\overset{+1}{N_2}O + 15H_2O \end{array}$$

$$(a+8b)\overset{0}{Al} + (4a+30b)H\overset{+5}{N}O_3 \rightarrow (a+8b)\overset{+3}{Al}(\overset{+5}{N}O_3)_3 + a\overset{+2}{N}O + 3b\overset{+1}{N_2}O + (2a+15b)H_2O$$

Nhận xét: - Nếu là giải toán, cứ để nguyên các phương trình để tính toán, không cần gom lại.

- Với 2 phương trình trên ta có liên hệ: a=3x; b=y.

- Tùy theo đề bài cho tỉ lệ số mol của NO và N_2O thì ta mới xác định được hệ số của NO và N_2O.

Thí dụ 7: *Phản ứng tự oxi hóa – tự khử:* Trong đó 1 chất vừa là chất oxi hóa vừa là chất khử → ghi hệ số sơ khởi bên chất tạo thành.

$$\overset{0}{Cl_2} + KOH \xrightarrow{t^0} K\overset{-1}{Cl} + K\overset{+5}{Cl}O_3 + H_2O$$

$$\begin{array}{r|l} 1x & \overset{0}{Cl_2} \rightarrow 2\overset{+5}{Cl} + 10e \\ 5x & \overset{0}{Cl_2} + 2e \rightarrow 2\overset{-1}{Cl} \end{array}$$

$$3\overset{0}{Cl_2} + 6KOH \xrightarrow{t^0} 5K\overset{-1}{Cl} + K\overset{+5}{Cl}O_3 + 3H_2O$$

$$K\overset{+5}{Cl}O_3 \xrightarrow{t^0} K\overset{-1}{Cl} + K\overset{+7}{Cl}O_4$$

$$\begin{array}{r|l} 3x & \overset{+5}{Cl} \rightarrow \overset{+7}{Cl} + 2e \\ 1x & \overset{+5}{Cl} + 6e \rightarrow \overset{-1}{Cl} \end{array}$$

$$4K\overset{+5}{Cl}O_3 \xrightarrow{t^0} K\overset{-1}{Cl} + 3K\overset{+7}{Cl}O_4$$

Thí dụ 8: *Phản ứng nội oxi hóa - khử:* Trong cùng 1 chất mà nguyên tố này đóng vai trò là oxi hóa, nguyên tố kia đóng vai trò là chất khử → ghi hệ số sơ khởi bên chất tạo thành.

$$K\overset{+5}{Cl}\overset{-2}{O}_3 \xrightarrow{t^0} K\overset{-1}{Cl} + \overset{0}{O_2}$$

$$\begin{array}{r|l} 3x & 2\overset{-2}{O} \rightarrow \overset{0}{O_2} + 4e \\ 2x & \overset{+5}{Cl} + 6e \rightarrow \overset{-1}{Cl} \end{array}$$

$$2KClO_3 \xrightarrow[xt]{t^0} 2KCl + 3O_2$$

Một số chất là chất khử hay chất oxi hóa còn phụ thuộc vào môi trường tiến hành phản ứng:

Chất	Môi trường tiến hành phản ứng	Sản phẩm sau phản ứng
$K\overset{+7}{M}nO_4$	Môi trường acid (H_2SO_4)	$\overset{+2}{M}n$ ($MnCl_2$, $MnSO_4$)
	Môi trường trung tính (H_2O)	$\overset{+4}{M}n$ (MnO_2, KOH)
	Môi trường base	$\overset{+6}{M}n$ (K_2MnO_4)
$K_2\overset{+7}{C}r_2O_7$	Môi trường acid (H_2SO_4)	$\overset{+3}{C}r$ $Cr_2(SO_4)_3$

Ví dụ

- Môi trường acid:

$10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \longrightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$

$K2Cr2O7 + 6FeSO4 + 7H2SO4 \longrightarrow Cr2(SO4)3 + 3Fe2(SO4)3 + K2SO4 + 7H2O$

- Môi trường trung tính: $3C_2H_4 + 2KMnO_4 + 4H_2O \longrightarrow 3\,CH_2(OH) - CH_2OH + 2MnO_2 + 2KOH$

- Môi trường base: $Na_2SO_3 + 2KMnO_4 + 2KOH_{đặc} \longrightarrow Na_2SO_4 + 2K_2MnO_4 + H_2O$

Ví dụ 2: Xác định sản phẩm và cân bằng các phản ứng sau theo phương pháp thăng bằng electron:

a) $Fe_3O_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$ b) $Fe(OH)_2 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow$

c) $FeBr_2 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$ d) $NaCrO_2 + O_2 + NaOH \rightarrow$

Giải

a) +8/3 +7 +3 +2

$Fe_3O_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

5x | $6Fe^{+8/3} \rightarrow 6Fe^{+3} + 2e$

2x | $Mn^{+7} + 5e \rightarrow Mn^{+2}$

$10Fe_3O_4 + 2KMnO_4 + 48H_2SO_4 \rightarrow 15Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 24H_2O$

b) +2 +6 +3 +3

$Fe(OH)_2 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$

3x | $2Fe^{+2} \rightarrow 2Fe^{+3} + 2e$

1x | $2Cr^{+6} + 2.3e \rightarrow 2Cr^{+3}$

$6Fe(OH)_2 + K_2Cr_2O_7 + 13H_2SO_4 \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 19H_2O$

c) +2 -1 +7 +3 0 +2

$FeBr_2 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + Br_2 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

5x | $2FeBr_2 \rightarrow 2Fe^{+3} + 2Br_2 + 6e$

6x | $Mn^{+7} + 5e \rightarrow Mn^{+2}$

$10FeBr_2 + 6KMnO_4 + 24H_2SO_4 \rightarrow$

$5Fe_2(SO_4)_3 + 10Br_2 + 6MnSO_4 + 3K_2SO_4 + 24H_2O$

d) +3 0 +6 -2

$NaCrO_2 + O_2 + NaOH \rightarrow Na_2CrO_4 + H_2O$

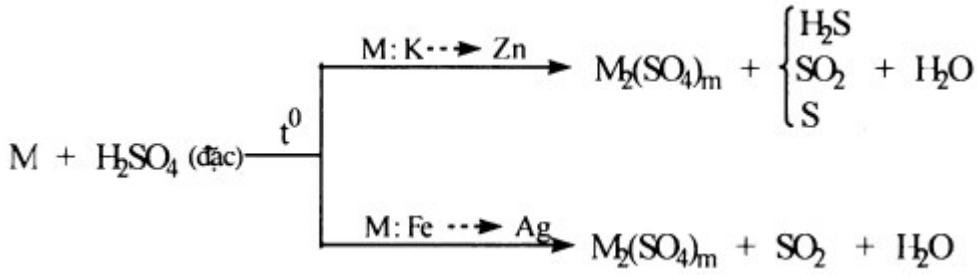
4x | $Cr^{+3} \rightarrow Cr^{+6} + 3e$

3x	$O_2 + 4e \rightarrow 2O^{-2}$

$4NaCrO_2 + 3O_2 + 4NaOH \rightarrow 4Na_2CrO_4 + 2H_2O$

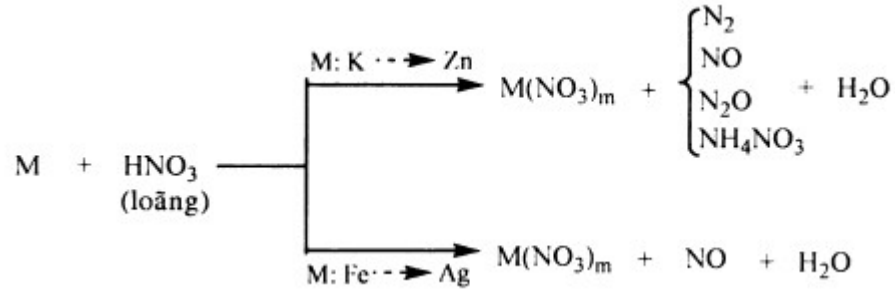
•Oxi hoá kim loại

Sản phẩm khử phụ thuộc vào tính khử của kim loại, nồng độ của axit, nhiệt độ tiến hành phản ứng,... Nói chung thì axit bị khử xuống bậc oxi hóa càng thấp khi nồng đ**ộ càng loãng và tác dụng với kim loại càng mạnh:**



$M + 2mHNO_3 \xrightarrow{\text{đặc}} M(NO_3)_m + mNO_2 \uparrow + mH_2O$

(trừ Au,Pt)



$Mg + 2H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + SO_2 \uparrow + 2H_2O$

$3Mg + 4H_2SO_4 \rightarrow 3MgSO_4 + S \downarrow + 4H_2O$

$4Mg + 5H_2SO_4 \rightarrow 4MgSO_4 + H_2S \uparrow + 4H_2O$

$2Fe + 6H_2SO_4 \xrightarrow{t^0} Fe_2(SO_4)_3 + 3SO_2 \uparrow + 6H_2O$

$Mg + 4HNO_3 \xrightarrow{\text{đặc}} Mg(NO_3)_2 + 2NO_2 \uparrow + 2H_2O$

$5Mg + 12HNO_3 \text{ loãng} \rightarrow 5Mg(NO_3)_2 + N_2 \uparrow + 6H_2O$

$Fe + 6HNO_3 \xrightarrow[\text{đặc}]{t^0} Fe(NO_3)_3 + 3NO_2 \uparrow + 3H_2O$

$Fe + 6HNO_3 \text{ loãng} \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO \uparrow + 3H_2O$

Chú ý:

(1) m là hóa trị cao của M.

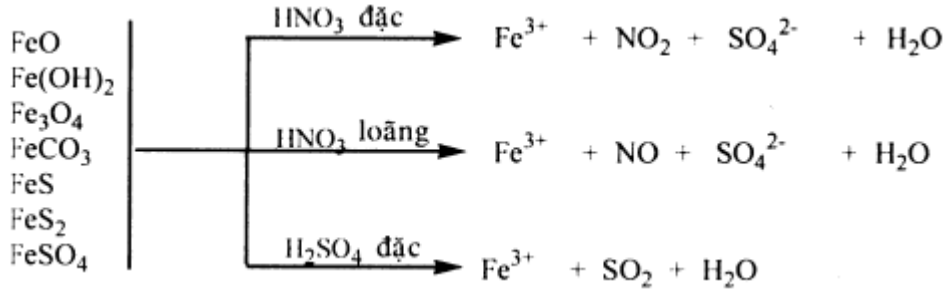
(2) Một số kim loại như Al, Fe, Cr,... bị thụ động hóa trong H_2SO_4 đặc, nguội và HNO_3 đặc, nguội.

(3) Hỗn hợp HNO_3 đặc và HCl đặc theo tỉ lệ thể tích 1:3 gọi là nước cường thủy. Có tính oxi hóa rất mạnh có thể hòa tan Au và Pt.

$Au + HNO_3 + 3HCl \rightarrow AuCl_3 + NO \uparrow + 2H_2O$

$3Pt + 4HNO_3 + 12HCl \rightarrow 3PtCl_4 + 4NO \uparrow + 8H_2O$

• **Oxi** hoá các hợp chất Fe (II) thành hợp chất Fe(III):

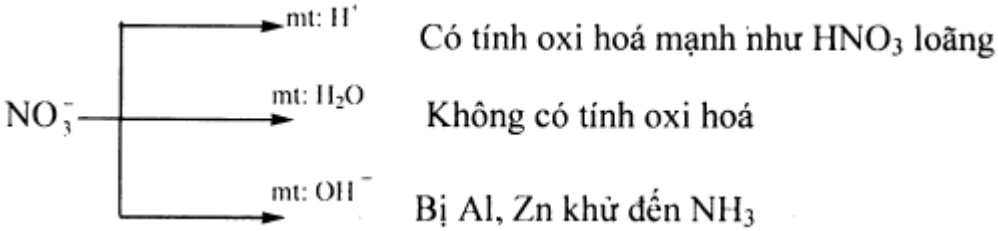


• Oxi hoá các hợp chất muối sunfua:

$S^{-1}, S^{-2} \xrightarrow{HNO_3 \text{ đặc hoặc loãng}} SO_4^{2-}$

$S^{-1}, S^{-2} \xrightarrow{H_2SO_4 \text{ đặc}} SO_2$

(6) Tính chất của ion NO_3^-



IV. PHƯƠNG PHÁP ION – ELECTRON

Cách cân bằng này chỉ áp dụng cho các phản ứng oxi hoá - khử xảy ra trong dung dịch, có sự tham gia của môi trường (acid, base, nước).

Khi cân bằng cũng áp dụng theo 4 bước trên, nhưng ở bước 2 chất oxi hoá và chất khử được viết dưới dạng ion – electron theo các nguyên tắc sau đây:

1) Nếu phản ứng có acid tham gia: Vế nào thừa oxi ta thêm H^+ để tạo ra H_2O và ngược lại.

Ví dụ.

0 +6 +3 +3

$$Fe + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$$

2x	$Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e$
1x	$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$

$$2Fe + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \rightarrow 2Fe^{3+} + 2Cr^3 + 7H_2O$$

Để biết phương trình có cân bằng đúng hay không, bạn đọc cần tính tổng điện tích hai vế của phương trình ion thu gọn. Nếu tổng điện tích hai vế của phương trình bằng nhau thì phương trình đã được cân bằng.

Phương trình phân tử:

$$2Fe + K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O$$

***Lưu ý*:** Để viết nhanh các bán phản ứng khử hoặc bán phản ứng oxi hoá có thể áp dụng phương pháp bảo toàn điện tích (hay điện tích giả định) hai về.

Ví dụ:

$$FeS + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + H_2SO_4 + NO_2\uparrow + H_2O$$

Bán phản ứng oxi hoá:

$$FeS \rightarrow Fe^{3+} + S^{+6}$$

Vế trái điện tích giả định bằng 0, vế phải điện tích giả định + 9. Để điện tích giả định hai vế bằng nhau ta thêm e vào vế phải.

$$FeS_2 \rightarrow Fe^3 + S^{-6} + 9e$$

Nếu viết dưới dạng ion - electron thì điện tích hai vế cũng phải bằng nhau:

$$FeS + 4H_2O \rightarrow Fe^{3+} + SO_4^{2-} + 8H^+ + 9e \quad (1)$$

Bán phản ứng khử: $N^{+5} + 1e \rightarrow N^{+4}$

Vế trái và vế phải đều có điện tích giả định là + 4.

Hoặc: $NO_3^- + 2H^+ + 1e \rightarrow NO_2 + H_2O$ (2)

Hai vế đều có điện tích bằng 0.

(1) + (2)x 9: Phương trình ion rút gọn:

$$FeS + 9NO_3^- + 10H^+ \rightarrow Fe^{3+} + SO_4^{2-} + 9NO_2 + 5H_2O$$

Phương trình phân tử:

$$FeS + 12HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + H_2SO_4 + 9NO_2 \uparrow + 5H_2O$$

Để kiểm tra phương trình ion rút gọn đã cân bằng đúng hay chưa ta đếm điện tích hai vế. Nếu diện tích hai vế bằng nhau thì phương trình được cân bằng. Chẳng hạn nhiều học sinh sai lầm khi cho rằng phương trình sau đã cân bằng vì số nguyên tử hoặc ion hai vế bằng nhau:

$$Cu + Fe^{3} \rightarrow Cu^{2+} + Fe^{2+}$$

Tuy nhiên, vế trái điện tích + 3 và vế phải điện tích + 4. Để cân bằng điện tích hai vế ta đưa hệ số 2 vào Fe^{3+} và Fe^{2+} Lúc này phương trình mới được cân bằng.

$$Cu + 2Fe^{3+} \rightarrow Cu^{2+} + 2Fe^{2+}$$

2. Nếu phản ứng có bsae tham gia: **Vế nào thừa oxygen thêm nước để tạo ra OH^- và ngược lại.**

Ví dụ:

+3 0 +6

$$Cr(OH)_3 + O_2 + NaOH \rightarrow Na_2CrO_4 + H_2O$$

4x	$Cr(OH)_3 + 5OH^- \rightarrow CrO_4^{2-} + 4H_2O + 3e$
3x	$O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$

$$4Cr(OH)_3 + O_2 + 8OH^- \rightarrow 4CrO_4^{2-} + 10H_2O$$

Chuyển sang phương trình phân tử:

$$4Cr(OH)_3 + O_2 + 8NaOH \rightarrow 4Na_2CrO_4 + 10H_2O$$

3. Nếu phản ứng có H_2O tham gia

• Sản phẩm phản ứng tạo ra acid, theo nguyên tắc 1.

• Sản phẩm phản ứng tạo ra base, theo nguyên tắc 2.

Ví dụ:

+7 +4 +4 +6

$$KMnO_4 + K_2SO_3 + H_2O \rightarrow MnO_2 + KOH + K_2SO_4$$

2x	$MnO_4^- + 2H_2O + 3e \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$
3x	$SO_3^{2-} + 2OH^- \rightarrow SO_4^{2-} + H_2O + 2e$

$$2MnO_4^- + 3SO_3^{2-} + H_2O \rightarrow 2MnO_2 + 2OH^- + 3SO_4^{2-}$$

Chuyển sang phương trình phân tử:

$$2KMnO_4 + 3K_2SO_3 + H_2O \rightarrow 2MnO_2 + 2KOH + 3K_2SO_4$$

Ưu việt của phương pháp này là cho ta hoàn thành chính xác các phương trình phản ứng dưới dạng ion thu gọn (bản chất của các phản ứng) nếu biết được trạng thái đầu và trạng thái cuối của dạng oxi hoá và dạng khử.

Ví dụ: Hoàn thành và cân bằng các phản ứng sau dưới dạng ion thu gọn:

a) $Cu + NaNO_3 + HCl \rightarrow$

b) $Al + NaNO_3 + NaOH \rightarrow$

c) $FeS + HNO_3$ loãng $\rightarrow$

Giải

a) 0 +5 +2

$Cu + NaNO_3 + HCl \rightarrow Cu^{2+} + NO\uparrow + \ldots$

3x	$Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e$
2x	$NO_3^- + 4H^+ + 3e \rightarrow NO + 2H_2O$

$3Cu + 2NO_3^- + 8H^+ \rightarrow 3Cu^{2+} + 2NO\uparrow + 4H_2O$

b) 0 +5 +3 +3

$Al + NaOH + NaNO_3 \rightarrow AlO_2^- + NH_3\uparrow + \ldots$

8x	$Al + 4OH^- \rightarrow AlO_2^- + 2H_2O + 3e$
3x	$NO_3^- + 6H_2O + 8e \rightarrow NH_3 + 9OH^-$

$8Al + 3NO_3^- + 5OH^- + 2H_2O \rightarrow 8AlO_2^- + 3NH_3\uparrow$

c) +2 – 2 +5 +6 +2

$FeS + HNO_3 \rightarrow Fe^{3+} + SO_4^{2-} + NO\uparrow + \ldots$

1x	$FeS + 4H_2O \rightarrow Fe^{3+} + SO_4^{2-} + 8H^+ + 9e$
3x	$NO_3^- + 4H^+ + 3e \rightarrow NO + 2H_2O$

$FeS + 3NO_3^- + 4H^+ \rightarrow Fe^{3+} + SO_4^{2-} + 3NO\uparrow + 2H_2O$

d) Phương pháp cân bằng phản ứng oxi hoá - khử có chất hữu cơ tham gia

Tương tự đối với chất vô cơ, phản ứng oxi hoá - khử có chất hữu cơ cũng tiến hành theo 4 bước. Nhưng ở bước (1) khi tính số oxi hoá của C cần lưu ý theo phương pháp sau:

• ***Phương pháp chung:*** Tính số oxi hoá trung bình của C.

• ***Phương pháp riêng.*** Đặc biệt đối với những phản ứng chỉ có sự thay đổi nhóm chức, có thể tính số oxi hoá của C nào có sự thay đổi số oxi hoá.

Ví dụ:

$CH_3CH = CH_2 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow CH_3CHOHCH_2OH + MnO_2 + KOH$

Cách 1: Phương pháp chung

$3C_3H_6 + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow 3C_3H_6(OH)_2 + 2MnO_2 + 2KOH$

3x | $3C^{-2} \rightarrow 3C^{+4/3} + 2e$

2x | $Mn^{+7} + 3e \rightarrow Mn^{+4}$

Cách 2: Phương pháp riêng

-1 -2 +7 0 -1

$3CH_3CH = CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow 3CH_3CHOHCH_2OH + 2MnO_2 + 2KOH$

3x | $C^{-1} + C^{-2} \rightarrow C^0 + C^{-1} + 2e$

2x | $Mn^{+7} + 3e \rightarrow Mn^{+4}$

Kết quả của hai cách đều như nhau.

Phần II: HỆ THỐNG BÀI TẬP THEO KIẾN THỨC LÝ THUYẾT CÓ PHÂN DẠNG

DẠNG 1: SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP THĂNG BẰNG SỐ MOL ELECTRON

Nguyên tắc: Khi có nhiều chất oxi hóa hoặc chất khử trong hỗn hợp phản ứng (nhiều phản ứng hoặc phản ứng qua nhiều giai đoạn) thì tổng số mol electron mà các chất khử cho phải bằng tổng số mol elctron mà các chất oxi hóa nhận vào.

$\sum n_e$ (nhường) = $\sum n_e$ (nhận)

Ưu việt của phương pháp này là có thể giải nhanh nhiều bài toán khó mà không cần viết phương trình phản ứng.

Ví dụ 1: Hoà tan hết 6,3 gam hỗn hợp X gồm Al và kim loại M (tỉ lệ mol tương ứng 2:3) vào 200 gam dung dịch HNO_3 31,5%, kết thúc các phản ứng thu được dung dịch Y và 1,7353 lít (đkc) hỗn hợp hai khí N_2 và N_2O có tổng khối lượng là *2,76* gam. Cho Y phản ứng với dung dịch NaOH đun nóng, không có khí thoát ra.

a) Xác định tên kim loại M.

b) Tính thể tích dung dịch NaOH 0,5M tối thiểu cần dùng để kết tủa hết các ion kim loại trong Y.

Giải

a) Gọi x, y lần lượt là số mol N_2 và N_2O.

Ta có hệ: $\begin{cases} x + y = 0,07 \\ 28x + 44y = 2,76 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,02 \\ y = 0,05 \end{cases}$

Các bạn phản ứng oxi hoá và khử:

$Al \rightarrow Al^{3+} + 3e$

$2a \rightarrow 2a \rightarrow 6a$

$M \rightarrow M^{n+} + ne$

$3a \rightarrow 3a \rightarrow 3na$

$12H^+ + 2NO_3^- + 10e \rightarrow N_2 + 6H_2O$

$0.24 \leftarrow 0,2 \leftarrow 0,02$

$10H^+ + 2NO_3^- + 8e \rightarrow N_2O + 5H_2O$

$0,5 \leftarrow 0,4 \leftarrow 0,05$

$\Rightarrow 6a + 3na = 0,6 \Rightarrow 2a + na = 0,2 \quad (1)$

Mặt khác:

$54\ a + 3\ Ma = 6,3 \qquad (2)$

Từ (1), (2) $\Rightarrow \dfrac{54 + 3M}{2 + n} = 31,5 \Rightarrow M = 10,5n + 3 (n = 1; 2; 3)$

$\Rightarrow$ Nghiệm phù hợp: n= 2 và M = 24 (Mg)

b) n_{H^+} ban đầu $= n_{HNO_3}$, ban đầu $= \dfrac{200.31,5}{100.63} = 1mol$

n_{H^+} phản ứng = 0,24 + 0,5 = 0,*0*4 mol $\Rightarrow$ n_{H^+} còn = 1 - 0,74 = 0,26 mol

$a = \dfrac{6,3}{54 + 3.24} = 0.05mol \Rightarrow n_{Al} = 0,1mol$ và n_{Mg} = 0,15 mol

$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$

$0,26 \rightarrow 0,26$

$Mg^{2+} + 2OH^- \rightarrow Mg(OH)_2 \downarrow$

$0,15 \rightarrow 0.3$

$Al^{3+} + 3OH^- \rightarrow Al(OH)_3 \downarrow$

$0.1 \rightarrow 0,3$

$\Rightarrow n_{NaOH} = n_{OH^-} = 0,86mol \Rightarrow V_{dd\ NaOH} = \dfrac{0,86}{0,5} = 1,72$ lít

Ví dụ 2: Cho 6,3 gam hỗn hợp X gồm Mg và kin loại M (hoá trị không đổi) tác dụng với Cl_2, sau một thời gian thu được 20,5 gam chất rắn Y. Y hòa tan trong dung dịch HCl, sinh ra 2,479 lít H_2 (đkc). Mặt khác, cho 0,1 mol M phản ứng với dung dịch HNO_3 đặc, nóng dư thì lượng khí NO_2 thoát ra vượt quá 5,577 lít (đkc).

a) Xác định tên kim loại M.

b) Cho 12,6 gam X trên tác dụng với dung dịch HNO_3 loãng (dư), kết thúc phản ứng thu được 2,479 lít (đkc) hỗn hợp khí X gồm N_2 và N_2O có tỉ khối so với H_2 là 18. Tính khối lượng muối thu được sau khi các phản ứng kết thúc.

Giải

a)

$$M + 2nHNO_3 \rightarrow M(NO_3)_n + nNO_2 \uparrow + nH_2O$$

$$0.1 \rightarrow 0.1n$$

$$\Rightarrow n_{NO_2} = 0,1n > \frac{5,577}{24,79} = 0,225 \Rightarrow n > 2,25 \Rightarrow n = 3$$

Theo định luật bảo toàn khối lượng: $n_{Cl_2} = \frac{20,5 - 6,3}{71} = 0,2$

$M \rightarrow M^{3+} + 3e$	$Cl_2 + 2e \rightarrow 2Cl^-$
$a \rightarrow 3a$	$0,2 \rightarrow 0,4$
$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e$	$2H^+ + 2e \rightarrow H_2$
$b \rightarrow 2b$	$0,2 \leftarrow 0,1$

$$\Rightarrow 3a + 2b = 0.6(1) \Rightarrow a < 0.2mol$$

Mặt khác:

$$Ma + 24b = 6.3\ (2)$$

Rút a từ (1) và (2) ta được: $a = \frac{0,9}{36 - M} < 0,2 \Rightarrow M < 31,5$

Do M là kim loại hoá trị 3 nên chỉ có thể M là Al (aluminium)

b) Ta có: $a = \frac{0.9}{36 - 27} = 0.1mol; b = \frac{0,6 - 3.0,1}{2} = 0,15mol$

$\Rightarrow$ Trong 12,6 gam X có chứa 0,2 mol Al và 0,3 mol Mg.

Gọi x, y lần lượt là số mol N_2 và N_2O.

Ta có hệ $\begin{cases} x + y = 0,1 \\ 28x + 44y = 18.2.0,1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,05 \\ y = 0,05 \end{cases}$

Ta thấy: $3n_{Al} + 2n_{Mg} = 1,2 > 10n_{N_2} + 8n_{N_2O} = 0,9mol$

$\Rightarrow$ Có muối NH_4NO_3 tạo thành.

$$N^{+5} + 8e \rightarrow N^{-3}$$

$$8z \leftarrow z$$

$$n_{NH_4NO_3} = z = \frac{1.2 - 0.9}{8} = 0,0375mol$$

$\Rightarrow m_{muối} = m_{Al(NO_3)_3} + m_{Mg(NO_3)_2} + m_{NH_4NO_3} = 213.0,2 + 148.0,3 + 80.0,0375 = 90$ gam

Ví dụ 3: Chia 29,6 gam hỗn hợp X gồm Fe và Cu thành hai phần bằng nhau. Phần 1 cho phản ứng với lượng dư dung dịch HCl, sinh ra 3,7185 lít H_2 (đkc). Cho phân 2 tác dụng với dung dịch HNO_3 đặc, nóng (dư) thu được V lít khí NO_2 (đkc) và dung dịch Y.

a) Tính giá trị của V

b) Cho Y phản ứng với lượng dư dung dịch NH_3. Tính khối lượng kết tủa thu được sau khi các phản ứng kết thúc.

Giải

a) Gọi x, y lần lượt là số mol Fe và Cu chứa trong 14,8 gam hỗn hợp X.

Ta có: 56x + 64y = 14,8 (*)

• Phần 1: Cu không phản ứng

$$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2 \uparrow$$

$$x \rightarrow x$$

$$\Rightarrow n_{H_2} = x = 0,15mol$$

$$(*) \Rightarrow y = 0,1mol$$

• Phần 2:

$Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e$ $0.15 \rightarrow 0.15 \rightarrow 0.45$ $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e$ $0.1 \rightarrow 0,1 \rightarrow 0,2$	$N^{+5} + 1e \rightarrow N^{+4}$ $a \leftarrow a$

$$\Rightarrow a = 0,45 + 0.2 = 0,65mol \Rightarrow V = 0,65.22,4 = 14,56 \text{ lít}$$

b) Dung dịch Y chứa $Fe^{3+}, Cu^{2+}, H^+, NO_3^-$

$$NH_3 + H^+ \rightarrow NH_4^+$$

$$Fe^{3+} + 3NH_3 + 3H_2O \rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow + 3NH_4^+$$

0,15 → 0,15

$$Cu^{2+} + 2NH_3 + 2H_2O \rightarrow Cu(OH)_2 \downarrow + 2NH_4^+$$

0,1 →0,1

$$Cu(OH)_2 + 4NH_3 \rightarrow \left[Cu(NH_3)_4\right]^{2+} + 2OH^-$$

0,1 →0,1

$\Rightarrow m_{\text{kết tủa}} = m_{Fe(OH)_3} = 107.0,1 = 10,7gam$

***Ví dụ 4**:* Chia 23,8 gam hỗn hợp X gồm Al, Mg và Fe thành hai phần bằng nhau.

Phần 1 cho phản với dung dịch NaOH dư, sinh ra 3,7185 lít H_2 (đkc) và còn lại chất rắn Y không tan. Cho toàn bộ Y phản ứng với dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng (dư) thu được 7,437 lít SO_2(sản phẩm khử duy nhất, đkc). Cho phần 2 tác dụng với 240 gam dung dịch HNO_3 31,5%, kết thúc các phản ứng thu được dung dịch A và 1,7353 lít (đkc) hỗn hợp hai khí N_2 và N_2O có tổng khối lượng 2,76 gam.

a) Tính khối lượng các muối tạo thành trong dung dịch A.

b) Dung dịch A hoà tan tối đa bao nhiêu gam Cu. Biết sản phẩm khử của $\overset{+5}{N}$ là $\overset{+2}{N}$

c) Tính thể tích dung dịch NaOH 1M tối thiểu cần dùng để phản ứng hết với dung dịch A.

Giải

a) • *Phần 1:* Mg và Fe không phản ứng

$$Al + NaOH + 3H_2O \rightarrow Na\left[Al(OH)_4\right] + \frac{3}{2}H_2 \uparrow$$

0,1 ← 0,15

Chất rắn Y gồm Mg và Fe.

$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e$ $x \rightarrow 2x$ $Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e$ $y \rightarrow 3y$	$S^{+6} + 2e \rightarrow S^{+4}$ $0,6 \leftarrow 0,3$

Ta có hệ: $\begin{cases} 2x + 3y = 0,6 \\ 24x + 56y = 11,9 - 2,7 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,15 \\ y = 0,1 \end{cases}$

• ***Phần 2:*** Gọi a, b lần lượt là số mol N_2 và N_2O chứa trong 0,07 mol hỗn hợp.

Ta cũng có hệ: $\begin{cases} a + b = 0,07 \\ 28a + 44b = 2,76 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,02 \\ b = 0,05 \end{cases}$

Vì $2n_{Mg} + 3n_{Fe} + 3n_{Al} = 0,9mol > 10n_{N_2} + 8n_{N_2O} = 0,6mol$

$\Rightarrow$ Có muối NH_4NO_3 tạo thành.

$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e$ $0,15 \rightarrow \quad 0,3$ $Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e$ $0,1 \rightarrow \quad 0,3$ $Al \rightarrow Al^{3+} + 3e$ $0,1 \rightarrow \quad 0,3$	$2N^{+5} + 10e \rightarrow N_2$ $0,2 \leftarrow 0,02$ $2N^{+5} + 8e \rightarrow 2N^{+1}$ $0,4 \leftarrow 0,05$ $N^{+5} + 8e \rightarrow N^{-3}$ $8z \leftarrow z$

$\Rightarrow z = \dfrac{0,3 + 0,3 + 0,3 - 0,2 - 0,4}{8} = 0,0375mol$

$\Rightarrow$ Khối lượng muối trong dung dịch A là

$m_{Al(NO_3)_3} = 213.0,1 = 21,3gam$

$m_{Mg(NO_3)_2} = 148.0,15 = 22,2gam$

$m_{Fe(NO_3)_3} = 242.0,1 = 24,2gam$

$m_{NH_4NO_3} = 80.0,0375 = 3gam$

b) n_{HNO_3} ban đầu $= \dfrac{240.31,5}{100.63} = 1,2mol$

n_{HNO_3} phản ứng $= 12n_{N_2} + 10n_{N_2O} + 10n_{NH_4NO_3} = 1,115mol$

$\Rightarrow$ n_{HNO_3} còn = 1,2 - 1,115 = 0,085 mol

$3Cu + 8H^+ + 2NO_3^- \rightarrow 3Cu^{2+} + 2NO\uparrow + 4H_2O$

$0,031875 \leftarrow 0,085$

$Cu + 2Fe^{3+} \rightarrow Cu^{2+} + 2Fe^{2+}$

$0,05 \leftarrow 0,1$

$\Rightarrow m_{Cu} = 64(0,031875 + 0,05) = 5,24gam$

c)

$NH_4^+ + OH^- \rightarrow NH_3 \uparrow + H_2O$

$0,0375 \rightarrow 0,0375$

$Fe^{3+} + 3OH^- \rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow$

$0,1 \rightarrow 0,3$

$Mg^{2+} + 2OH^- \rightarrow Mg(OH)_2 \downarrow$

$0,15 \rightarrow 0,3$

$Al^{3+} + 4OH^- \rightarrow [Al(OH)_4]^-$

$0,1 \rightarrow 0,4$

$\Rightarrow n_{NaOH} = 0,0375 + 0,3 + 0,3 + 0,4 = 1,0375$ mol

$\Rightarrow V_{dd\ NaOH} = 1,0375$ lít

Ví dụ 5: Cho 8,7 gam hỗn hợp X gồm kim loại M (thuộc nhóm IIA) và Al tan hết vào 160 gam dung dịch HNO_3 31,5%, sau khi kết thúc các phản ứng thu được dung dịch Y và 1,36345 lít (đkc) hỗn hợp hai khí N_2 và N_2O có tỉ khối so với H_2 là 17,636. Dung dịch Y phản ứng với dung dịch NaOH đun nóng không có khí thoát ra. Mặt khác, cho 4,2 gam kim loại M phản ứng với dung dịch HCl dư thì lượng khí thoát ra vượt quá 2,479 lít (đkc).

a) Xác định tên kim loại M

b) Cho 17,4 gam X trên vào nước dư, tính thể tích khí thoát ra (đkc).

Giải

a) Gọi a, b lần lượt là số mol N_2 và N_2O. Ta có hệ:

$$\begin{cases} a + b = 0,055 \\ 28a + 44b = 17,636.2.0,055 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,03 \\ b = 0,025 \end{cases}$$

$M \rightarrow M^{2+} + 2e$ $x \rightarrow \quad 2x$ $Al \rightarrow Al^{3+} + 3e$ $y \rightarrow \quad 3y$	$2N^{+5} + 10e \rightarrow N_2$ $0,3 \leftarrow 0,03$ $2N^{+5} + 8e \rightarrow 2N^{+1}$ $0,2 \leftarrow 0,05$

$\Rightarrow 2x + 3y = 0,5 \quad (1)$

Mặt khác: Mx + 279 = 8,7 (2)

Từ (1)(2) rút ra: $x = \dfrac{4,2}{M - 18} < 0,25 \Rightarrow M > 34,8$ (*)

$M + 2HCl \rightarrow MCl_2 + H_2 \uparrow$

$\dfrac{4,2}{M} \rightarrow \dfrac{4,2}{M}$

$\Rightarrow \dfrac{4,2}{M} > 0,1 \Rightarrow M < 42 \quad (**)$

Từ (*) và (**) 34,8 < M < 42

Do M là kim loại thuộc nhóm IIA nên M = 40 (Ca)

b) Trong 17,4 gam X có chứa 0,38 mol Ca và 0,078 mol Al. Ta có:

$Ca + 2H_2O \rightarrow Ca^{2+} + 2OH^- + H_2 \uparrow$

$0,38 \rightarrow 0,76 \rightarrow 0,38$

$Al + OH^- + 3H_2O \rightarrow [Al(OH)_4]^- + \dfrac{3}{2}H_2 \uparrow$

$0,078 \rightarrow 0,078 \rightarrow 0,117$

$\Rightarrow V_{H_2} = (0,117 + 0,38) \cdot 22,4 = 11,1328$ lít

***Ví dụ 6**:* Cho hỗn hợp gồm a mol FeS_2 và b mol Cu_2S phản ứng hết với lượng vừa đủ dung dịch HNO_3, thu được dung dịch X chỉ chứa *2* muối sulfate và 11,1555 lít khí N_2O (sản phẩm khử duy nhất, ở đkc). Tính giá trị của a và b

Giải

$$FeS_2 \xrightarrow{HNO_3} Fe_2(SO_4)_3$$
$$Cu_2S \xrightarrow{HNO_3} CuSO_4$$

Theo định luật bảo toàn điện tích:

$$3n_{Fe^{3+}} + 2n_{Cu^{2+}} = 2n_{SO_4^{2-}} \Rightarrow 3a + 4b = 2(2a + b) \Rightarrow a = 2b \quad (1)$$

$FeS_2 \rightarrow Fe^{3+} + 2S^{+6} + 15e$ $a \rightarrow 15a$ $Cu_2S \rightarrow 2Cu^{2+} + S^{+6} + 10e$ $b \rightarrow 10b$	$2N^{+5} + 8e \rightarrow 2N^{+1}$ $3,6 \leftarrow 0,9$

$$\Rightarrow 15a + 10b = 3.6 \quad (2)$$

Giải hệ (1)(2) ta được: $\begin{cases} a = 0,18 mol \\ b = 0,09 mol \end{cases}$

DẠNG 2: SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP ION - ELECTRON

Phương pháp này sử dụng để giải nhanh nhiều bài toán khó mà nếu giải bằng phương pháp thông thường thì rất mất thời gian thậm trí bế tắc. Lưu ý cách tính nhanh số mol anion tạo muối và số mol acid tham gia phản ứng trong phản ứng oxi - hóa khử.

a) Acid H_2SO_4 đặc

Không phụ thuộc vào bản chất và số lượng các kim loại ta luôn có các bán phản ứng khử:

$$2H_2SO_4 + 2e \rightarrow SO_2 + H_2O + SO_4^{2-} \quad (1)$$
$$2x \leftarrow 2x \leftarrow x \rightarrow x$$
$$4H_2SO_4 + 6e \rightarrow S + 4H_2O + 3SO_4^{2-} \quad (2)$$
$$4y \leftarrow 6y \leftarrow y \rightarrow 3y$$
$$H_2SO_4 + 8e \rightarrow H_2S + 4H_2O + 4SO_4^{2-} \quad (3)$$
$$5z \leftarrow 8z \leftarrow z \rightarrow 4z$$

$\Rightarrow n_{SO_4^{2-}}$ tạo muối $= n_{SO_2} + 3n_S + 4n_{H_2S}$

$$= \frac{2}{2}n_{SO_2} + \frac{6}{2}n_S + \frac{8}{2}n_{H_2}S = \Sigma \frac{a}{2}n_X$$

(a là số electron mà S^{+6} nhận vào để tạo ra sản phẩm khử X)

Ghi nhớ:

- $n_{SO_4^{2-}}$ tạo muối $= \Sigma \frac{a}{2} n_X$
- $n_{H_2SO_4}$ phản ứng $= 2n_{SO_2} + 4n_S + 5n_{H_2S}$

b) Acid HNO_3

Tương tự như trên ta luôn có các bán phản ứng khử:

$$2HNO_3 + 1e \rightarrow NO_2 + H_2O + NO_3^{-1}$$
$$2a \leftarrow a \leftarrow a \rightarrow a$$

$4HNO_3 + 3e \rightarrow NO + H_2O + 3NO_3^{-3}$

$4b \quad \leftarrow 3b \leftarrow b \quad \rightarrow \quad 3b$

$10HNO_3 + 8e \rightarrow N_2O + 5H_2O + 8NO_3^{-3}$

$10c \quad \leftarrow 8c \leftarrow c \quad \rightarrow \quad 8c$

$12HNO_3 + 10e \rightarrow N_2 + 6H_2O + 10NO_3$

$12d \leftarrow 10d \leftarrow d \rightarrow \quad 10d$

$10HNO_3 + 8e \rightarrow NH_4NO_3 + 3H_2O + 8NO_3^-$

$10x \quad \leftarrow \quad 8x \leftarrow \quad x \quad \rightarrow \quad 8x$

- $n_{NO_3^-}$, tạo muối với cation kim loại = $n_{NO_2} + 3n_{NO} + 8n_{N_2}o + 10n_{N_2} + 8n_{NH_4NO_3}$
- n_{HNO_3} phản ứng = $2n_{NO_2} + 4n_{NO} + 10n_{N_2O} + 12n_{N_2} + 10n_{NH_4NO_3}$

Chú ý: - Các công thức trê**n không** thể áp dụng nếu chất khử ban đầu không phải là kim loại.

- Nếu hỗn hợp ban đầu không hoàn toàn là kim loại thì ta nên quy hỗn hợp về các nguyên tố rồi dựa vào phương trình ion - electron của bán phản ứng oxi hoá và bán phản ứng khử để giải.

Ví dụ 1: Cho 29 gam hỗn hợp gồm Al, Cu và Ag tác dụng vừa đủ với dịch HNO_3 1,5M, thu được dung dịch chứa m gam muối và 6,1975 lít hỗn hợp khí X (đkc) gồm NO và N_2O. Tỉ khối của X so với H_2 là 16,4. Giá trị của m là

A. 98,20 **B**. 97,20 **C.** 98,75 **D.** 91,00

(Đề thi tuyển sinh Đại học năm 2012-Khối B)

Giải

Gọi x, y lần lượt là số mol của NO và N_2O trong hỗn hợp X. Ta có hệ:

$$\begin{cases} x + y = 0,25 \\ 30x + 44y = 8,2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,2 \\ y = 0,05 \end{cases}$$

Giả sử chỉ có sản phẩm khử NO và N_2O

$\Rightarrow n_{HNO_3}$ phản ứng = $4n_{NO} + 10n_{N_2O} = 4.0,2 + 10.0,05 = 1,3mol < 1,425mol$

$\Rightarrow$ Có muối NH_4NO_3 sinh ra.

n_{HNO_3} phản ứng = $4n_{NO} + 10n_{N_2O} + 10n_{NH_4NO_3}$

$$\Rightarrow n_{NH_4NO_3} = \frac{1,425 - 4.0,2 - 0,05.10}{10} = 0,0125mol$$

$\Rightarrow m_{muối} = m_{kl} + m_{NO_3^-}$ (tạo muối với ion kim loại) + $m_{NH_4NO_3}$

= 29 + 62(3.0,2 + 8.0,05 + 8.0,0125) + 80.0,0125 = 98,2 gam

$\Rightarrow$ Đáp án A.

Ví dụ 2: Hòa tan hoàn toàn 0,1 mol FeS_2 trong 200 ml dung dịch HNO_3 4M, sản phẩm thu được gồm dung dịch X và một chất khí thoát ra. Dung dịch X có thể hòa tan tối đa m gam Cu. Biết trong các quá trình trên, sản phẩm khử duy nhất của N^{+5} đều là NO. Giá trị của m là

A. 12,8 **B. 6,4** **C.**9,6 **D.** 3,2

(Đề thi tuyển sinh Đại học năm 2012-Khối B)

Giải

$FeS_2 + 4H^+ + 5NO_3^- \rightarrow Fe^{3+} + 5NO\uparrow + 2SO_4^{2-} + 2H_2O$

$0,1 \quad \rightarrow 0,4 \quad \rightarrow 0,5 \quad \rightarrow 0,1$

$\Rightarrow n_{H^+}$ còn = $0,8 - 0,4 = 0,4$ mol ; $n_{NO_3^-}$ còn $= 0,8 - 0,5 = 0,3mol$

$3Cu + 8H^+ + 2NO_3^- \rightarrow 3Cu^{2+} + 2NO\uparrow + 4H_2O$

$0,15 \leftarrow 0,4 \rightarrow 0,1$

$$Cu + 2Fe^{3+} \rightarrow 2Fe^{2+} + Cu^{2+}$$
$$0,05 \leftarrow 0,1$$
$$\Rightarrow m_{Cu} = 64.0,2 = 12,8 \text{ gam} \Rightarrow$$ Đáp án A

Ví dụ 3: Cho 19,2 gam Cu vào 500 ml dung dịch $NaNO_3$ 1M, sau đó thêm vào 500 ml dung dịch HCl 2M, Kết thúc phản ứng thu được dung dịch X và khí NO duy nhất, phải thêm bao nhiêu ml dung dịch NaOH 1M vào X để kết tủa hết ion Cu^{2+}

A. 120 **B.** 400 **C.** 600 **D**. 800

Giải

$$3Cu + 8H^+ + 2NO_3^- \rightarrow 3Cu^{2+} + 2NO + 4H_2O$$

Bđ: $0,3 \quad 1 \quad 0,5$

Pư: $0,3 \rightarrow 0,8 \rightarrow 0,2 \rightarrow 0,3$

Còn: $0 \quad 0,2 \quad 0,3$

$$H + OH^- \rightarrow H_2O$$
$$0,2 \rightarrow 0,2$$
$$Cu^{2+} + 2OH^- \rightarrow Cu(OH)_2 \downarrow$$
$$0,3 \rightarrow 0,6$$

$\Rightarrow n_{NaOH} = 0,2 + 0,6 = 0,8 mol \Rightarrow V = \frac{0,8}{1} =$ = 0,8 lít = 800 ml = Đáp án D

Ví dụ 4: Chia 23,0 gam hỗn hợp M gồm Al, Cu và Mg thành hai phần bằng nhau.

Phần 1 tác dụng với dung dịch HCl dư, sinh ra 6,1975 lít H_2 (đkc). Hoà tan hết phần 2 trong 120 gam dung dịch HNO_3 63% đun nóng, kết thúc phản ứng thu được dung dịch X và 9,916 lít (đkc) hỗn hợp hai khí NO, NO_2 có tỉ khối so với H_2 là 20. X tác dụng với dung dịch NaOH đun nóng, không có khí mùi khai thoát ra.

a) Tính phần trăm khối lượng mỗi chất trong M.

b) Tính nồng độ phần trăm các chất trong X. Coi nước bay hơi không đáng kể trong quá trình phản ứng.

Giải

a)

• Phần 1: Cu không phản ứng

$$Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2 \uparrow$$
$$x \rightarrow x$$
$$2Al + 2AlCl_3 \rightarrow 3AlCl_3 + 3H_2 \uparrow$$
$$y \rightarrow 1,5y$$
$$\Rightarrow n_{H_2} = x + 1,5y = 0,25 \quad (1)$$

• Phần 2: Gọi a, b lần lượt là số mol của NO và NO_2 chứa trong 0,4 mol hỗn hợp khí.

Ta có hệ. $\begin{cases} a + b = 0,4 \\ 30a + 46b = 16 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,15 \\ b = 0,25 \end{cases}$

$\Rightarrow n_{HNO_3}$ phản ứng $= 4n_{NO} + 2n_{NO_2} = 1,1 mol < n_{HNO_3}$ ban đầu = 1,2 mol nên kim loại hết, axit còn

$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e$ $x \rightarrow x \rightarrow 2x$ $Al \rightarrow Al^{3+} + 3e$ $y \rightarrow y \rightarrow 3y$ $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2c$ $z \rightarrow z \rightarrow 2z$	$4H^+ + NO_3^- + 3e \rightarrow NO + 2H_2O$ $0.6 \leftarrow 0,45 \leftarrow 0,15$ $2H + NO_3^- + 1e \rightarrow NO_2 + H_2O$ $0,5 \leftarrow 0.25 \leftarrow 0.25$

$\Rightarrow 2x + 3y + 2z = 0,7$ (2)

Mặt khác: $24x + 23y + 64z = 11,5$ (3)

Giải hệ (1), (2), (3) ta được: $\begin{cases} x = 0,22 mol \\ y = 0,03 mol \\ z = 0,085 mol \end{cases}$

Phần trăm khối lượng các chất trong M là

$\%m_{Al} = \frac{27.0,03.100\%}{11,5} = 7,04\%$

$\%m_{Mg} = \frac{24.0,22.100\%}{11,5} = 45,91\%$

$\%m_{Cu} = 100\% - (7,04 + 45,91)\% = 47,05\%$

b) Khối lượng dung dịch X là

$11,5 + 120 - 30.0,15 - 46.0,25 = 115,5$ gam

$\Rightarrow n_{HNO_3}$ còn $= 1,2 - 1,1 = 0,1$ mol

Nồng độ phần trăm của các chất trong dung dịch X là

$C\%_{HNO_3} = \frac{63.0,1.100\%}{115,5} = 5,45\%$

$C\%_{Mg(NO_3)_2} = \frac{148.0,22.100\%}{115,5} = 28,19\%$

$C\%_{Cu(NO_3)_2} = \frac{188.0,085.100\%}{115,5} = 13,83\%$

$C\%_{Al(NO_3)_3} = \frac{213.0,03.100\%}{115,5} = 5,53\%$

Ví dụ 5: Cho 42 gam hỗn hợp X gồm Fe, Cu vào 1 lít dung dịch HNO_3 1M, kết thúc phản ứng thu được dung dịch Y, V_1 lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất, đkc) và còn lại m gam Cu không tan. Nhỏ 800 ml dung dịch HCl 1M vào thì kim loại vừa tan hết và thu thêm V_2 lít khí NO nữa (đkc).

a) Tính V_1, V_2 và m.

b) Tính phần trăm khối lượng các kim loại trong X.

Giải

a) Gọi x, y lần lượt là số mol Fe và Cu chứa trong 42 gam X. Ta có:

$56x + 64y = 42$ (1)

$n_{HNO_3} = 1 mol; n_{HCl} = 0,8 mol$

$HNO_3 \rightarrow H^+ + NO_3^-$

$1 \rightarrow 1 \rightarrow 1$

$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$

$0,8 \rightarrow 0,8$

$\Rightarrow \sum n_{H^+} = 1 + 0,8 = 1,8 mol$

Vì Cu còn dư nên Fe chỉ bị oxi hoá lên Fe^{2+}. Khi nhỏ tiếp HCl vào hỗn hợp thực chất là thêm H^+ thì do tính khử của Fe^{2+} yếu hơn Cu nên Cu phản ứng hết. Khi Cu vừa tan hết thì ngừng thêm H^+ nên Fe^{2+} chưa bị oxi hoá thành Fe^{3+}

$Fe \to Fe^{2+} + 2e$ $x \to x \to 2x$ $Cu \to Cu^{2+} + 2e$ $y_1 \to y_1 \to 2y_1$ Khi thêm HCl $Cu \to Cu^{2+} + 2e$ $(y - y_1) \to \quad 2(y - y_1)$	Khi chưa thêm $4H^+ + NO_3^- + 3e \to NO + 2H_2O$ $1 \to 0,25 \to 0,75 \to 0,25$ $n_{NO_3^-}$ còn $= 1 - 0,25 = 0,75 mol$ $\Rightarrow V_1 = 0,25.22,4 = 5,6$ lít Khi thêm HCl $4H^+ + NO_3^- + 3e \to NO + 2H_2O$ $0,8 \to 0,2 \to 0,6 \to 0,2$ $\Rightarrow V_2 = 0,2.22,4 = 4,48$ lít

Theo định luật bảo toàn số mol electron.

Ta có: $2(x + y) = 0,75 + 0,6 = x + y = 0,675$ (2)

Giải hệ (1)(2) t**a được:** $\begin{cases} x = 0,15 \\ y = 0,525 \end{cases}$

Mặt khác: $2x + 2y_1 = 0,75 \Rightarrow y_1 = 0,225 mol$

$\Rightarrow n_{Cu\ dư} = y - y_1 = 0,525 - 0,225 = 0,3 mol \Rightarrow m = 64.0,3 = 19,2 gam$

b) Phần trăm khối lượng các kim loại trong X là

$$\%Fe = \frac{56.0,15.100\%}{42} = 20\%$$

$$\%Cu = 100\% - 20\% = 80\%$$

***Ví dụ 6**:* Hoà tan hết 0,03 mol hỗn hợp X gồm MgS, FeS và CuS trong dung dịch HNO_3, kết thúc các phản ứng thu được dung dịch Y (chỉ chứa muối nitrate và muối sulfate) và 0,15 mol hỗn hợp khí X gồm NO_2 và NO có tỉ khối so với 20,33. Cho Y phản ứng với dung dịch NaOH đun nóng, không có khí thoát ra. Số mol HNO_3 đã phản ứng là

A. 0,16 **B.**0,4 **C.** 0,5 **D. 0**,2

Giải

Gọi a, b lần lượt là số mol của NO_2 và NO.

Ta có hệ: $\begin{cases} a + b = 0,15 \\ 46a + 30b = 2.20,33.0,15 = 6,1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,1 \\ b = 0,05 \end{cases}$

$FeS + 4H_2O \to Fe^{3+} + 8H^+ + SO_4^{2-} + 9e$ $x \quad \to \quad 8x$ $CuS + 4H_2O \to Cu^{2+} + 8H^+ + SO_4^{2-} + 8e$ $y \quad \to \quad 8y$ $MgS + 4H_2O \to Mg^{2+} + 8H^+ + SO_4^{2-} + 8e$ $z \quad \to \quad 8z$	$NO_3^- + 4H^+ + 3e \to NO + 2H_2O$ $0,2 \quad \leftarrow 0,05$ $NO_3^- + 2H^+ + 1e \to NO_2 + H_2O$ $0,2 \quad \leftarrow 0,1$

$\Rightarrow n_{HNO_3}$ phản ứng $= 0,2 + 0,2 - 8(x + y + z) = 0,4 - 8.0,03 = 0,16$ mol

$\Rightarrow$ Đáp án A

***DẠNG 3*: SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP QUY ĐỔI**

a) Phương pháp quy đổi về nguyên tố

Dấu hiệu nhận dạng bài toán vận dụng phương pháp quy đổi:

- Bài toán hỗn hợp, trong đó tổng số chất và hợp chất nhiều hơn tổng số nguyên tố tạo thành hỗn hợp đó.

- Bài toán hỗn hợp các oxit, sunfua của kim loại; xác định thành phần các nguyên tố trong hỗn hợp phức tạp; các hợp chất khó xác định số oxi hóa Cu FeS_2, $CuFeS_4$, ...

Các bước giải toán theo phương pháp quy đổi về nguyên tố

• ***Bước 1:*** Quy hỗn hợp các chất về các nguyên tố tạo thành hỗn hợp. Đặt ẩn số thích hợp cho số mol nguyên tử các nguyên tố trong hỗn hợp.

• ***Bước 2***: - Lập các phương trình dựa vào các định luật bảo toàn khối lượng, bảo toàn nguyên tố và bảo toàn số mol electron,....

- Lập các phương dựa vào các dữ kiện bài toán đã cho (nếu có).

• *Bước 3*: Giải hệ gồm các phương trình đã thiết lập được ở bước 2 và tính toán kết quả bài toán theo yêu cầu.

Ví dụ 1*:* Cho 18,4 gam hỗn hợp X gồm Cu_2S, CuS, FeS_2 và FeS tác dụng hết với HNO_3 (đặc nóng, dư) thu được V lít khí chỉ có NO_2 (ở đkc, sản phẩm khử duy nhất) và dung dịch Y. Cho toàn bộ Y vào một lượng dư dung dịch $BaCl_2$, thu được 46,6 gam kết tủa, còn khi cho toàn bộ Y tác dụng với dung dịch NH_3 dư thu được 10,7 gam kết tủa. Giá trị của V là

A. 42,143 **B.** 11,2 **C.** 24,64 **D**. 16,8

(Đề thi tuyển sinh Đại học năm 2012-Khối A)

Giải

Quy X về Cu, Fe và S.

$n_{Fe} = n_{Fe(OH)_3} = 0,1mol; n_s = n_{BaSO_4} = 0,2mol$

$\Rightarrow n_{Cu} = \dfrac{18,4 - 56.0,1 - 32.0,2}{64} = 0,1mol$

$Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e$ $0.1 \rightarrow \quad 0.3$ $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e$ $0,1 \rightarrow \quad 0,2$ $S \rightarrow S^{+6} + 6e$ $0,2 \rightarrow 1,2$	$N^{+5} + 1e \rightarrow N^{+4}$ $a \leftarrow a$

$\Rightarrow a = 0,3 + 0,2 + 1,2 = 1,7mol \Rightarrow V = 42,143$ lít

$\Rightarrow$ Đáp án A

Ví dụ 2: Nung m gam hỗn hợp X gồm FeS và FeS_2 trong một bình kín chứa không khí (gồm 20% thể tích O_2 và 80% thể tích N_2) đến khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được một chất rắn duy nhất và hỗn hợp khí Y có thành phần thể tích: 84,8% N_2, 14% SO_2, còn lại là O_2. Phần trăm khối lượng của FeS trong hỗn hợp X là

A. 59,46%. **B**. 19,64%. ***C.*** 42,31%. **D**. 26,83%

Giải

Cách 1: Quy hỗn hợp thành Fe và S

$S + O_2 \rightarrow SO_2$

$x \rightarrow x$

$4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$

$\dfrac{4}{3}y \leftarrow y$

Ban đầu: $n_{O_2} = 0,2(mol); n_{N_2} = 0,8(mol)$

Sau phản ứng: $n_{O_2} = 0,2 \div x - y; n_{N_2} = 0,8; n_{SO_2} = x$

Tổng số mol khí sau phản ứng: $0,2 - x - y + 0,8 + x = 1 - y$

$$\%V_{N_2} = \frac{0,8}{1-y} = \frac{84,8}{100} \Rightarrow y = 0.0566(mol)$$

$$\%V_{SO_2} = \frac{x}{1-0,0566} = \frac{14}{100} \Rightarrow x = 0.132076(mol)$$

Đặt $n_{FeS} = a(mol); n_{FeS_2} = b(mol)$

$$\begin{cases} a + b = 0.0566 \cdot \frac{4}{3} \\ a + 2b = 0.132076 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,01885773 \\ b = 0,0566093 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \%m_{FeS} = \frac{0.01885773.88.100\%}{0.01885773.88 + 120.0.0566093} = 19.64\% \Rightarrow$$ Đáp án B

Cách 2: Coi $n_Y = 1(mol) \Rightarrow n_{N_2} = 0,848(mol); n_{SO_2} = 0,14(mol)$

n_{O_2} (dư) – 1-0,848-0,14 = 0,012(mol)

$\Rightarrow n_{O_2}$ (ban đầu) = $= 0,212 - 0,012 = 0,2(mol)$

$\Rightarrow n_{O_2}$ (phản ứng) $= 0,212 - 0,012 = 0,2(mol)$

$$4FeS + 7O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 4SO_2$$

$$x \qquad \frac{7}{4}x \qquad\qquad x$$

$$4FeS_2 + 11O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$$

$$y \qquad \frac{11}{4}y \qquad\qquad 2y$$

Ta có hệ: $\begin{cases} \frac{7}{4}x + \frac{11}{4}y = 0,2 \\ x + 2y = 0,14 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,02(mol) \\ y = 0,06(mol) \end{cases}$

$$\Rightarrow \%FeS = \frac{0,02.88.100\%}{0,02.88 + 0.06 \cdot 120} = 19,64\%$$

Ví dụ 3: Cho 11,36 gam hỗn hợp X gồm Fe, FeO, Fe_2O_3, Fe_3O_4 phản ứng hết với dung dịch HNO_3 đặc, nóng (dư) thu được 19,3362 lít khí thoát ra (đkc) và dung dịch Y. Cô cạn dung dịch Y thu được m gam muối khan. Giá trị của m là

A. 38,72 **B**. 35,5 **C**. 49.09 **D.** 34,36

Giải

Quy hỗn hợp X về hai nguyên tố Fe: x mol và): y mol.

$\Rightarrow 56x + 16y = 11.36$ (1)

Quá trình oxi hóa	Quá trình khử
$Fe^0 \rightarrow Fe^{3+} + 3e$	$N^{+5} + 1e \rightarrow N^{+4}$
$x \quad x \quad 3x$	$0.18 \leftarrow 0,18$
$O^0 \rightarrow O^{-2} + 2e$	
$y \quad 2y$	

$\Rightarrow 3x + 2y = 0.78 \quad (2)$

Giải hệ (1), (2) ta được: $x = 0.16mol : y = 0,15mol$

$\Rightarrow n_{Fe(NO_3)_3} = n_{Fe^{3+}} = 0.16mol \Rightarrow m_{Fe(NO_3)_3} = 242 \times 0,16 = 38.72gam$

$\Rightarrow$ Đáp án A.

Ví dụ 4: Hòa tan hoàn toàn m gam hỗn hợp A gồm Fe, FeS, FeS_2, S trong dung dịch HNO_3 đặc, đun nóng (dư), thu được dung dịch B và 10,04 lít khí NO_2 (sản phẩm khử duy nhất, đkc). Cho B tác dụng với dung dịch $BaCl_2$ dư thu được 11,65 gam kết tủa trắng. Giá trị của m là

A. 3,56 **B**. 4,02 **C**.2,15 **D**. 2,1

Giải

Coi hỗn hợp A gồm x mol Fe và y mol S

• A + HNO_3 đặc, dư:

Quá trình oxi hóa	Quá trình khử
$Fe^0 \rightarrow Fe^{3+} + 3e$ x x 3x $S^0 \rightarrow S^{+6} + 6e$ y y 6y	$N^{+5} + 1e \rightarrow N^{+4}$ $0,405 \leftarrow 0,405$

$\Rightarrow 3x + 6y = 0,405 \quad (*)$

•B + dd $BaCl_2$: $n_{BaSO_4} = \dfrac{11,65}{233} = 0,05$

$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4 \downarrow$

y y

$\Rightarrow y = 0,05mol$

Thay y và (*) ta tìm được: x = 0,035 mol

$\Rightarrow m = 56 \times 0,035 + 32 \times 0,05 = 3,56gam \Rightarrow$ Đáp án A

Ví dụ 5*:* Đốt cháy hoàn toàn m gam hỗn hợp X gồm FeS_2 và một oxide iron cần dùng 0,6 mol O_2 thu được 0,4 mol Fe_2O_3 và 0,4 mol SO_2. Cho m gam hỗn hợp X trên tác dụng với dung dịch H_2SO_4 đặc nóng, dư đến khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, sản phẩm khử duy nhất là SO_2 thì số mol H_2SO_4 tham gia phản ứng là bao nhiêu?

A. 3,0 mol. **B.** 2,8 mol. **C**. 2,4 mol. **D.** 2,0 mol.

Giải

Quy X về Fe, S và O. Ta có: $n_{Fe} = 2n_{Fe_2O_3} = 0,8mol; n_S = n_{SO_2} = 0,4mol$

$\Rightarrow n_O(X) = 3n_{Fe_2O_3} + 2n_{SO_2} - 2n_{O_2} = 0,8mol$

$Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e$ $0,8 \rightarrow 0,8 \rightarrow 2.4$ $S + 2H_2O \rightarrow SO_2 + 4H^+ + 4e$ $0,4 \rightarrow \quad 1,6 \rightarrow 1,6$ $O + 2H^+ \rightarrow H_2O - 2e$ $0.8 \rightarrow 1,6 \rightarrow \quad 1,6$	$2H_2SO_4 + 2e \rightarrow SO_2 + SO_4^{2-} + 2H_2O$ $2x \quad \leftarrow 2x \quad \leftarrow x$

$\Rightarrow 2,4 + 1,6 - 1,6 = 2x \Rightarrow x = 1,2$ mol

$\Rightarrow n_{H_2SO_4}$ phản ứng = 2.1,2 + 0,8 - 0,8 = 2,4 mol $\Rightarrow$ Đáp án C

Ví dụ 6: Hòa tan hoàn toàn 40 gam hỗn hợp gồm FeS_2, CuS, FeS bằng dung dịch HNO_3 thì thu được dung dịch X chỉ chứa hai muối và 4 mol NO_2, không có kết tủa tạo ra. Cho dung dịch NH_3 dư vào dung dịch X, lọc lấy kết tủa đem nung đến khối lượng không đổi thì thu được bao nhiêu gam chất rắn?

A. 32,0. **B**.21,4 **C**. 24,0. **D** 16,0.

Giải

Quy hỗn hợp về Fe, S và Cu. Ta có: 56x + 32y + 64z = 40

$Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e$ x x 3x $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e$ z z 2z $S \rightarrow S^{+6} + 6e$ y y 6y	$N^{+5} + 1e \rightarrow N^{+4}$ 4 ← 4

$$\Rightarrow 3x + 2z + 6y = 4 \quad (2)$$

Dung dịch thu được chỉ chứa hai muối nên

$$3n_{Fe^{3+}} + 2n_{Cu^{2+}} = 2n_{SO_4^{2-}} \Rightarrow 3x + 2z = 2y \text{ hay } 3x - 2y + 2z = 0 \quad (3)$$

Giải hệ (1), (2) và (3) ta được: $\begin{cases} x = 0,2mol \\ y = 0,5mol \\ z = 0,2mol \end{cases}$

$$2Fe^{3+} \xrightarrow{dd\,NH_3} 2Fe(OH)_3 \xrightarrow{t^o} Fe_2O_3$$
$$0,2 \rightarrow 0,2 \rightarrow 0,1$$
$$Cu^{2+} \xrightarrow{dd\,NH_3} \left[Cu(NH_3)_4\right](OH)_2$$
$$\Rightarrow m_{CR} = 160.0,1 = 16gam \Rightarrow$$ Đáp án D

Ví dụ 7: Hoà tan hết 17,*92* gam hỗn hợp X gồm Fe_3O_4, FeO, Fe, CuO, Cu, A1, Al_2O_3 (trong đó oxygen chiếm 25,446% phần trăm về khối lượng) trong dung dịch HNO_3, kết thúc các phản ứng thu được dung dịch Y và 1,921 lít hỗn hợp khí Z gồm N_2 và N_2O. Tỉ khối của *Z* so với H_2 là 15,29. Cho NaOH vào Y rồi đun nóng, không có khí thoát ra. Số mol HNO_3 đã phản ứng với X là

A. 1,215 mol **B**. 0,645 mol **C**. 1,392 mol **D**. 0,75 mol

Giải

Gọi a, b lần lượt là số mol của N_2 và N_2O. Ta có hệ:

$$\begin{cases} a + b = \dfrac{1,921}{24,79} = 0,0775 \\ 28a + 44b = 15,29.2.0,0775 = 2,37 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,065 \\ b = 0,0125 \end{cases}$$

• Cho NaOH vào Y rồi đun nóng, không có khí thoát ra chứng tỏ không có phản ứng tạo muối NH_4NO_3.

$$n_{O(X)} = \frac{17,92.25,446}{16.100} = 0,285mol$$

Quy X về Fe, Cu, Al và O. Để tính số mol HNO_3 phản ứng, ta dựa vào bán phản ứng khử sau:

$$O + 2H^+ + 2e \rightarrow H_2O$$
$$0,285 \rightarrow 2.0,285$$
$$2NO_3^- + 10H^+ + 8e \rightarrow N_2O + 5H_2O$$
$$10.0,0125 \leftarrow 0,0125$$

$$2NO_3^- + 8H^+ + 8e \rightarrow N_2 + 5H_2O$$
$$8.0,065 \leftarrow 0.065$$

$\Rightarrow n_{HNO_3}$ phản ứng = 2.0,285 + 10.0,0125 + 8.0,065 = 1,215 mol

$\Rightarrow$ Đáp án A

Ví dụ 8: Hoà tan hết 2,44 gam hỗn hợp X gồm FeS_2, FeS, Fe, Cu và Cu_2S trong 50 gam dung dịch HNO_3 63% đun nóng, thu được dung dịch Y trong đó nồng độ của acid giảm xuống còn 39,13% và 4,834 lít NO_2 (sản phẩm khử duy nhất, đkc). Coi rằng nước bay hơi không đáng kể trong quá trình phản ứng. Tổng khối lượng của nguyên tố iron trong 2,44 gam X là

A. 0.84 gam **B**. 0,56 gam **C**. 1,12 gam **D**. 1,68 gam

Giải

$$n_{NO_2} = \frac{4,834}{24,79} = 0,195mol \Rightarrow m_Y = 2,44 + 50 - 46.0,195 = 43,47gam$$

n_{HNO_3} ban đầu $= \frac{50.63}{100.63} = 0.5mol$

n_{HNO_3} còn $= \frac{39,13.43,47}{100.63} = 0,27mol \Rightarrow n_{HNO_3}$ phản ứng = 0,5 - 0,*27* = 0,23 mol

Quy Y về Fe, Cu và S.

$Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e$ $x \rightarrow 3x$ $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e$ $y \rightarrow 2y$ $S + 4H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + 8H^+ + 6e$ $z \rightarrow 8z \rightarrow 6z$	$NO_3^- + 2H^+ + 1e \rightarrow NO_2 + H_2O$ $0,39 \leftarrow 0,195 \leftarrow 0,195$

Theo định luật bảo toàn electron: 3x + 2y + 6z = 0,195 (1)

Mặt khác: n_{HNO_3} phản ứng = n_{H^+} phản ứng = 0,39 - 8z = 023 = = 0,02 mol

(1) = 3x + 2y = 0,075 *(*2)

Ngoài ra: 56x + 64y + 32,0,02 = 2,44 = 56x + 64y = 1,8 (3)

Giải hệ (2), (3) ta được: $\begin{cases} x = 0,015mol \\ y = 0,015mol \end{cases} \Rightarrow \sum m_{Fe} = 0,84gam \Rightarrow$ Đáp án A

Ví dụ 9: Hoà tan hoàn toàn 40 gam hỗn hợp gồm FeS_2, CuS, FeS bằng dung dịch HNO_3 thì thu được dung dịch X chỉ chứa hai muối và 4 mol NO_2, không có kết tủa tạo ra. Cho dung dịch NH_3 tới dư vào dung dịch X, lọc lấy kết tủa đem nung đến khối lượng không đổi thì thu được bao nhiêu gam chất rắn?

A. 21,4. **B**. 16,0. **C**. 24,0. **D**. 32,0.

Giải

Quy hỗn hợp về Fe, S và Cu. Ta có: 56x + 32y + 64z = 40 (1)

$Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e$ $x \quad x \quad 3x$ $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e$ $z \quad z \quad 2z$ $S \rightarrow S^{+6} + 6e$ $y \quad y \quad 6y$	$N^{+5} + 1e \rightarrow N^{+4}$ $4 \leftarrow 4$

$\Rightarrow 3x + 2z + 6y = 4$ (2)

Dung dịch thu được chỉ chứa hai muối nên

$3n_{Fe^{3+}} + 2n_{Cu^{2+}} = 2n_{SO_4^{2-}} = 3x + 2z = 2y$ hay $3x - 2y + 2z = 0$ (3)

Giải hệ (1), (2) và (3) ta được: $\begin{cases} x = 0,2 mol \\ y = 0,5 mol \\ z = 0,2 mol \end{cases}$

$2Fe^{3+} \xrightarrow{ddNH_3} 2Fe(OH)_3 \xrightarrow{t^0} Fe_2O_3$

$0,2 \rightarrow 0,2 \rightarrow 0,1$

$Cu^{2+} \xrightarrow{ddNH_3} [Cu(NH_3)_4](OH)_2$

$\Rightarrow m_{CR} = 160.0,1 = 16 gam$

$\Rightarrow$ Đáp án B

Ví dụ 10: Chia 42,72 gam hỗn hợp X gồm $Fe_3O_4, Fe_2O_3, FeO, CuO, Cu$ thành hai phần bằng nhau. Phần 1 tác dụng với lượng dư khí CO đun nóng, kết thúc các phản ứng thu được chất rắn khan có khối lượng giảm 3,36 gam so với khối lượng phần 1. Cho phần 2 tác dụng hết với 200 gam dung dịch HNO_3 31,5%, sau khi kết thúc các phản ứng thu được dung dịch Y và 2,7269 lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất, đkc).

a) Tính số mol HNO_3 đã phản ứng.

b) Dung dịch Y hoà tan tối đa bao nhiêu gam Cu. Biết sản phẩm khử của $\overset{+5}{N}$ là $\overset{+2}{N}$ duy nhất.

c) Cho Y tác dụng với lượng dư dung dịch NH_3. Tính khối lượng kết tủa thu được sau khi kết thúc các phản ứng.

Giải

a) Quy X về Fe, Cu và O.

• Phần $1 + CO, t^0$:

$\Rightarrow n_O$ (trong mỗi phần) $= \frac{3,36}{16} = 0,21 mol$

• Phần 2 + HNO_3: $n_{NO} = \frac{2,7269}{24,79} = 0,11 mol$; n_{HNO_3} ban đầu $= \frac{200.31,5}{63.100} = 1 mol$

$Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e$	$O + 2H^+ + 2e \rightarrow H_2O$
$x \rightarrow x \rightarrow 3x$	$0,21 \rightarrow 0,42 \rightarrow 0,42$
$Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e$	$4HNO_3 + 3e \rightarrow NO + 2H_2O + 3NO_3^-$
$y \rightarrow y \rightarrow 2y$	$0,44 \leftarrow 0,33 \leftarrow 0,11 \quad \rightarrow 0,33$

$\Rightarrow 3x + 2y = 0,42 + 0,33 = 0,75$ **(1)**

Mặt khác: 56x + 64y = 21,36 – 16.0,21 = 18 (2)

Giải hệ (1)(2) ta được: $\begin{cases} x = 0,15 \text{ mol} \\ y = 0,15 \text{ mol} \end{cases}$

$\Rightarrow n_{HNO_3}$ phản ứng = 0,42 + 0,44 = 0,86 mol

$\Rightarrow n_{H^+}$ còn = 1 – 0,86 = 0,14 mol;

$n_{NO_3^-}$ còn = 1 – 0,11 = 0,89 mol

b) Dung dịch Y gồm:

$0,15 mol\ Fe^{3+}; 0,15 mol\ Cu^{2+}; 0,14 mol\ H^+$ và $0,89 mol\ NO_3^-$

$$3Cu + 8H^+ + 2NO_3^- \rightarrow 3Cu^{2+} + 2NO\uparrow + 4H_2O$$

$$0,0525 \leftarrow 0,14$$

$$Cu + 2Fe^{3+} \rightarrow Cu^{2+} + 2Fe^{2+}$$

$$0,075 \leftarrow 0,15$$

$$\Rightarrow m_{Cu} = (0,0525 + 0,075) \cdot 64 = 8,16gam$$

c) Y + NH_3 dư:

$$NH_3 + H^+ \rightarrow NH_4^+$$

$$Cu^{2+} + 4NH_3 \rightarrow \left[Cu(NH_3)_4\right]^{2+}$$

$$Fe^{3+} + 3NH_3 + 3H_2O \rightarrow Fe(OH)_3\downarrow + 3NH_4^+$$

$\Rightarrow$ $m_{\text{kết tủa}}$ = 107.0,15 = 16,05 gam

b) Phương pháp quy đổi về phân tử

Một vài chú ý khi sử dụng phương pháp quy đổi về phân tử:

1. Khi quy hỗn hợp nhiều chất (hỗn hợp X) thành hỗn hợp hai hay chỉ còn một chất ta phải bảo toàn số mol nguyên tố hay bảo toàn khối lượng của hỗn hợp.

2. Có thể quy đổi hỗn hợp X về bất kì cặp nào, thậm chí quy về một chất. Tuy nhiên ta nên chọn cặp chất nào, thậm chí quy đổi về một chất. Tuy nhiên ta nên chọn cặp chất nào đơn giản có ít phản ứng oxi hóa - khử nhất để đơn giản việc tính toán**.**

3. Trong quá trình tính toán theo phương pháp quy đổi đôi khi ta gặp số âm đó là do sự bù trừ khối lượng các chất trong hỗn hợp. Trong trường hợp này ta vẫn tính toán bình thường và kết quả cuối cùng vẫn thỏa mãn.

4. Khi quy đổi hỗn hợp X về một chất Fe_xO_y thì oxide Fe_xO_y tìm được chỉ là oxide giả định không có thực.

Ví dụ 1: Cho 9,916 lít hỗn hợp *2* khí H_2 và CO (đkc) đi qua ống sứ đựng 0,2 mol Al_2O_3 và 0,3 mol CuO nung nóng đến phản ứng hoàn toàn thu được chất rắn X. X phản ứng vừa đủ trong 0,5 lít dung dịch HNO_3 có nồng độ a M (sản phẩm khử là khí NO duy nhất). Giá trị của a là

A. 3,67. **B**. 2,80. **C**. 4,00. **D**. 2,00.

Giải

Quy hỗn hợp khí về H_2: 0,4 (mol)

$$CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$$

$$0,3 \rightarrow 0,3 \rightarrow 0,3$$

$$3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$$

$$0,3 \rightarrow 0,8$$

$$Al_2O_3 + 6HNO_3 \rightarrow 2Al(NO_3)_3 + 3H_2O$$

$$0,2 \rightarrow 1,2$$

$$\Rightarrow a = \frac{1,2 + 0,8}{0,5} = 4M \Rightarrow \text{ Đáp án C}$$

Ví dụ 2: Nung 8,4 gam Fe trong không khí, sau phản ứng thu được m gam chất rắn X gồm Fe, Fe_2O_3, Fe_3O_4 và FeO. Hòa tan m gam hỗn hợp X vào dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng (dư), thu được 1,2395 lít SO_2 (đkc). Giá trị của m là

A.11,2 gam **B.** 10,2 gam **C.** 7,2 gam **D.** 6,9 gam

Giải

• Quy hỗn hợp X về hai chất FeO, Fe_2O_3

$$2FeO + 4H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + SO_2\uparrow + 4H_2O$$

$$0,1 \leftarrow 0,05$$

Áp dụng ĐLBT nguyên tố:

$$n_{Fe_2O_3} = \frac{1}{2}(n_{Fe} - n_{FeO}) = \frac{1}{2}\left(\frac{8,4}{56} - 0,1\right) = 0,025 mol$$

$$\Rightarrow m = 160.0,025 + 72.0,1 = 11,2 gam \Rightarrow$$ Đáp án A

• Quy hỗn hợp X về hai chất Fe, Fe_2O_3:

$$2Fe + 6H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 3SO_2\uparrow + 6H_2O$$

$$0,1/3 \quad \leftarrow \quad 0,05$$

$\Rightarrow$ Áp dụng ĐLBT nguyên tố:

$$n_{Fe_2O_3} = \frac{1}{2}(n_{Fe} - n_{Fe(X)}) = \frac{1}{2}\left(\frac{8,4}{56} - 0,1/3\right) = \frac{0,35}{6} mol$$

$$\Rightarrow m = 160.\frac{0,35}{6} + 56 \cdot \frac{0,1}{3} = 11,2 gam \Rightarrow$$ Đáp án A

• Quy hỗn hợp X về một chất Fe_xO_y

$$2Fe_xO_y + (6x-2y)H_2SO_4 \rightarrow xFe_2(SO_4)_3 + (3x-2y)SO_2\uparrow + (6x-2y)H_2O$$

$$0,1/(3x-2y) \quad \leftarrow \quad 0,05$$

$$\Rightarrow n_{Fe} = 0,15 = 0,1x/(3x-2y) \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{6}{7}(Fe_6O_7)$$

$$\Rightarrow m = 448 \cdot \frac{0,1}{3.6 - 2.7} = 11,2 gam \Rightarrow$$ Đáp án A

***Chú ý*:** Vẫn có thể quy hỗn hợp X về hai chất (FeO và Fe_3O_4) hoặc (Fe và FeO) hoặc (Fe_3O_4 và Fe) nhưng việc tính toán sẽ trở nên phức tạp hơn.

BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Câu 1. Cân bằng các phương trình phản ứng sau theo phương pháp thăng bằng electron.
Với mỗi phản ứng cho biết chất oxi hoá, chất khử, sự oxi hoá và sự khử?

a) $KMnO_4 + KNO_2 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + KNO_3 + K_2SO_4 + H_2O$

b) $NaCrO_2 + Br_2 + NaOH \rightarrow Na_2CrO_4 + NaBr + H_2O$

c) $KMnO_4 + K_2SO_3 + H_2O \rightarrow MnO_2 + K_2SO_4 + KOH$

d) Cu + H_2SO_4 đặc $\xrightarrow{t^o} CuSO_4 + SO_2\uparrow + H_2O$

e) $Al + HNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + N_2O\uparrow + H_2O$

f) $Na_2SO_3 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow Na_2SO_4 + MnO_2\downarrow + KOH$

g) $FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$

h) $Fe_3O_4 + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO\uparrow + H_2O$

i) $Fe + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + N_xO_y + H_2O$

k) $Fe_3O_4 + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + N_xO_y + H_2O$

l) $Fe_xO_y + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO\uparrow + H_2O$

m) $M_xO_y + HNO_3 \rightarrow M(NO_3)_n + NO\uparrow + H_2O$

n) $Fe_xO_y + CO \rightarrow Fe_nO_m + CO_2$

o) $FeS_2 + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + H_2SO_4 + NO + H_2O$

p) $Cu_2S + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + H_2SO_4 + NO\uparrow + H_2O$

x) $As_2S_3 + KClO_3 \rightarrow H_3AsO_4 + H_2SO_4 + KCl$

s) $H_2S + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow S\downarrow + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

Câu 2. Hoàn thành và cân bằng các phản ứng sau bằng phương pháp ion – electron:

a) $KMnO_4 + NaNO_2 + H_2SO_4 \rightarrow$

b) $Cr_2O_3 + O_2 + NaOH \rightarrow$

c) $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow$

d) $NaCrO_2 + O_2 + NaOH \rightarrow$

e) $Cr(OH)_3 + Br_2 + NaOH \rightarrow$

f) $K_2Cr_2O_7 + 6KI + 7H_2SO_4 \rightarrow$

g) $CuS + HNO_3$ đặc $\rightarrow$

i) $FeS_2 + HNO_3$ loãng $\rightarrow$

k) $KMnO_4 + FeSO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$

Câu 3. Hoàn thành và cân bằng các phản ứng sau theo phương pháp thăng bằng electron:

a) $Al + HNO_3 \rightarrow$

b) $H_2S + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$

c) $Fe + HNO_3 \rightarrow$

d) $FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow$

Câu 4. Để m gam bột Fe trong không khí sau một thời gian thu được chất rắn A nặng 12 gam gồm Fe, FeO, Fe_2O_3, Fe_3O_4. Hoà tan hoàn toàn A bằng dung dịch HNO_3 loãng dư thấy có 2,479 lít khí NO duy nhất sinh ra (đkc) và thu được dung dịch chỉ chứa muối Fe duy nhất.

a) Viết các phương trình phản ứng xảy ra

b) Tính m

c) Hỗn hợp X gồm Fe và Cu có khối lượng 6 gam. Tỉ lệ khối lượng giữa Fe và Cu là 7: 8. Cho X vào 1 lượng dung dịch HNO_3 khuấy đều cho phản ứng xảy ra hoàn toàn thì được một phần chất rắn Y nặng 4,32 gam, dung dịch muối iron và khí NO. Tính lượng muối iron tạo thành trong dung dịch.

Câu 5. Hỗn hợp X gồm FeS_2 và MS có Số mol như nhau, M là kim loại có hoá trị II không đổi. Cho 5,208 gam X tác dụng hoàn toàn với lượng dư dung dịch HNO_3 đun nóng, thu được dung dịch A_1 và 11,700 lít hỗn hợp khí A_2 (đkc) có khối lượng 21,072 gam gồm NO_2 và NO. Thêm một lượng dư dung dịch $BaCl_2$ loãng vào A thấy tạo thành m gam chất kết tủa trong dung dịch dư acid trên.

a) Cho biết tên kim loại M

b) Tính giá trị của m_1

Câu 6. Để xác định hàm lượng oxygen tan trong nước người ta lấy 100,00 ml nước rồi cho ngay $MnSO_4$ (dư) và NaOH vào nước. Sau khi lắc kĩ (không cho tiếp xúc với không khí) $Mn(OH)_2$ bị oxygen oxi hoá thành $MnO(OH)_2$.Thêm acid (dư), khi ấy $MnO(OH)_2$ bị Mn^{3+} khử thành Mn. Cho KI (dư) vào hỗn hợp, Mn^{3+} oxi hoá I^- thành I_3^- . Chuẩn độ I_3^- hết 10,50 ml Na_2S_2O, $9,800.10^{-3}$ M.

a) Viết các phương trình ion của các phản ứng đã xảy ra trong thí nghiệm.

b) Tính hàm lượng (mg/l) của oxygen tan trong nước**.**

Câu 7. Nhúng hai tấm zinc, mỗi tấm có khối lượng 10 gam vào hai dung dịch muối kim loại hoá trị II. Sau một thời gian xác định, lấy hai tấm zinc ra khỏi dung dịch, rửa sạch, làm khô rồi cân lại. Kết quả cho thấy một tấm có khối lượng 9,55 gam, tấm kia có khối lượng 17,1 gam. Cho biết: Một trong hai dung dịch muối kim loại hoá trị II là muối iron (II); lượng zinc tham gia phản ứng ở hai dung dịch là như nhau. a) Giải thích hiện tượng xảy ra ở mỗi dung dịch.

b) Cho biết kim loại nào tham gia vào thành phần dung dịch muối thứ hai.

(Đề thi HSGQG năm 2005 - 2006)

Câu 8. Hoà tan 7,20 gam iron cục chứa Fe_2O_3 vào một lượng rất dư dung dịch H_2SO_4 loãng rồi thêm nước cất đến thể tích đúng 500 ml. Lấy 25 ml dung dịch đó rồi thêm dần 12,50 ml dung dịch $KMnO_4$ 0,096 M thì xuất hiện màu hồng tím trong dung dịch.

a) Xác định hàm lượng (phần trăm về khối lượng) của Fe tinh khiết trong iron cục.

b) Nếu lấy cùng một khối lượng iron cục có cùng hàm lượng của Fe tinh khiết nhưng chứa tạp chất FeO và làm lại thí nghiệm giống như trên thì lượng dung dịch $KMnO_4$ 0,096 M cần dùng là bao nhiêu?

Câu 9. Hỗn hợp bột A gồm 3 kim loại Mg, Zn, A1. Khi hoà tan hết 7,5 gam A vào 1 lít dung dịch HNO_3 thu được 1 lít dung dịch B và hỗn hợp khí D gồm NO và N_2O. Thu khí D vào bình dung tích 3,2 lít có chứa sẵn N_2 ở 0^0C và 0,23 atm thì nhiệt độ trong bình tăng lên đến *27*,3^{0}C, áp suất tăng lên đến 1,10 atm, khối lượng bình tăng thêm 3,72 gam. Nếu cho 7,5 gam A vào dung dịch KOH dư thì sau khi kết thúc phản ứng khối lượng dung dịch tăng thêm 5,82 gam. Tính thành phần phần trăm khối lượng mỗi kim loại trong A..

Câu 10. Hỗn hợp X gồm 2 kim loại Al và Cu. Cho 18,2 gam X vào 100 ml dung dịch Y chứa H_2SO_4 12M và HNO_3 2M, đun nóng tạo ra dung dịch Z và 9,916 lít (đkc) hỗn hợp T gồm NO và khí D không màu. Hỗn hợp Y có tỉ khối so với hydrogen là 23,5. Tính khối lượng mỗi kim loại trong hỗn hợp đầu và tổng khối lượng muối trong dung dịch *Z*.

Câu 11. Hòa tan a gam hỗn hợp Cu và Fe (trong đó Fe chiếm 30% về khối lượng) bằng 50 mL dung dịch $HNO_3$63% (d = 1,38 g/mL), khuấy đều cho tới phản ứng hoàn toàn thu được chất rắn A cân nặng 0,*75*a gam, dung dịch B và 6,7553 lít hỗn hợp khí NO và NO_2 (đkc). Hỏi cô cạn dung dịch B thu được bao nhiêu gam muối khan?

Câu 12. X, Y là kim loại đơn hóa trị II và III. Hòa tan hết 14,0 gam hỗn hợp X,Y bằng acid HNO_3 thoát ra 14,784 lít (27,3^{0}C và 1,1atm) hỗn hợp 2 khí oxide có màu nâu và có tỉ khối so với He = 9,56, dung dịch nhận được chỉ chứa nitrate kim loại. Cùng lượng hỗn hợp 2 kim loại trên cho tác dụng với acid HCl dư thì cũng thoát ra 14,784 lít khí (*27,3*^{0}C và 1atm) và còn lại 3,2 gam chất rắn không tan.

Xác định X, Y và tính % lượng mỗi kim loại trong hỗn hợp đầu.

Câu 13. Cho 21,52 gam hỗn hợp A gồm kim loại X đơn hóa trị II và muối nitrate của nó vào bình kín dung tích không đổi 3 lít (không chứa không khí) rồi nung bình đến nhiệt độ cao để phản ứng xảy ra hoàn toàn, sản phẩm thu được là oxide kim loại. Sau phản ứng đưa bình về 54,*6*^{0}C thì áp suất trong bình là P. Chia đôi chất rắn trong bình sau phản ứng: phần 1 phản ứng vừa đủ với 6*67* ml dung dịch HNO_3 nồng độ 0,38M thoát ra khí NO duy nhất và dung dịch chỉ chứa nitrate kim loại. Phần *2* phản ứng vừa hết với 300 ml dung dịch H_2SO_4 loãng 0,2M thu được dung dịch B.

a) Xác định kim loại X và tính % lượng mỗi chất trong A.

b) Tính P.

Câu 14. Hòa tan hoàn toàn 2,52 gam hỗn hợp Mg và Al bằng dung dịch HCl thu được 2,9748 lít hydrogen (đkc). Cũng lượng hỗn hợp này nếu hòa tan hoàn toàn bằng H_2SO_4 đặc nóng thì thu được 0,03 mol một sản phẩm duy nhất hình thành do sự khử $\overset{+6}{S}$.

a) Xác định sản phẩm duy nhất nói trên.

b) Nếu hòa tan hoàn toàn cũng lượng hỗn hợp trên bằng dung dịch HNO_3 10,5% (d =1,2 g/ml) thì thu được 0,03 mol một sản phẩm duy nhất hình thành do sự khử $\overset{0}{N}$. Tính thể tích tối thiểu dung dịch HNO_3 đã dùng.

Câu 15. Một miếng Mg bị oxi hóa một phần được chia làm 2 phần bằng nhau:

- Phần 1 cho hòa tan hết trong dung dịch HCl thì thoát ra 3,136 lít khí. Cô cạn dung dịch thu được 14,25 gam chất rắn A.
- Phần 2 cho hòa tan hết trong dung dịch HNO_3 thì thoát ra 0,448 lít khí X nguyên chất. Cô cạn dung dịch thu được *23* gam chất rắn B.

a) Tính % số mol Mg đã bị oxi hóa.(các thể tích khí đều đo ở đkc)

b) Xác định khí X.

Câu 16. Cho 23,52 gam hỗn hợp 3 kim loại Mg, Fe, Cu vào 200 ml dung dịch HNO_3 3,4M khuấy đều thấy thoát ra một khí duy nhất hơi nặng hơn không khí, trong dung dịch còn dư một kim loại chưa tan hết, đổ tiếp từ từ dung dịch H_2SO_4 5M vào, chất khí trên lại thoát ra cho đến khi kim loại vừa tan hết thì mất đúng 44 ml, thu được dung dịch A. Lấy 1/2 dung dịch A, cho dung dịch NaOH cho đến dư vào, lọc kết tủa, rửa rồi nung ngoài không khí đến khối lượng không đổi thu được chất rắn B nặng 15,6 gam. Tính % số mol mỗi kim loại trong hỗn hợp.

Câu 17. Cho từ từ khí CO qua ống chứa 6,4 gam CuO đun nóng. Khi ra khỏi ống được hấp thụ hoàn toàn bằng 150 ml nước vôi trong nồng độ 0,1M thấy tách ra 1,0 gam kết tủa trắng, đun sôi phần nước lọc lại thấy có vẩn đục. Chất rắn còn lại trong ống được cho vào 500 ml dung dịch HNO_3 0,32M thoát ra V_1 lít khí NO. Nếu thêm 760 ml dung dịch HCl 1,333M vào dung dịch sau phản ứng thì lại thoát ra thêm V_2 lít khí NO nữa. Nếu tiếp tục thêm 24 gam Mg thì thấy thoát ra V_3 lít khí hỗn hợp khí N_2 và H_2, lọc dung dịch cuối cùng thu được chất rắn X.

a) Tính V_1, V_2,V_3 (đkc).

b) Tính thành phần X (giả thiết các phản ứng xảy ra hoàn toàn).

Câu 18. Hòa tan 17,4 gam hỗn hợp 3 kim loại Al, Cu, Fe trong dung dịch HCl dư thấy thoát ra 9,916 lít khí (đkc). Nếu cho 34,8 gam hỗn hợp trên tác dụng với dung dịch $CuSO_4$ dư rồi lọc chất rắn tạo ra hòa tan bằng HNO_3 thì thoát ra 29,748 lít hỗn hợp khí (đktc) có tỉ khối so với oxygen bằng 1,271. Viết các phương trình phản ứng và tính khối lượng mỗi kim loại trong 17,4 gam hỗn hợp ban đầu.

Câu 19. Trộn CuO với một oxit kim loại đơn hóa trị II theo tỉ lệ mol 1:2 được hỗn hợp A. Dẫn một luồng khí H_2 dư đi qua 3,6 gam A nung nóng thu được hỗn hợp B. Để hòa tan hết B cần 60 ml dung dịch HNO_3 nồng độ 2,5M và thu được V lít khí NO duy nhất (đkc) và dung dịch chỉ chứa nitrate kim loại. Xác định kim loại hóa trị II nói trên và tính V.

HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TỰ LUYỆN

a)

$$\overset{+7}{KMnO_4} + \overset{+3}{KNO_2} + H_2SO_4 \rightarrow \overset{+2}{MnSO_4} + \overset{+5}{KNO_3} + K_2SO_4 + H_2O$$

(oxi hoá) (khử)

2x	$\overset{+7}{Mn} + 5e \rightarrow \overset{+2}{Mn}$: Sự khử
5x	$\overset{+3}{N} \rightarrow \overset{+5}{N} + 2e$: Sự oxi hoá

$$2KMnO_4 + 5KNO_2 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + 5KNO_3 + K_2SO_4 + 3H_2O$$

b)

$$\overset{+3}{NaCrO_2} + \overset{0}{3Br_2} + NaOH \rightarrow \overset{+6}{Na_2CrO_4} + \overset{-1}{6NaBr} + H_2O$$

(khử) (oxi hoá)

3x	$Br_2 + 2e \rightarrow 2Br$: Sự khử
2x	$\overset{+3}{Cr} \rightarrow \overset{+6}{Cr} + 3e$: Sự oxi hoá

$$2NaCrO_2 + 3Br_2 + 8NaOH \rightarrow 2Na_2CrO_4 + 6NaBr + 4H_2O$$

c)

$$\overset{+7}{KMnO_4} + \overset{+4}{K_2SO_3} + H_2O \rightarrow \overset{+4}{MnO_2} + \overset{+6}{K_2SO_4} + KOH$$

(oxi hoá) (khử)

2x | $Mn + 3e \rightarrow Mn$ (+4 → +6) : Sự khử

3x | $S \rightarrow S + 2e$: Sự oxi hoá

$2KMnO_4 + 3K_2SO_3 + H_2O \rightarrow 2MnO_2 + 3K_2SO_4 + 2KOH$

0 +6 +2 +4

d) Cu + H_2SO_4 đặc $\xrightarrow{t^o} CuSO_4 + SO_2\uparrow + H_2O$

(khử) (oxi hoá)

1x | $Cu \rightarrow Cu + 2e$ (0 → +2) : Sự oxi hoá

1x | $S + 2e \rightarrow S$ (+6 → +4) : Sự khử

$Cu + H_2SO_4$ đặc $\xrightarrow{t^o} CuSO_4 + SO_2\uparrow + H_2O$

0 +5 +3 +1

e) $Al + HNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + N_2O\uparrow + H_2O$

(khử) (oxi hoá).

3x | $2N + 8e \rightarrow 2N$ (+5 → +1) : Sự khử

8x | $Al \rightarrow Al + 3e$ (0 → +3) : Sự oxi hoá

$8Al - 30HNO_3 \rightarrow 8Al(NO_3)_3 + 3N_2O\uparrow + 15H_2O$

+4 +7 +6 + 4

f) $Na_2SO_3 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow Na_2SO_4 + MnO_2\downarrow + KOH$

(khử) (oxi hoá)

3x | $S \rightarrow S + 2e$ (+4 → +6) : Sự oxi hoá

2x | $Mn + 3e \rightarrow Mn$ (+7 → +4) : Sự khử

$3Na_2SO_3 + 2KMnO_4 + H_2O \rightarrow 3Na_2SO_4 + 2MnO_2\downarrow + 2KOH$

+2 +6 +3 +3

g) $FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$

(khử) **(oxi hoá)**

3x | $2Fe \rightarrow 2Fe + 2e$ (+2 → +3) : Sự oxi hoá

1x | $2Cr + 6e \rightarrow 2Cr$ (+6 → +3) : Sự khử

$6FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 7H_2O$

+8/3 +5 +3 +2

h) $Fe_3O_4 + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO\uparrow + H_2O$

(khử) (oxi hoá)

	+8/3 +3	
3x	$3Fe \rightarrow 3Fe + 1e$	: Sự oxi hoá
	+5 +2	
1x	$N + 3e \rightarrow N$	: Sự khử

$3Fe_3O_4 + 28HNO_3 \rightarrow 9Fe(NO_3)_3 + NO\uparrow + 14H_2O$

0 +5 +3 +2y/x

i) $Fe + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + N_xO_y + H_2O$

(khử) (oxi hoá)

	0 +3	
$(5x-2y)x$	$Fe \rightarrow Fe + 3e$	: Sự oxi hoá
	+5 +2y/x	
$3x$	$xN + (5x-2y)e \rightarrow xN$	: Sự khử

$(5x-2y)Fe + (18x-6y)HNO_3 \rightarrow (5x-2y)Fe(NO_3)_3 + 3N_xO_y + (9x-3y)H_2O$

+8/3 +5 +3 +2y/x

k) $Fe_3O_4 + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + N_xO_y + H_2O$

	+8/3 +3	
$(5x-2y)x$	$3Fe \rightarrow 3Fe + 1e$	
	+5 +2y/x	
$1x$	$xN + (5x-2y)e \rightarrow xN$	

$(5x-2y)Fe_3O_4 + (46x-6y)HNO_3 \rightarrow$

$3(5x-2y)Fe(NO_3)_3 + N_xO_y + (23x-3y)H_2O$

+2y/x +5 +3 +2

l) $Fe_xO_y + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO\uparrow + H_2O$

(khử) (oxi hoá) .

	+2y/x +3	
$3x$	$xFe \rightarrow xFe + (3x-2y)e$	: Sự oxi hoá
	+5 +2	
$(3x-2y)x$	$N + 3e \rightarrow N$	: Sự khử

$3Fe_xO_y + (12x-2y)HNO_3 \rightarrow 3xFe(NO_3)_3 + (3x-2y)NO\uparrow + (6x-y)H_2O$

+2y/x +5 +n +2

m) $M_xO_y + HNO_3 \rightarrow M(NO_3)_n + NO + H_2O$

(khử) **(oxi hoá)**

	+2y/x +n	
$3x$	$xM \rightarrow xM + (nx-2y)e$	: Sự oxi hoá
	+5 +2	
$(nx-2y)x$	$N + 3e \rightarrow N$	: Sự khử

$3M_xO_y + (4nx-2y)HNO_3 \rightarrow 3xM(NO_3)_n + (nx-2y)NO\uparrow + (2nx-y)H_2O$

+2y/x +2 +2m/x +4

n) $Fe_xO_y + CO \rightarrow Fe_nO_m + CO_2$

(oxi hoá) (khử)

2y/x +2m/n

1x	$nxFe \rightarrow 2(ny-mx) \rightarrow nxFe$	: Sự khử
(ny - mx)x	+2 +4 $C \rightarrow C + 2e$	: Sự oxi hóa

$nFe_xO_y + (ny-mx)CO \rightarrow xFe_nO_m + (ny-mx)CO_2$

+2-1 +5 +3 +6 +2

o) $FeS_2 + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + H_2SO_4 + NO\uparrow + H_2O$

(khử) (oxi hoá)

+2-1 +3 +6

1x	$FeS_2 \rightarrow Fe + 2S + 15e$	: Sự oxi hóa
5x	+5 +2 $N + 3e \rightarrow N$	: Sự khử

$FeS_2 + 8HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + 2H_2SO_4 + 5NO\uparrow + 2H_2O$

+1 -2 +5 +2 +6 +2

p) $Cu_2S + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + H_2SO_4 + NO\uparrow + H_2O$

(khử) (oxi hoá)

+2-1 +2 +6

3x	$Cu_2S \rightarrow 2Cu + S + 10e$	: Sự oxi hóa
10x	+5 +2 $N + 3e \rightarrow N$	: Sự khử

$3Cu_2S + 22HNO_3 \rightarrow 6Cu(NO_3)_2 + 3H_2SO_4 + 10NO\uparrow + 8H_2O$

+3 -2 +5 +5 +6 -1

x) $As_2S_3 + KClO_3 + H_2O \rightarrow H_3AsO_4 + H_2SO_4 + KCl$

(khử) (oxi hoá)

+3 -2 +5 +6

3x	$As_2S_3 \rightarrow 2As + 3S + 28e$	: Sự oxi hóa
14x	+5 -1 $Cl + 6e \rightarrow Cl$	: Sự khử

$3As_2S_3 + 14KClO_3 + 18H_2O \rightarrow 6H_3AsO_4 + 9H_2SO_4 + 14KCl$

-2 +7 0 +2

s) $H_2S + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow S\downarrow + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

(khử) (oxi hoá)

-2 0

5x	$S \rightarrow S + 2e$:	: Sự oxi hoá
2x	+7 +2 $Mn + 5e \rightarrow Mn$	: Sự khử

$5H_2S + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5S\downarrow + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$

2.

+7 +3 +5

a) $MnO_4^- + NO_2^- + H^+ \rightarrow NO_3^- + Mn^{2+} + H_2O$

2x | $MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

5x | $NO_2^- + H_2O \rightarrow NO_3^- + 2H^+ + 2e$

$2MnO_4^- + 5NO_2^- + 6H^+ \rightarrow 5NO_3^- + 2Mn^{2+} + 3H_2O$

$\Rightarrow$ Phương trình phân tử:

$2KMnO_4 + 5NaNO_2 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5NaNO_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O$

-3 0 +6 -2

b) $Cr_2O_3 + O_2 + OH^- \rightarrow CrO_4^{2-} + H_2O$

2x | $Cr_2O_3 + 10OH^- \rightarrow 2CrO_4^{2-} + 5H_2O + 6e$

3x | $O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$

$2Cr_2O_3 + 8OH^- + 3O_2 \rightarrow 4CrO_4^{2-} + 4H_2O$

$\Rightarrow$ Phương trình phân tử:

$2Cr_2O_3 + 8NaOH + 3O_2 \rightarrow 4Na_2CrO_4 + 4H_2O$

-2 +6

c) $FeO + Cr_2O_7^{2-} + H^+ \rightarrow Fe^{3+} + Cr^{3+} + H_2O$

6x | $FeO + 2H^+ \rightarrow Fe^{3+} + H_2O + 1e$

1x | $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$

$6FeO + Cr_2O_7^{2-} + 26H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 6Fe^{3+} + 13H_2O$

$\Rightarrow$ Phương trình phân tử:

$6FeO + K_2Cr_2O_7 + 13H_2SO_4 \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 13H_2O$

+3 0 +6 -2

d) $CrO_2^- + O_2 + OH^- \rightarrow CrO_4^{2-} + H_2O$

4x | $CrO_2^- + 4OH^- \rightarrow CrO_4^{2-} + 2H_2O + 3e$

3x | $O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$

$4CrO_2^- + 3O_2 + 4OH^- \rightarrow 4CrO_4^{2-} + 2H_2O$

$\Rightarrow$ Phương trình phân tử:

$4NaCrO_2 + 3O_2 + 4NaOH \rightarrow 4Na_2CrO_4 + 2H_2O$

+3 0 +6 -1

e) $Cr(OH)_3 + Br_2 + OH^- \rightarrow CrO_4^{2-} + Br^- + H_2O$

2x | $Cr(OH)_3 + 5OH^- \rightarrow CrO_4^{2-} + 4H_2O + 3e$

3x | $Br_2 + 2e \rightarrow 2Br^-$

$2Cr(OH)_3 + 3Br_2 + 10OH^- \rightarrow 2CrO_4^{2-} + 6Br^- + 8H_2O$

$\Rightarrow$ Phương trình phân tử:

$2Cr(OH)_3 + 3Br_2 + 10NaOH \rightarrow 2Na_2CrO_4 + 6NaBr + 8H_2O$

f) $Cr_2O_7^{2-} + I^- + H^+ \rightarrow Cr^{3+} + I_2 + H_2O$

1x | $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$

3x | $2I^- \rightarrow I_2 + 2e$

$Cr_2O_7^{2-} + 6I^- + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 3I_2 + 7H_2O$

$\Rightarrow$ Phương trình phân tử:

$K_2Cr_2O_7 + 6KI + 7H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 4K_2SO_4 + 3I_2 + 7H_2O$

g) $CuS + H^+ + NO_3^- \rightarrow Cu^{2+} + SO_4^{2-} + NO_2\uparrow + H_2O$

1x | $CuS + 4H_2O \rightarrow Cu^{2+} + SO_4^{2-} + 8H^+ + 8e$

8x | $NO_3^- + 2H^+ + 1e \rightarrow NO_2 + H_2O$

$CuS + 8H^+ + 8NO_3^- \rightarrow Cu^{2+} + SO_4^{2-} + 8NO_2\uparrow + 4H_2O$

$\Rightarrow$ Phương trình phân tử:

$CuS + 8HNO_3$ đặc $\rightarrow CuSO_4 + 8NO_2\uparrow + 4H_2O$

Nếu acid dư thì có thể có phương trình phân tử: đặc

$CuS + 10HNO_3$ đặc $\rightarrow Cu(NO_3)_2 + H_2SO_4 + 8NO_2\uparrow + 4H_2O$

i) $FeS_2 + H^+ + NO_3^- \rightarrow Fe^{3+} + SO_4^{2-} + NO\uparrow + H_2O$

1x | $FeS_2 + 8H_2O \rightarrow Fe^{3+} + 2SO_4^{2-} + 16H^+ + 15e$

5x | $NO_3^- + 4H^+ + 3e \rightarrow NO + 2H_2O$

$FeS_2 + 5NO_3^- + 4H^+ \rightarrow Fe^{3+} + 2SO_4^{2-} + 5NO\uparrow + 2H_2O$

$\Rightarrow$ Phương trình phân tử:

$FeS_2 + 8HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + 2H_2SO_4 + 5NO\uparrow + 2H_2O$

k) $MnO_4^- + Fe^{2+} + H^+ \rightarrow Mn^{2+} + Fe^{3+} + H_2O$

1x | $MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

5x | $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + 1e$

$MnO_4^- + 5Fe^{2+} + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 5Fe^{3+} + 4H_2O$

$\Rightarrow$ Phương trình phân tử:

$2KMnO_4 + 10FeSO_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$

3. a)

$\overset{0}{Al} + \overset{+5}{HNO_3} \rightarrow \overset{+3}{Al(NO_3)_3} + \overset{0}{N_2} + H_2O$

10x | $Al^0 \rightarrow Al^{3+} + 3e$

3x | $2N^{+5} + 10e \rightarrow N_2^0$

$10Al + 36HNO_3 \rightarrow 10Al(NO_3)_3 + 3N_2 + 18H_2O$

b)

$\overset{-2}{H_2S} + \overset{+7}{KMnO_4} + H_2SO_4 \rightarrow \overset{0}{S}\downarrow + \overset{+2}{MnSO_4} + K_2SO_4 + H_2O$

2x | $Mn^{+7} + 5e \rightarrow Mn^{2+}$

5x | $S^{-2} \rightarrow S^0 + 2e$

$5H_2S + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5S\downarrow + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 5H_2O$

c)

0 +5 +3 +2y/x

$Fe + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + N_xO_y + H_2O$

(5x – 2y)x | $Fe^0 \rightarrow Fe^{+3} + 3e$

3x | $xN^{+5} + (5x-2y)e \rightarrow xN^{+2y/x}$

$(5x-2y)Fe + (18x-6y)HNO_3 \rightarrow (5x-2y)Fe(NO_3)_3 + 3N_xO_y + (9x-3y)H_2O$

d)

+2 +6 +3 +3

$FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$

3x | $2Fe^{+2} \rightarrow 2Fe^{+3} + 2e$

1x | $2Cr^{+6} + 2.3e \rightarrow 2Cr^{+3}$

$6FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O$

4.

a) Các phương trình phản ứng

$2Fe + O_2 \rightarrow 2FeO$

$3Fe + 2O_2 \rightarrow Fe_3O_4$

$4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$

- A + HNO_3 :

$Fe + 4HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO\uparrow + 2H_2O$

$3FeO + 10HNO_3 \rightarrow 3Fe(NO_3)_3 + NO\uparrow + 5H_2O$

$3Fe_3O_4 + 28HNO_3 \rightarrow 9Fe(NO_3)_3 + NO\uparrow + 14H_2O$

$Fe_2O_3 + 6HNO_3 \rightarrow 2Fe(NO_3)_3 + 3H_2O$

b) $m_{O_2} = 12 - m \Rightarrow n_{O_2} = \frac{12-m}{32}; n_{NO} = \frac{2,479}{24,79} = 0,1mol$

$Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e$

$\frac{m}{56} \rightarrow \frac{3m}{56}$

$O_2 + 4e \rightarrow 2O^{-2}$

$\frac{12-m}{32} \rightarrow \frac{12-m}{8}$

$N^{+5} + 3e \rightarrow N^{+2}$

$3.0,1 \leftarrow 0,1$

$\Rightarrow \frac{3m}{56} = \frac{12-m}{8} + 3.0,1 \Rightarrow m = 10,08$ gam

c) $m_{Fe} = \frac{7.6}{15} = 2,8gam; m_{Cu} = 6 - 2,8 = 3,2gam < m_Y = 4,32gam$

$\Rightarrow$ Y gồm Cu (chưa phản ứng) và Fe còn và dung dịch muối iron là $Fe(NO_3)_2$

$\Rightarrow$ m_{Fe} phản ứng = 2,8 - (4,32 - 3,2) = 1,68 gam

$\Rightarrow$ n_{Fe} phản ứng $= \frac{1,68}{56} = 0,03mol$

$3Fe + 8HNO_3 \rightarrow 3Fe(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$

0,03 $\longrightarrow$ 0,03

$\Rightarrow m_{muối} = 0,03.180 = 5,4gam$

5.

a) Đặt $n_{NO} = x mol; n_{NO_2} = y mol$

Ta có hệ: $\begin{cases} x + y = 0,472 \\ 46x + 30y = 21,072 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,432 \text{ mol} \\ y = 0,04 \text{ mol} \end{cases}$

$FeS_2 \rightarrow Fe^{3+} + 2S^{+6} + 15e$ | $N^{+5} + 3e \rightarrow N^{+2}$

a $\rightarrow$ 2a $\rightarrow$ 15a | 3.0,04 $\leftarrow$ 0,04

$MS \rightarrow M^{2+} + S^{+6} + 8e$ | $N^{+5} + e \rightarrow N^{+4}$

a $\rightarrow$ a $\rightarrow$ 8a | 0,432 $\leftarrow$ 0,432

$\Rightarrow 15a + 8a = 3.0,04 + 0,432 \Rightarrow a = 0,024 mol$

$\Rightarrow 120.0,024 + (M + 32).0,024 = 5,208 \Rightarrow M = 65 (Zn)$

b) $n_{SO_4^{2-}} = 3a = 0,072 mol$

$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4 \downarrow$

0.072 $\rightarrow$ 0.072

$\Rightarrow m_1 = 0,072.233 = 16,776 gam$

6. a) Các phương trình phản ứng:

$Mn^{2+} + 2OH^- \rightarrow Mn(OH)_2 \downarrow$

$2Mn(OH)_2 + O_2 \rightarrow 2MnO(OH)_2 \downarrow$ (1)

$MnO(OH)_2 + 4H^+ + Mn^{2+} \rightarrow 2Mn^{3+} + 3H_2O$ (2)

$2Mn^{3+} + 3I^- \rightarrow 2Mn^{2+} + I_3^-$ (3)

$I_3^- + 2S_2O_3^{2-} \rightarrow S_4O_6^{2-} + 3I^-$ (4)

b)

$(1)(2)(3)(4) \Rightarrow n_{O_2} = \frac{1}{2} n_{MnO(OH)_2} = \frac{1}{2} n_{Mn^{3+}} = \frac{1}{4} n_{S_2O_3^{2-}}$

$= \frac{10,50.9,800.10^{-3}}{4} = 0,0257 mmol$

Hàm lượng (mg /1) của oxygen tan trong nước: $\frac{0,0257.32}{0,1} = 8,232 mg/1$

7. a) Khi nhúng tấm Zinc vào dung dịch muối Fe (II):

$Zn + Fe^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Fe$ (1)

Vì $M_{Fe} = 56 gam/mol < M_{Zn} = 65 gam/mol$ nên khối lượng tấm kẽm giảm đi. Khi nhúng tấm zinc vào dung dịch muối thứ hai X^{2+}

$Zn + X^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + X$ (2)

Vì: $M_{Zn} < M_X$ nên khối lượng tấm zinc tăng lên.

b) Gọi x là số mol Zn đã phản ứng, theo (1) ta có:

(10 - 65x) + 56x = 9,55 => x= 0,05 mol

Vì lượng Zn tham gia phản ứng ở *2* trường hợp là như nhau, theo (*2*) ta có:

(10 - 65.0,05) + M_X.0,05 = 17,1 $\Rightarrow M_X = 207$.

Vậy X^{2+} là Pb^{2+} , X là Pb

8.

a) Gọi x là số mol Fe_2O_3 và y là số mol Fe có trong *7*,180 g iron cục.

$Fe_2O_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O$

x → x

$Fe_2(SO_4)_3 + Fe \rightarrow 3FeSO_4$

x → x → 3x

$Fe + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2\uparrow$

(y-x) → (y-x)

Số mol $FeSO_4$ có trong 25 ml dung dịch thu được là

$$\frac{25(2x+y)}{500} = \frac{2x+y}{20} mol$$

$10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$

$$\frac{2x+y}{20} \rightarrow \frac{2x+y}{100}$$

$$\Rightarrow n_{KMnO_4} = \frac{2x+y}{100} = \frac{12,5.0,096}{1000} \Rightarrow 2x+y = 0,12 \quad (1)$$

Mặt khác: 160x + 56y = *7,2* (2)

Giải hệ (1)(2) ta được:

$$\begin{cases} x = 0,01 \text{ mol} \\ y = 0,10 \text{ mol} \end{cases}$$

Hàm lượng iron tinh khiết là

$$\frac{56.0,1.100\%}{7.20} = 77,77\%$$

b) Nếu tạp chất là FeO thì

$$n_{FeO} = \frac{7,2-5,6}{72} = \frac{1}{45} \text{mol}$$

$FeO + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2O$

$$\frac{1}{45} \rightarrow \frac{1}{45}$$

$Fe + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2\uparrow$

0,1 → 0,1

$$\Rightarrow \Sigma n_{FeSO_4} = 0,1 + \frac{1}{45} = \frac{5,5}{45} \text{mol}$$

Số mol $FeSO_4$ có tronng 25 ml dung dịch thu được là

$$\frac{25.5,5}{500.45} = \frac{0.275}{45} \text{mol}$$

$10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$

$$\frac{0,275}{45} \rightarrow \frac{0.55}{450}$$

$$\Rightarrow V_{\text{dung dịch } KMnO_4} = \frac{0,55}{450.0.096} = \frac{11}{864} \text{lit}$$

9. Gọi x, y, z lần lượt là số mol Mg, Zn và Al có trong *7,5* gam hỗn hợp A. Ta có:

24x + 65y + 27*7* = 7,5 (1)

- Phương trình hoà tan:

$3M + 4nHNO_3 \rightarrow 3M(NO_3)_n + nNO\uparrow + 2nH_2O$ (2)

$8M + 10nHNO_3 \rightarrow 8M(NO_3)_n + nN_2O\uparrow + 5nH_2O$ (3)

Với Mg: n = 2, Zn: n = 2, Al: n = 3 (có thể viết từng phản ứng riêng biệt)

- Tính tổng số mol hỗn hợp khí D:

Nếu đưa toàn bộ bình khí (chứa hỗn hợp NO và N_2O) về 0°C thì ở V = const, ta có:

$$\frac{P_1}{T_1}=\frac{P_2}{T_2}\Rightarrow P_1=\frac{P_2\cdot T_1}{T_2}=\frac{1,1(273+0)}{(273+27,3)}=1\text{atm}$$

$$\Rightarrow P_D=P_1-P_{N_2}=1-0,23=0,77\ \text{atm}$$

$$\Rightarrow n_D=\frac{P_D V}{RT_1}=\frac{0,77.3,2}{0,082.273}=0,11\text{mol}$$

Gọi a, b lần lượt là số mol NO và N2O. Ta có hệ:

$$\begin{cases}a+b=0,11\\30a+44b=3,72\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}a=0,08\ \text{mol}\\b=0,03\ \text{mol}\end{cases}$$

$Mg\rightarrow Mg^{2+}+2e$

x → 2x

$Zn\rightarrow Zn^{2+}+2e$

y → 2y

$Al\rightarrow Al^{3+}+3e$

z → 3z

$\Rightarrow 2x+2y+3z=0,48$ (4)

$N^{+5}+3e\rightarrow N^{+2}$

0,24 ← 0,08

$2N^{+5}+8e\rightarrow 2N^{+1}$

0,24 ← 0,06

- Khi cho 7,5 gam A vào dung dịch KOH dư thì Mg không phản ứng.

$$Zn+2KOH+2H_2O\rightarrow K_2[Zn(OH)_4]+H_2\uparrow$$

y → y

$$Al+KOH+3H_2O\rightarrow K[Al(OH)_4]+\frac{3}{2}H_2\uparrow$$

z → 1,5z

⇒ Độ giảm khối lượng dung dịch:

(65 - 2)y + (27 - 1,5)z = 5,82 (5)

Giải hệ (1)(4)(5) ta được: $\begin{cases}x=0,06\ \text{mol}\\y=0,06\ \text{mol}\\z=0,08\ \text{mol}\end{cases}$

Thành phần khối lượng của mỗi kim loại trong A:

$$\%Mg=\frac{24.0,06}{7,5}.100\%=19,2\%$$

$$\%Zn=\frac{65.0,06}{7,5}\cdot 100\%=52,0\%$$

$$\Rightarrow \%Al=100\%-(19,2+52)\%=28,8\%$$

10. M = 23,5.2=47 gam /mol = M_{NO} = 30 gam/mol < 47 < M_D

⇒ D là SO_2 (M = 64)

Vì $\frac{64+30}{2}=47$ nên $n_{NO}=n_{SO_2}=0,2\text{mol}$

$Al\rightarrow Al^{3+}+3e$

$x\rightarrow x\rightarrow 3x$

$Cu\rightarrow Cu^{2+}+2e$

y → y → 2y

$4H^{+}+NO_3^{-}+3e\rightarrow NO+2H_2O$

0,2 ← 0,6 ← 0,2

$2H^{+}+SO_4^{2-}+2e\rightarrow SO_2+H_2O$

0,4 ← 0,4 ← 0,2

Ta có hệ: $\begin{cases} 3x+2y=1 \\ 27x+64y=18,2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x=0,2mol \\ y=0,2mol \end{cases}$

Khối lượng mỗi kim loại trong hỗn hợp ban đầu là

$m_{Al} = 27.0,2 = 5,4gam$

$m_{Cu} = 64.0,2 = 12,8gam$

Vì $n_{NO_3^-}$ phản ứng = n_{NO} = 0,2 mol = $n_{NO_3^-}$ ban đầu nên muối tạo thành chỉ là muối sulfate..

$m_{muối} = m_{Al_2(SO_4)_3} + m_{CuSO_4}$ = 342. 0,1 + 160. 0,2 = 66,2 gam

11. Phần hỗn hợp tan = 0,25a gam < 0,3a gam nên Fe còn dư và Cu chưa phản ứng

Các phản ứng: $Fe + 4HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO\uparrow + 2H_2O$

$Fe + 6HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + 3NO_2\uparrow + 3H_2O$

Do Fe dư nên còn các phản ứng:

$Fe + 2Fe(NO_3)_3 \rightarrow 3Fe(NO_3)_2$

Tức là trong dung dịch B chỉ có $Fe(NO_3)_2$

Và lượng muối = lượng Fe + lượng NO_3

Mà số mol NO_3^- còn lại trong B = tổng số mol NO_3^- - số mol khí

= 0,69 - 0,2725 = 0,4175 mol

Vậy lượng muối khan $= \frac{0,4175}{2}.180 = 37,575$ gam

• 14,0 gam + HNO_3: Khí màu nâu là NO_2 (M = 46).

$\overline{M}_{khí}$ = 4.9,56 = 38,24 gam/mol < 46 ⇒ Khí còn lại phải là NO (M = 30)

Gọi a, b lần lượt là số mol NO và NO_2. Ta có hệ:

$$\begin{cases} 30a+46b=0,66.38,24 \\ a+b=\frac{PV}{RT}=\frac{14,784.1,1}{0,082(273+27,3)}=0,66 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a=0,32\ mol \\ b=0,34\ mol \end{cases}$$

Gọi x, y lần lượt là số mol của X, Y có trong 14 gam hỗn hợp. Ta có:

$xM_X + yM_Y = 14$ (1)

$X \rightarrow X^{2+} + 2e$ | $N^{+5} + 1e \rightarrow N^{+4}$

x → 2x | 0,34 ← 0,34

$Y \rightarrow Y^{3+} + 3e$ | 0,96 ← 0,32

⇒ $2x+3y=0,34+0,96=1,3$ (2)

• 14,0 gam + HCl dư:

$X + 2HCl \rightarrow XCl_2 + H_2\uparrow$ (3)

Hoặc: $2Y + 6HCl \rightarrow 2YCl_3 + 3H_2\uparrow$ (4)

Biện luận:

* Nếu kim loại Y không tan trong acid HCl

(3) ⇒ x = n_{H_2} = 0,6 mol; m_X = 14 – 3,2 = 10,8 gam

$\Rightarrow M_X = \frac{10,8}{0,6} = 18gam/mol$ (loại !)

* Vậy kim loại X không tan trong acid HCl

(4) $\Rightarrow$ $y = \frac{2}{3}n_{H_2} = 0,4mol; m_Y = 14 - 3,2 = 10,8gam$

$\Rightarrow M_Y = \frac{10,8}{0,4} = 27\,gam/mol \Rightarrow Y$ là Al

$(2) \Rightarrow x = 0,05mol \Rightarrow M_x = \frac{3,2}{0,05} = 64gam/mol \Rightarrow$ X là C

Phần trăm khối lượng mỗi kim loại trong hỗn hợp ban đầu là

$\%Al = \frac{27.0,4.100\%}{14} = 77,14\%$

$\%Cu = 100\% - 77,14\% = 22,86\%$

13. a) $n_{HNO_3} = 0,38.0,667 = 0,25346mol; n_{H_2SO_4} = 0,3.0,2 = 0,06mol$

Đặt số mol $X(NO_3)_2$ và X ban đầu là a và b.

$2X(NO_3)_2 \rightarrow 2XO + 4NO_2\uparrow + O_2\uparrow$

a $\rightarrow$ a $\rightarrow$ 2a $\rightarrow$ 0,5a

$2X + O_2 \rightarrow 2XO$

a $\rightarrow$ 0,5a $\rightarrow$ a

(do phản ứng với HNO_3 có khí NO nên X còn dư = (b - a) mol)

Sản phẩm thu được chứa 2a mol XO và X (b – a) mol

• Phần 1 + HNO3:

$XO + 2HNO_3 \rightarrow X(NO_3)_2 + H_2O$

a $\rightarrow$ 2a

$3X + 8HNO_3 \rightarrow 3X(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$

$0,5(b-a) \rightarrow \frac{4}{3}(b-a)$

$\Rightarrow n_{HNO_3} = 2a + \frac{4}{3}(b-a) = 0,25346 \Rightarrow a + 2b = 0,38$ (1)

• Phần 2 + H_2SO_4 loãng:

$XO + H_2SO_4 \rightarrow XSO_4 + H_2O$ (2)

a $\rightarrow$ a

$X + H_2SO_4 \rightarrow XSO_4 + H_2\uparrow$ (nếu có) (3)

Biện luận:

* Nếu X đứng trước hydrogen trong dãy điện hóa thì

(2)(3) $\Rightarrow$ a +0,5(b - a) = 0,06 hay a + b = 0,12 (4).

Giải hệ (1)(4)= a = - 0,14 mol < 0 (loại)

* Vậy X đứng sau hydrogen trong dãy điện hóa và không tác dụng với H_2SO_4 loãng.

(2) => $n_{H_2SO_4}$ = a = 0,06 mol. Kết hợp (1) => b = 0,16 mol

$\Rightarrow 0,06(M+124) + 0,16M = 21,52 \Rightarrow M = 64(Cu)$

Phần trăm khối lượng mỗi chất trong A là

$\%Cu = \frac{0,16.64.100\%}{21,52} = 47,58\%$

$\%Cu(NO_3)_2 = 100\% - 47,58\% = 52,42\%$

b) $n_{NO_2} = 2a = 0,12mol$

$$\Rightarrow P = \frac{nRT}{V} = \frac{0,12.0,082.(273+54,6)}{3} = 1,074 atm$$

14.

a) $Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2 \uparrow$

x → x

$2Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2 \uparrow$

y → 1,5y

Ta có hệ: $\begin{cases} 24x + 27y = 2,52 \\ x + 1,5y = 0,12 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,06 \text{ mol} \\ y = 0,04 \text{ mol} \end{cases}$

Đặt số oxi hóa của sulfur trong sản phẩm là x ta có:

$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e$ | $S^{+6} + (6-x)e \rightarrow S^{x}$

0,06 → 0,12 | (6-x).0,03 ← 0,03

$Al \rightarrow Al^{3+} + 3e$

0,04 → 0,12

$\Rightarrow 0,12 + 0,12 = 0,03(6-x) \Rightarrow x = -2$ (H_2S)

b) $Al - 3e \rightarrow Al^{3+}$

$Mg - 2e \rightarrow Mg^{2+}$

$N^{5+} + (5-y)e \rightarrow N^{y}$

Tương tự: (5 - y).0,03 = 0,24 = x = - 3 (NH_3)

$NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$

$\Rightarrow$ Sản phẩm là NH_4NO_3

$4Mg + 10HNO_3 \rightarrow 4Mg(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$

0,06 → 0,15

$8Al + 30HNO_3 \rightarrow 8Al(NO_3)_3 + 3NH_4NO_3 + 9H_2O$

0,04 → 0,15

$\Rightarrow \Sigma n_{HNO_3} = 0,15 + 0,15 = 0,3 mol$

$\Rightarrow V_{dung dich HNO_3} = \frac{0,3.63.100}{10,5.1,2} = 150 ml$

15. a)

$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$

Chất rắn thu được gồm: Mg và MgO

$n_{H_2} = \frac{3,136}{22,4} = 0,14 mol$

• Phần 1 + HCl:

$Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2 \uparrow$

0,14 ← 0,14 ← 0,14

$MgO + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2O$

x → x

$\Rightarrow m_{chất rắn A} = 95(0,14 + x) = 14,25 \Rightarrow x = 0,01 mol$

% Mg bị oxi hóa $= \frac{0,01}{0,15} \cdot 100\% = 6,67\%$

b) • Phần 2 + HNO3: $n_X = \frac{0,448}{22,4} = 0,02 mol$

$$Mg + HNO_3 \rightarrow Mg(NO_3)_2 + X + H_2O$$

$$MgO + 2HNO_3 \rightarrow Mg(NO_3)_2 + 2H_2O$$

Theo định luật bảo toàn nguyên tố:

$$n_{Mg(NO_3)_2} = n_{Mg} = 0,15mol \Rightarrow m_{Mg(NO_3)_2} = 148.0,15 = 22,2gam < 23gam$$

$\Rightarrow$ Có muối NH_4NO_3, tạo thành

$\Rightarrow$ Chất rắn B là $Mg(NO_3)_2$ và NH_4NO_3

$$\Rightarrow n_{NH_4NO_3} = \frac{23-22,2}{80} = 0,01mol$$

$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e$

0,14 $\rightarrow$ 0,28

$xN^{+5} + (5x-2y)e \rightarrow N_xO_y$

(5x-2y)0,02 $\leftarrow$ 0,02

$N^{+5} + 8e \rightarrow N^{-3}$

0,08 $\leftarrow$ 0,01

$$\Rightarrow 0,28 = (5x-2y)0,02 + 0,08 \Rightarrow 5x-2y = 10 \Rightarrow x = 2 \text{ và } y = 0$$

$\Rightarrow$ X là N_2

16.

Gọi x, y, z là số mol Mg, Fe, Cu trong hỗn hợp, ta có :

$24x + 56y + 64z = 23,52 \Rightarrow 3x + 7y + 8z = 2,94$ (1)

Khí duy nhất hơi nặng hơn không khí là NO

$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e$

x $\rightarrow$ x $\rightarrow$ 2x

$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e$

y $\rightarrow$ y $\rightarrow$ 2y

$Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e$

z $\rightarrow$ z $\rightarrow$ 2z

$4H^+ + NO_3^- + 3e \rightarrow NO + H_2O$

(0,68 + 0,44) $\rightarrow$ 0,84

$$\Rightarrow 2(x+y+z) = 0,84 \Rightarrow x+y+z = 0,42 \quad (2)$$

Dung dịch A chứa: $Mg(NO_3)_2, Fe(NO_3)_2$ và $Cu(NO_3)_2$

- $\frac{1}{2}$A + dung dịch NaOH dư:

$$Mg(NO_3)_2 + 2NaOH \rightarrow Mg(OH)_2 \downarrow + 2NaNO_3$$

0,5x $\rightarrow$ 0,5x

$$Fe(NO_3)_2 + 2NaOH \rightarrow Fe(OH)_2 \downarrow + 2NaNO_3$$

0,5y $\rightarrow$ 0,5y

$$Cu(NO_3)_2 + 2NaOH \rightarrow Cu(OH)_2 \downarrow + 2NaNO_3$$

0,52z $\rightarrow$ 0,52z

Nung kết tủa:

$$Mg(OH)_2 \xrightarrow{t^O} MgO + H_2O$$

0,5x $\rightarrow$ 0,5x

$$4Fe(OH)_2 + O_2 \xrightarrow{t^o} 2Fe_2O_3 + 4H_2O$$

0,5y $\rightarrow$ 0,25y

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

0,5z $\rightarrow$ 0,5z

$\Rightarrow m_B = 40.0,5x + 160.0,25y + 80.0,5z = 15,6$

$\Rightarrow x + 2y + 2z = 0,78$ (3)

Giải hệ (1) (2) và (3) ta được: $\begin{cases} x = 0,06 \text{ mol} \\ y = 0,12 \text{ mol} \\ z = 0,24 \text{ mol} \end{cases}$

Phần trăm khối lượng của mỗi kim loại trong hỗn hợp ban đầu là

$$\%Mg = \frac{24.0,06.100\%}{23,52} = 6,12\%$$

$$\%Fe = \frac{56.0,12.100\%}{23,52} = 28,57\%$$

$$\%Cu = 100\% - (6,12 + 28,57)\% = 65,31\%$$

17. a) $n_{Ca(OH)_2} = 0,015 mol; n_{CaCO_3} = \frac{1}{100} = 0,01 mol$

$$CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O$$

0,01 ← 0,01 ← 0,01

$$2CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

0,01 ← 0,005

$$CO + CuO \xrightarrow{t^o} Cu + CO_2$$

0,02 ← 0,02 ← 0,02

$\Rightarrow n_{CuO}$ còn $= \frac{6,4}{80} - 0,02 = 0,06 mol$

Chất rắn thu được gồm Cu và CuO

n_{HNO_3} ban đầu = 0,32.0,5 = 0,16 mol $\Rightarrow n_{H^+} = n_{NO_3^-} = 0,16$ mol

$$CuO + 2H^+ \rightarrow Cu^{2+} + H_2O$$

$$0,06 \rightarrow 0,12$$

$$3Cu + 8H^+ + 2NO_3^- \rightarrow 3Cu^{2+} + 2NO \uparrow + 4H_2O$$

0,015←0,04→0,01→ 0,015 → 0,01

$\Rightarrow V_1 = 0,01.24,79 = 0,2479 lit$; $n_{NO_3^-}$ còn = 0,16 – 0,01 = 0,15 mol;

Khi thêm tiếp $\frac{3,04}{3}$ mol HCl vào, trong môi trường acidt thì NO_3^-, lại tiếp tục oxi hoá Cu.

$$3Cu + 8H^+ + 2NO_3^- \rightarrow 3Cu^{2+} + 2NO \uparrow + 4H_2O$$

$$0,005 \rightarrow \frac{0,04}{3} \rightarrow \frac{0,01}{3} \rightarrow 0,005 \rightarrow \frac{0,01}{3}$$

$\Rightarrow V_2 = \frac{0,01.24,79}{3} = \frac{0,2479}{3}$ lít; $n_{NO_3^-}$ còn = 0,15 - $\frac{0,01}{3} = \frac{0,44}{3}$ mol;

n_{H^+} còn = $\frac{3,04}{3} - \frac{0,04}{3} = 1 mol$

Khi thêm tiếp 1 mol Mg vào thì:

$$5Mg + 12H^+ + 2NO_3^- \rightarrow 5Mg^{2+} + N_2 \uparrow + 6H_2O$$

$$\frac{1,1}{3} \leftarrow 0,88 \leftarrow \frac{0,44}{3} \rightarrow \frac{0,22}{3}$$

$\Rightarrow n_{Mg}$ còn = 1 - $\frac{1,1}{3}$ = $\frac{1,9}{3}$ mol; n_{H^+} còn = 1 - 0,88 = 0,12 mol

Do Cu^{2+} có tính oxi hoá mạnh hơn H^+ nên Cu^+ bị khử trước

$$Mg + Cu^{2+} \rightarrow Mg^{2+} + Cu\downarrow$$

0,08←0,08 → 0,08

$\Rightarrow n_{Mg}$ còn = $\frac{1,9}{3}$ - 0,08 = $\frac{1,66}{3}$ mol

$$Mg + 2H^+ \rightarrow Mg^{2+} + H_2\uparrow$$

0,06←0,12 → 0,06

$$\Rightarrow V_3 = \left(\frac{0,22}{3} + 0,06\right)\cdot 24,79 = \frac{9,916}{3} \text{ lít}$$

b) Chất rắn X chứa: 0,08 mol Cu (ứng với 5,12 gam) $\frac{1,66}{3} - 0,06 = \frac{1,48}{3}$ mol Mg (ứng với 11,84 gam)

$\Rightarrow m_X$ =5,12 +11,84 = 16,96 gam

Phần trăm khối lượng của các chất trong X:

$$\%Cu = \frac{5,12.100\%}{16,96} = 30,18\%$$

$$\%Mg = 100\% - 30,18\% = 69,82\%$$

18. Phương trình hoá học của các phản ứng đã xảy ra:

$$2Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2\uparrow \quad (1)$$

$$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow \quad (2)$$

$$2Al + 3CuSO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3Cu\downarrow \quad (3)$$

$$Fe + CuSO_4 \rightarrow FeSO_4 + Cu\downarrow \quad (4)$$

Chất rắn thu được là Cu

$\overline{M}_{khí}$ = 32.1,271 = 40,672 gam/mol $\Rightarrow$ Hỗn hợp khí là NO và NO_2 (chú ý là trong các sản phẩm chứa N tạo ra khi tác dụng với HNO_3 ngoài muối, Cu chỉ tạo NO và NO_2)

$$Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O \quad (5)$$

$$3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O \quad (6)$$

Gọi a, b lần lượt là số mol NO và NO_2. Ta có hệ:

$$\begin{cases} a + b = 1,2 \\ 30a + 46b = 40,672.1,2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,4 \text{ mol} \\ b = 0,8 \text{ mol} \end{cases}$$

$$(5)(6) \Rightarrow n_{Cu} = \frac{1}{2}n_{NO_2} + \frac{3}{2}n_{NO} = 1\text{mol}$$

Gọi x, y, z lần lượt là số mol Al, Fe và Cu có trong 17,4 gam hỗn hợp. Ta có:

$27x + 56y + 64z = 17,4$ (7)

$(1)(2) \Rightarrow n_{H_2} = 1,5x + y = 0,4$ (8)

$(3)(4) \Rightarrow n_{Cu}$ sinh ra = $1,5n_{Al} + n_{Fe} = 2(1,5x + y)$ mol

$$\Rightarrow \Sigma n_{(u} = 2(1,5x + y) + 2z = 1 \quad (9)$$

Giải hệ (7)(8)(9) ta được: $\begin{cases} x = 0,2mol \\ y = 0,1mol \\ z = 0,1mol \end{cases}$

Khối lượng của mỗi kim loại trong 17,4 gam hỗn hợp ban đầu là

$$m_{Al} = 5,4gam; m_{Fe} = 5,6 \text{ gam và } m_{Cu} = 6,4gam$$

19. Gọi oxide kim loại phải tìm là MO và a là số mol CuO = n_{MO} = 2a mol. Vì hydrogen chỉ khử được những oxide kim loại đứng sau nhôm trong dãy điện hóa nên có 2 khả năng xảy ra:

• *Trường hợp 1:* M đứng sau aluminium trong dãy điện hóa

$$CuO + H_2 \xrightarrow{t^0} Cu + H_2O$$

a → a

$$MO + H_2 \xrightarrow{t^0} M + H_2O$$

2a → 2a

$$3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$$

a → $\frac{16a}{3}$

$$\Rightarrow n_{HNO_3} = \frac{8a}{3} + \frac{16a}{3} = 0,06.2,5 \Rightarrow a = 0,01875mol$$

$$\Rightarrow 80.0,01875 + (M+16).2.0,01875 = 3,6 \Rightarrow M = 40(Ca)$$

Trường hợp này loại vì Ca đứng trước Ai trong dãy thể hiện hóa.

• *Trường hợp 2*: M đứng trước aluminium trong dãy điện hóa

$$CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$$

a → a

$$3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$$

a → $\frac{8a}{3}$ → $\frac{2a}{3}$

$$MO + 2HNO_3 \rightarrow M(NO_3)_2 + 2H_2O$$

2a → 4a

$$\Rightarrow n_{HNO_3} = \frac{8a}{3} + 4a = 0,06.2,5 \Rightarrow a = 0,0225mol$$

$$\Rightarrow 80.0,0225 + (M+16).2.0,0225 = 3,6 \Rightarrow M = 24(Mg)$$

$$\Rightarrow n_{NO} = \frac{2a}{3} = 0,015mol \Rightarrow V = 0,336 \text{ lít}$$

$$\Rightarrow n_{NO} = \frac{2a}{3} = 0,015mol \Rightarrow V = 0,336 \text{ lít}$$

Phần III: HỆ THỐNG BÀI TẬP TỪ CÁC ĐỀ THI HSG CHÍNH THỨC CỦA TỈNH, OLYMPIC,…

Dạng 1: Lý thuyết

Câu 1: 1) Cân bằng các phương trình phản ứng sau theo phương pháp thăng bằng electron.

a) $MnO_2 + HCl \longrightarrow MnCl_2 + Cl_2 + H_2O$

b) $FeO + HNO_3 \longrightarrow NO + Fe(NO_3)_3 + H_2O$

c) $Cu + H_2SO_{4\,(đ)} \xrightarrow{t^0} CuSO_4 + SO_2 + H_2O$

d) $FeS_2 + H_2SO_{4\,(đ)} \xrightarrow{t^0} Fe_2(SO_4)_3 + SO_2 + H_2O$

2) Nêu hiện tượng và viết phương trình phản ứng xảy ra trong các thí nghiệm sau:

a. Sục từ từ khí sulfur dioxide đến dư vào cốc chứa dung dịch $KMnO_4$.

b. Dẫn khí hydrogen sulfide vào dung dịch nước chlorine, sau đó nhỏ vào dung dịch sau phản ứng vài giọt dung dịch muối $BaCl_2$.

c. Dẫn khí ozone vào dung dịch KI (có sẵn vài giọt phenolphtalein).

d. Dẫn khí hydrogen sulfide vào dung dịch muối $CuCl_2$ (màu xanh).

Hướng dẫn giải:

1a	1x | $Mn^{+4} + 2e \longrightarrow Mn^{+2}$ 2x | $2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e.$ $MnO_2 + 4HCl \longrightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$
1b	3x | $Fe^{+2} \longrightarrow Fe^{+3} + e$ 1x | $N^{+5} + 3e \longrightarrow N^{+2}$ $3FeO + 10HNO_3 \longrightarrow NO + 3Fe(NO_3)_3 + 5H_2O$
1c	1x | $S^{+6} + 2e \longrightarrow S^{+4}$ 1x | $Cu^o \longrightarrow Cu^{+2} + 2e$ $Cu + 2H_2SO_{4\,đặc} \xrightarrow{t^o} CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$
1d	2 | $FeS_2 \longrightarrow Fe^{+3} + 2S^{+4} + 11e$ 11 | $S^{+6} + 2e \longrightarrow S^{+4}$ $2FeS_2 + 11S^{+6} \longrightarrow 2Fe^{+3} + 15S^{+4}$ $2FeS_2 + 14\,H_2SO_{4\,(đ)} \xrightarrow{t^0} Fe_2(SO_4)_3 + 15SO_2 + 14H_2O$
2.a	Phương trình: $5SO_2+2KMnO_4+2H_2O \rightarrow K_2SO_4+2MnSO_4+2H_2SO_4$ - Màu tím của dung dịch nhạt dần, cuối cùng mất màu hoàn toàn.
2.b	$H_2S+4Cl_2+4H_2O \rightarrow 8HCl+H_2SO_4$ Phương trình: $BaCl_2+H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4\downarrow+2HCl$ - Nước Cl_2 nhạt màu, có kết tủa trắng xuất hiện.
2.c	Phương trình: $O_3 + H_2O + 2KI \rightarrow O_2 + 2KOH + I_2$. - Dung dịch chuyển sang màu hồng.
2.d	Phương trình: $H_2S+CuCl_2 \rightarrow 2HCl+ CuS\downarrow$ - Màu xanh của dung dịch nhạt dần và dung dịch có kết tủa màu đen xuất hiện.

Câu 2: Hoàn thành và cân bằng các phản ứng hóa học sau theo phương pháp thăng bằng electron:

a. $Mg + HNO_3 \longrightarrow Mg(NO_3)_2 + N_2O + N_2 + NH_4NO_3 + H_2O$ (biết tỉ lệ mol của $N_2O : N_2 : NH_4NO_3$ là 1 : 2: 1)

b. $M_2(CO_3)_n + HNO_{3\,đặc,\,nóng} \longrightarrow M(NO_3)_m + NO_2 + CO_2 + H_2O$

c. $CuFeS_x + O_2 \longrightarrow Cu_2O + Fe_3O_4 + SO_2\uparrow$

Hướng dẫn giải:

a) $Mg + HNO_3 \longrightarrow Mg(NO_3)_2 + N_2O + N_2 + NH_4NO_3 + H_2O$

(biết tỉ lệ mol của $N_2O : N_2 : NH_4NO_3$ là 1: 2 : 1)

18 $Mg^0 \longrightarrow Mg^{2+} + 2e$

1 $7N^{+5} + 36e \longrightarrow N^{+1} + 2N^0 + N^{-3}$

$18Mg + 44HNO_3 \longrightarrow 18Mg(NO_3)_2 + N_2O + 2N_2 + NH_4NO_3 + 20H_2O$

b) $M_2(CO_3)_n + HNO_3$ đặc, nóng $\longrightarrow M(NO_3)_m + NO_2 + CO_2 + H_2O$

1 | $2M^{+n} \longrightarrow 2M^{+m} + 2(m-n)e$

2(m-n) | $N^{+5} + 1e \longrightarrow N^{+4}$

$M_2(CO_3)_n + (4m-2n)HNO_3$ đặc, nóng $\longrightarrow 2M(NO_3)_m + 2(m-n)NO_2 + nCO_2 + (2m-n)H_2O$

c) $CuFeS_x + O_2 \longrightarrow Cu_2O + Fe_3O_4 + SO_2\uparrow$ $3Cu^{+2} + 3e \longrightarrow 3Cu^{+1}$

$3xS^{-4/x} \longrightarrow 3xS^{+4} + 12(x+1)e$

$3Fe^{+2} \longrightarrow 3Fe^{+8/3} + 2e$

$3\ CuFeS_x \longrightarrow 3Cu^{+1} + 3Fe^{+8/3} + 3xS^{+4} + (12x+11)e$ | 4

$O_2 + 4e \longrightarrow 2O^{-2}$ | (12x+11)

$12\ CuFeS_x + (11+12x)\ O_2 \rightarrow 6Cu_2O + 4Fe_3O_4 + 12xSO_2$

Câu 3:

1. Cân bằng các phản ứng sau bằng phương pháp thăng bằng electron:

a. $Fe_xO_y + H_2SO_4 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + SO_2 + H_2O$

b. $FeS_2 + H_2SO_4 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + SO_2 + H_2O$

c. $Al + HNO_3 \longrightarrow Al(NO_3)_3 + NO + N_2O + H_2O$ (tỉ lệ mol NO và N_2O tương ứng là 3:1)

d. $Na_2SO_3 + KMnO_4 + NaHSO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

Hướng dẫn giải:

a. $Fe_xO_y + H_2SO_4 \xrightarrow{t^o} Fe_2(SO_4)_3 + SO_2 + H_2O$

1x | $2xFe^{+\frac{2y}{x}} \longrightarrow 2xFe^{+3} + (6x-4y)e$

(3x – 2y)x | $S^{+6} + 2e \longrightarrow S^{+4}$

$2Fe_xO_y + (6x-2y)H_2SO_4 \xrightarrow{t^o} xFe_2(SO_4)_3 + (3x-2y)SO_2 + (6x-2y)H_2O$

b. $FeS_2 + H_2SO_4 \xrightarrow{t^o} Fe_2(SO_4)_3 + SO_2 + H_2O$

1x | $2FeS_2 \rightarrow 2Fe^{+3} + 4S^{+4} + 22e$

11x | $S^{+6} + 2e \rightarrow S^{+4}$

$2FeS_2 + 14H_2SO_4 \xrightarrow{t^o} Fe_2(SO_4)_3 + 15SO_2 + 14H_2O$

c. $Al + HNO_3 \longrightarrow Al(NO_3)_3 + NO + N_2O + H_2O$

17x | $Al \longrightarrow Al^{+3} + 3e$

$3x\ \ 5N^{+5} + 17e \longrightarrow 3N^{+2} + 2N^{+1}$

$17Al + 66HNO_3 \longrightarrow 17Al(NO_3)_3 + 9NO + 3N_2O + 33H_2O$

d. $Na_2SO_3 + KMnO_4 + NaHSO_4 \xrightarrow{t^0} Na_2SO_4 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

$5x \mid S^{+4} \longrightarrow S^{+6} + 2e$

$2x \mid Mn^{+7} + 5e \longrightarrow Mn^{+2}$

$5Na_2SO_3 + 2KMnO_4 + aNaHSO_4 \xrightarrow{t^0} bNa_2SO_4 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + cH_2O$

$\begin{cases} \xrightarrow{BTNT(Na)} 10 + a = 2b \\ \xrightarrow{BTNT(S)} 5 + a = b + 2 + 1 \longrightarrow a = 6; b = 8; c = 3. \\ \xrightarrow{BTNT(H)} a = 2c \end{cases}$

$5Na_2SO_3 + 2KMnO_4 + 6NaHSO_4 \xrightarrow{t^0} 8Na_2SO_4 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O$

Câu 4:

1.Điều khẳng định sau đây có đúng không? " Một chất có tính oxi hóa gặp một chất có tính khử nhất thiết phải xảy ra phản ứng oxi hóa – khử". Giải thích.

2. Hoàn thành các phương trình phản ứng sau đây dưới dạng phân tử và dạng ion:

a. $MnO_4^- + C_6H_{12}O_6 + H^+ \rightarrow Mn^{2+} + CO_2 \uparrow + ...$

b. $Fe_xO_y + H^+ + SO_4^{2-} \rightarrow SO_2 \uparrow + ...$

Hướng dẫn giải:

1. Điều khẳng định trên không phải lúc nào cũng đúng.

+ Muốn có phản ứng xảy ra giữa 1 chất oxi hóa A và 1 chất khử B thì chất khử tạo thành phải yếu hơn B và chất oxi hóa sinh ra phải yếu hơn A

VD: $Cu + 2Ag^+ = Cu^{2+} + 2Ag$

Trong đó:

- Chất oxi hóa Cu^{2+} yếu hơn chất oxi hóa ban đầu là Ag^+
- Chất khử sinh ra là Ag yếu hơn chất khử ban đầu là Cu

+ Ngược lại, phản ứng không xảy ra khi:

$2Ag + Cu^{2+} \not\rightarrow Cu + 2Ag^+$

Chất khử yếu — chất oxi hóa yếu — chất khử mạnh — chất oxi hóa mạnh

+ Ngoài ra phản ứng oxi hóa – khử còn phụ thuộc nồng độ, nhiệt độ, chất xúc tác,…

2.

a. $MnO_4^- + C_6H_{12}O_6 + H^+ \rightarrow Mn^{2+} + CO_2 \uparrow + ...$

x 24 | $\overset{+7}{Mn} + 5e = \overset{+2}{Mn}$ (MnO_4^-: chất oxi hóa)

x 5 | $6\overset{0}{C} - 6.4e = 6\overset{+4}{C}$ ($C_6H_{12}O_6$: chất khử)

$24MnO_4^- + 5C_6H_{12}O_6 + 72H^+ \rightarrow 24Mn^{2+} + 30CO_2 + 66H_2O$

Phương trình dưới dạng phân tử:

$24KMnO_4 + C_6H_{12}O_6 + 36\ H_2SO_4 \rightarrow 24\ MnSO_4 + 30\ CO_2 + 66\ H_2O + 12\ K_2SO_4$

b. $Fe_xO_y + SO_4^{2-} + H^+ \rightarrow SO_2 \uparrow + ...$

x 2 | $x\overset{+\frac{2y}{x}}{Fe} - (-2y + 3x)e \rightarrow x\overset{+3}{Fe}$ (Fe_xO_y: chất khử)

x(3x-2y) $\overset{+6}{S} + 2e \rightarrow \overset{+4}{S}$ (SO_4^{2-} : chất oxi hóa)

$$\Rightarrow 2Fe_xO_y + (3x-2y)SO_4^{2-} + [12x-4y]H^+ \rightarrow 2x\overset{+3}{Fe} + (3x-2y)SO_2 + (6x-2y)H_2O$$

$\Rightarrow$ Dạng phân tử:

$2Fe_xO_y + (6x-2y)H_2SO_4 = x\,Fe_2(SO_4)_3 + (3x-2y)SO_2 + (6x-2y)\,H_2O$

Câu 5: Cân bằng các phản ứng oxi hoá - khử sau theo phương pháp cân bằng ion-electron:

a) $KMnO_4 + FeS_2 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + MnSO_4 + H_2O$.

b) $M + HNO_3 \rightarrow M(NO_3)_n + N_xO_y + H_2O$.

Hướng dẫn giải:

a) $6KMnO_4 + 2FeS_2 + 8H_2SO_4 = Fe_2(SO_4)_3 + 3K_2SO_4 + 6MnSO_4 + 8H_2O$.

1 x | $FeS_2 + 8H_2O - 15e \rightarrow Fe^{3+} + 2S\,O_4^{2-} + 16H^+$

3 x | $Mn\,O_4^- + 8H^+ + 5e \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ (0,5đ)

$FeS_2 + 3Mn\,O_4^- + 8H^+ \rightarrow Fe^{3+} + 2S\,O_4^{2-} + 3Mn^{2+} + 4H_2O$

b) $M + HNO_3 \rightarrow M(NO_3)_n + N_xO_y + H_2O$.

(5x-2y) x | $M - ne \rightarrow M^{n+}$ (0,5đ)

n x | $xN\,O_3^- + (6x-2y)H^+ + (5x-2y)e \rightarrow N_xO_y + (3x-y)H_2O$

$(5x-2y)M + nxN\,O_3^- + (6x-2y)nH^+ \rightarrow (5x-2y)M^{n+} + nN_xO_y + (3x-y)nH_2O$

$(5x-2y)M + (6nx-2ny)HNO_3 = (5x-2y)M(NO_3)_n + nN_xO_y + (3nx-ny)H_2O$.

Câu 6:

a.Cho biết trong môi trường axit Mn^{+4} Oxi hóa được H_2O_2 ngược lại trong môi trường base H_2O_2 lại oxi hoá được Mn^{+2} thành Mn^{+4}.Hãy viết phương trình phản ứng minh họa.

b) Một trong những phản ứng xảy ra ở vùng mỏ đồng:

$CuFeS_2 + Fe_2(SO_4)_3 + O_2 + H_2O \rightarrow CuSO_4 + FeSO_4 + H_2SO_4$

Cân bằng theo phương pháp thăng bằng e và nhận xét về các hệ số?

Hướng dẫn giải:

a) Trong môi trường aicd

$MnO_2 + H_2O_2 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + O_2\uparrow + 2H_2O$

+) Trong môi trường base

$H_2O_2 + MnCl_2 + 2NaOH \rightarrow Mn(OH)_4 + 2NaCl$

b) $CuFeS_2 + Fe_2(SO_4)_3 + O_2 + H_2O \rightarrow CuSO_4 + FeSO_4 + H_2SO_4$

1 x | $2\,S^{-2} \rightarrow 12S^{+6} + 16e$

x x | $2Fe^{+3} + 2e \rightarrow 2Fe$

y x | $O^0{}_2 + 4e \rightarrow 2O^{-2}$

$2x + 4y = 16 \Rightarrow x + 2y = 8$ ($0 < x < 8$; $0 < y < 4$)

TD: y = 1 ; x = 6

$CuFeS_2 + 6\,Fe_2(SO_4)_3 + O_2 + 6\,H_2O \rightarrow CuSO_4 + 13FeSO_4 + 6H_2SO_4$

y = 3 ; x = 2

$CuFeS_2 + 2Fe_2(SO_4)_3 + 3O_2 + 2H_2O \rightarrow CuSO_4 + 5FeSO_4 + 2H_2SO_4$

Có Vô số nghiệm, lượng H_2SO_4 tỷ lệ với lượng H_2O.

Câu 7: Cân bằng các phản ứng oxi hoá khử sau :

a. Theo phương pháp cân bằng electron :

$Cu_2S + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + CuSO_4 + NO_2 + H_2O.$

$CH_3–CH=CH_2 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow CH_3–\underset{\underset{|}{OH}}{CH}–\underset{\underset{|}{OH}}{CH_2} + MnO_2 + KOH$

b. Theo phương pháp cân bằng ion - electron :

$K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 + NO \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + HNO_2 + K_2SO_4 + H_2O.$

$NaCrO_2 + Br_2 + NaOH \rightarrow Na_2CrO_4 + NaBr + H_2O.$

Hướng dẫn giải:

$Cu_2S - 10e \rightarrow 2\overset{+2}{Cu} + \overset{+6}{S}$ | 1

$\overset{+5}{N} + 1e \rightarrow \overset{+4}{N}$ | 10

* $Cu_2S + 12\ HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + CuSO_4 + 10NO_2 + 6H_2O$

$\overset{-1}{C} + \overset{-2}{C} - 2e \rightarrow \overset{0}{C} + \overset{-1}{C}$ | 3

$\overset{+7}{Mn} + 3e \rightarrow \overset{+4}{Mn}$ | 2

* $3CH_3–CH=CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow 3CH_3–CH(OH) –CH_2(OH) + 2MnO_2 + 2KOH.$

$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ | 1

$NO + H_2O - 1e \rightarrow NO_2^- + 2H^+$ | 6

* $K_2Cr_2O_7 + 2H_2SO_4 + 6NO \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 6HNO_2 + K_2SO_4 + H_2O$

$CrO_2^- + 4OH^- - 3e \rightarrow CrO_4^{2-} + 2H_2O$ | 2

$Br_2 + 2e \rightarrow 2Br^-$ | 3

* $2NaCrO_2 + 3Br_2 + 8NaOH \rightarrow 2Na_2CrO_4 + 6NaBr + 4H_2O.$

Câu 8: Bổ túc và cân bằng các phương trình phản ứng sau theo phương pháp thăng bằng electron hoặc phương pháp ion electron :

(chỗ " …" có thể thêm một hoặc nhiều chất)

a. $K_2S_2O_8 + MnSO_4 + H_2O \rightarrow K_2SO_4 + KMnO_4 + …$

b. $K_2Cr_2O_7 + Na_2SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow …$

c. $Al + NaNO_3 + NaOH + … \rightarrow NH_3 + …$

d. $Zn + NaNO_3 + NaOH \rightarrow NH_3 + …$

Hướng dẫn giải:

a.

5 | $S_2O_8^{2-} + 2e \rightarrow 2\ SO_4^{2-}$

2 | $Mn^{2+} + 4\ H_2O - 5e \rightarrow MnO_4^- + 8\ H^+$

$5\ S_2O_8^{2-} + 2\ Mn^{2+} + 8\ H_2O \rightarrow 10\ SO_4^{2-} + 2\ MnO_4^- + 16\ H^+$

$5\ K_2S_2O_8 + 2\ MnSO_4 + 8\ H_2O \rightarrow 4\ K_2SO_4 + 2\ KMnO_4 + 8H_2SO_4$

b.

1 | $Cr_2O_7^{2-} + 14\ H^+ + 6e \rightarrow 2\ Cr^{3+} + 7H_2O$

3 | $SO_3^{2-} + H_2O - 2e \rightarrow SO_4^{2-} + 2\ H^+$

$Cr_2O_7^{2-} + 3SO_3^{2-} + 8\ H^+ \rightarrow 3\ SO_4^{2-} + 2Cr^{3+} + 4\ H_2O$

$K_2Cr_2O_7 + 3\ Na_2SO_3 + 4H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3Na_2SO_4 + K_2SO_4 + 4H_2O$

c.

$$\begin{array}{l|l} 8 & Al + 4\,OH^- - 3e \rightarrow AlO_2^- + 2\,H_2O \\ 3 & NO_3^- + 6\,H_2O + 8e \rightarrow NH_3 + 9\,OH^- \end{array}$$

$$8\,Al + 3\,NO_3^- + 5OH^- + 2\,H_2O \rightarrow 8\,AlO_2^- + 3\,NH_3$$
$$8\,Al + 3\,NaNO_3 + 5\,NaOH + 2\,H_2O \rightarrow 8\,NaAlO_2 + 3\,NH_3$$

d.

$$\begin{array}{l|l} 4 & Zn + 4\,OH^- - 2e \rightarrow ZnO_2^{2-} + 2\,H_2O \\ 1 & NO_3^- + 6\,H_2O + 8e \rightarrow NH_3 + 9\,OH^- \end{array}$$

$$4Zn + NO_3^- + 7OH^- + \rightarrow 4\,ZnO_2^{2-} + NH_3 + 2\,H_2O$$
$$4Zn + NaNO_3 + 7NaOH + \rightarrow 4\,Na_2ZnO_2 + NH_3 + 2\,H_2O$$

Câu 9: Hoàn thành và cân bằng các phản ứng sau bằng phương pháp ion electron.

a. $CrI_3 + KOH + Cl_2 \longrightarrow K_2CrO_4 + KIO_4 + KCl + H_2O$

b. $Al + HNO_3 \longrightarrow Al(NO_3)_3 + N_2O + NO + H_2O$

c.$P \rightarrow PH_3 + H_2PO_2^-$ (môi trường base)

d.$FeCl_2 + H_2O_2 + HCl \rightarrow FeCl_3 + H_2O$

Hướng dẫn giải:

Cân bằng các phản ứng bằng phương pháp ion electron:

a.$CrI_3 + KOH + Cl_2 \longrightarrow K_2CrO_4 + KIO_4 + KCl + H_2O$

Chất khử: CrI_3

Chất oxi hoá: Cl_2

Môi trường: KOH

Quá trình oxi hoá: $Cr^{3+} + 3I^- + 32OH^- - 27\,e \longrightarrow CrO_4^{2-} + 3IO_4^- + 16H_2O$ | x2

Quá trình khử: $Cl_2 + 2e \longrightarrow 2Cl^-$ | x 27

$2Cr^{3+} + 6I^- + 64OH^- + 27Cl_2 \longrightarrow 2CrO_4^{2-} + 6IO_4^- + 54Cl^- + 32H_2O$

Phương trình phân tử:

$2CrI_3 + 64KOH + 27Cl_2 \longrightarrow 2K_2CrO_4 + 6KIO_4 + 54KCl + 32H_2O$

b. $Al + HNO_3 \longrightarrow Al(NO_3)_3 + N_2O + NO + H_2O$

Chất khử: Al

Chất oxi hoá: NO_3^-

Môi trường: HNO_3

QT oxi hoá: $Al - 3e \longrightarrow Al^{3+}$ | x (3x-8y)

QT khử: $(x+2y)NO_3^- + (4x+10\,y)H^+ + (3x+8y)e \longrightarrow xNO + yN_2O + (2x+5y)H_2O$ | x 3

$(3x+8y)Al + 3(x+2y)NO_3^- + (12x+30y)H^+ \longrightarrow (3x+8y)Al^{3+} + 3xNO + 3yN_2O + (6x+15y)\,H_2O$

Phương trình phân tử:

$(3x+8y)Al + (12x+30y)HNO_3 \longrightarrow (3x+8y)Al(NO_3)_3 + 3xNO + 3yN_2O + (6x+15y)\,H_2O$

Hoàn thành các phương trình phản ứng sau bằng phương pháp thăng bằng ion electron:

c. $4P + 3OH- + 3H_2O \rightarrow PH_3 + 3H_2PO_2^-$

d.$2FeCl_2 + H_2O_2 + 2HCl \rightarrow 2FeCl_3 + 2H_2O$

Câu 10: Cân bằng các phản ứng oxi hóa khử sau bằng phương pháp thăng bằng electron:

1)$FeSO_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + MnSO_4 + H_2O$

2)$Mg + HNO_3 \rightarrow Mg(NO_3)_2 + N_2O + N_2 + H_2O$ (Biết tỉ lệ số mol $N_2O:N_2=1:2$).

3) $Fe_xO_y + H_2SO_{4\,(đặc)} \xrightarrow{t^o} Fe_2(SO_4)_3 + SO_2 + H_2O$

Hướng dẫn giải:

1. $10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O$

   5 | $2Fe^{+2} \rightarrow 2Fe^{+3} + 2e$

   2 | $Mn^{+7} + 5e \rightarrow Mn^{+2}$

2. $14Mg + 34HNO_3 \rightarrow 14Mg(NO_3)_2 + N_2O + 2N_2 + 17H_2O$

   14 | $Mg^0 \rightarrow Mg^{2+} + 2e$

   1 | $6N^{+5} + 28e \rightarrow 2N^{+1} + 2N^0_2$

3. $2Fe_xO_y + (6x-2y)H_2SO_{4(đặc)} \xrightarrow{t^o} xFe_2(SO_4)_3 + (3x-2y)SO_2 + (6x-2y)H_2O$

   1 | $2xFe^{+2y/x} \rightarrow 2xFe^{+3} + 2(3x-2y)e$

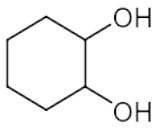
   (3x-2y) | $S^{+6} + 2e \rightarrow S^{+4}$

Câu 11: Hoàn thàn các phương trình hóa học

a) $(CH_3)_2CHOH + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow (CH_3)_2CO + Cr_2(SO_4)_3 + ... + ...$

b) $C_6H_5CH_2OH + KMnO_4 \rightarrow C_6H_5COOK + MnO_2 + ... + ...$

c)

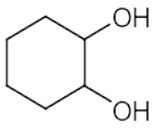


$+ K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \longrightarrow$ $HOOC\text{-}(CH_2)_4\text{-}COOH + Cr_2(SO_4)_3 + ... + ...$

Đáp án a) $3(CH_3)_2CHOH + K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 \rightarrow 3(CH_3)_2CO + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O$

b) $3C_6H_5CH_2OH + 4KMnO_4 \rightarrow 3C_6H_5COOK + 4MnO_2 + KOH + 4H_2O$

c)



$+K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 \longrightarrow$ $HOOC\text{-}(CH_2)_4\text{-}COOH + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 5H_2O$

Câu 12: Hoàn thành các phản ứng sau:

a) $CuFeS_2 + NO_3^- + H^+ \rightarrow NO + ...$

b) $C_8H_{12} + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow C_7H_{10}O_6 + ...$

Hướng dẫn giải:

a) $CuFeS_2 + NO_3^- + H^+ \rightarrow NO + Cu^{2+} + Fe^{3+} + SO_4^{2-} + H_2O$

x 3 | $CuFeS_2 + 8H_2O \rightarrow Cu^{2+} + Fe^{3+} + 2SO_4^{2-} + 16H^+ + 17e$

x 17 | $NO_3^- + 4H^+ + 3e \rightarrow NO + 2H_2O$

$3CuFeS_2 + 17NO_3^- + 20H^+ \rightarrow 17NO + 3Cu^{2+} + 3Fe^{3+} + 6SO_4^{2-} + 10H_2O$

b) $C_8H_{12} + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow C_7H_{10}O_6 + CO_2 + K_2SO_4 + MnSO_4 + H_2O$

x 5 | $C_8H_{12} + 8H_2O \rightarrow C_7H_{10}O_6 + CO_2 + 18H^+ + 18e$

x 18 | $MnO_4^- + 5e + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

$5C_8H_{12} + 18KMnO_4 + 27H_2SO_4 \rightarrow 5C_7H_{10}O_6 + 5CO_2 + 9K_2SO_4 + 18MnSO_4 + 32H_2O$

Câu 13: Theo lí thuyết công thức của khoáng pyrite là FeS_2. Trong thực tế một phần ion disulfide S_2^- bị thay thế bởi ion sulfide S^{2-} và công thức tổng quát của pyrite có thể biểu diễn là FeS_{2-x}. Như vậy có thể coi pyrite

như một hỗn hợp của FeS_2 và FeS. Khi xử lý một mẫu khoáng với Br_2 trong KOH dư thì xảy ra các phản ứng sau:

$$FeS_2 + Br_2 + KOH \rightarrow Fe(OH)_3 + KBr + K_2SO_4 + H_2O$$
$$FeS + Br_2 + KOH \rightarrow Fe(OH)_3 + KBr + K_2SO_4 + H_2O$$

Sau khi lọc thì chất không tan tách khỏi dung dịch và:

-/ $Fe(OH)_3$ được nung nóng và chuyển hóa hoàn toàn thành Fe_2O_3 có khối lượng 0,2 gam.

-/ Cho dư dung dịch $BaCl_2$ vào pha lỏng được 1,1087 gam kết tủa $BaSO_4$.

a. Xác định công thức của pyrite.

b. Cân bằng hai phương trình phản ứng trên, nêu rõ cân bằng electron.

c. Tính lượng Br_2 theo gam cần thiết để oxi hóa mẫu khoáng.

Hướng dẫn giải:

a. $n_S = \frac{1,1087}{233,4} = 4,75.10^{-3}$

$n_{Fe} = 2.\frac{0,2}{160} = 2,5.10^{-3}$

$\Rightarrow n_{Fe} : n_S = 1 : 1,9 \Rightarrow$ Công thức $FeS_{1,9}$

b. $Fe^{2+} - e \rightarrow Fe^{3+}$ | 1

$S_2^{2-} - 14e \rightarrow 2\,S^{+6}$ | 15 | * 2

$Br_2 + 2e \rightarrow 2\,Br^-$ | 2 | * 15

$$2\,FeS_2 + 15\,Br_2 + 38\,KOH \rightarrow 2\,Fe(OH)_3 + 30\,KBr + 4\,K_2SO_4 + 16\,H_2O \quad (1)$$

$Fe^{2+} - e \rightarrow Fe^{3+}$ | 1

$S^{2-} - 8e \rightarrow S^{+6}$ | 9 | * 2

$Br_2 + 2e \rightarrow 2\,Br^-$ | 2 | * 9

$$2\,FeS + 9\,Br_2 + 22\,KOH \rightarrow 2\,Fe(OH)_3 + 18\,KBr + 2\,K_2SO_4 + 8\,H_2O \quad (2)$$

c. $2 - x = 1,9 \Rightarrow x = 0,1 \Rightarrow 90\%\ FeS_2;\ 10\%\ FeS$

$m_1(Br_2) = 160.\ 0,9\ .\ 25.10^{-3}.\ \frac{15}{2} = 2,7(g)$

$m_2(Br_2) = 160.\ 0,1\ .\ 25.10^{-3}.\ \frac{9}{2} = 0,18(g)$

$\Rightarrow m_{Br2} = 2,7 + 0,18 = 2,88\ (g)$

Dạng 2: Bài tập

Câu 1: Cho m gam hỗn hợp X gồm Fe_xO_y, Fe, MgO, Mg tác dụng với dung dịch HNO_3 dư thu được 129,4 gam muối và 0,3 mol hỗn hợp khí Y gồm N_2O và NO có khối lượng 9,56 gam. Mặt khác, nếu cho m gam hỗn hợp X ở trên tác dụng với dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng, dư thu được 104 gam muối và 0,7 mol khí SO_2 (sản phẩm khử duy nhất). Tính m.

Hướng dẫn giải:

Theo bài ra số mol của NO = 0,26 (mol); số mol của N_2O = 0,04 (mol)

Số mol của SO_2 = 0,7 (mol) $\longrightarrow$ Khi cho X tác dụng với HNO_3 có tạo muối NH_4^+.

Số mol NH_4^+ = 0,0375 (mol) $\longrightarrow$ $m_{\text{muối nitrat kim loại}} = 129,4 - 0,0375.80 = 126,4$ (gam)

$$\begin{cases} Mg: x(mol) \\ Fe: y(mol) \\ O: z(mol) \end{cases} \xrightarrow{+HNO_3} \begin{cases} Mg(NO_3)_2: x(mol) \\ Fe(NO_3)_3: y(mol) \\ NH_4NO_3: 0,0375(mol) \end{cases} \longrightarrow 148x + 242y = 126,4\ (1)$$

$$\begin{cases} Mg: x(mol) \\ Fe: y(mol) \\ O: z(mol) \end{cases} \xrightarrow{+H_2SO_4} \begin{cases} MgSO_4: x(mol) \\ Fe_2(SO_4)_3: 0,5y(mol) \end{cases} \longrightarrow 120x + 200y = 104\ (2)$$

$\xrightarrow{BT\ e} 2x + 3y - 2z = 1,4\ (3)$

Từ (1); (2) và (3) ta có: x = 0,2; y = 0,4; z = 0,1 $\longrightarrow$ m = 28,8 (gam)

Câu 2: Hỗn hợp X gồm Fe và kim loại M (hóa trị n không đổi). Hòa tan hoàn toàn m gam X trong dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng, dư được dung dịch A và V lít khí SO_2 (sản phẩm khử duy nhất ở đktc). Hấp thụ hết lượng SO_2 trên bằng 500 ml dung dịch NaOH 0,2M thu được dung dịch chứa 5,725 gam chất tan.

- Thêm vào m gam X một lượng kim loại M gấp đôi lượng kim loại M có trong X, thu được hỗn hợp Y. Cho Y tan hết trong dung dịch HCl dư thu được 1,736 lít khí H_2 (đktc).

- Thêm vào m gam X một lượng Fe bằng lượng Fe có trong X, thu được hỗn hợp Z. Cho Z tác dụng với dung dịch H_2SO_4 loãng, dư thu được dung dịch B chứa 5,605 gam muối.

1. Tính V.

2. Xác định kim loại M và tính thành phần phần trăm khối lượng của hỗn hợp X.

Hướng dẫn giải:

1

Ta có $n_{NaOH} = 0,5.0,2 = 0,1$ mol

Khí SO_2 sinh ra tác dụng với dung dịch NaOH có thể xảy ra phản ứng:

$SO_2 + NaOH \longrightarrow NaHSO_3$

$SO_2 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_3 + H_2O$

- Nếu chỉ tạo muối $NaHSO_3 \rightarrow n_{NaHSO_3} = 0,1(mol) \rightarrow m_{chất\ rắn} = 10,4$ (gam)

- Nếu chỉ tạo muối $Na_2SO_3 \rightarrow n_{Na_2SO_3} = 0,05(mol) \rightarrow m_{chất\ rắn} = 6,3$ (gam)

Ta có: $m^{chất\ rắn} < m_{muối\ min}$

$$\longrightarrow \text{Chất rắn gồm } \begin{cases} NaOH: x(mol) \\ Na_2SO_3: y(mol) \end{cases} \longrightarrow \begin{cases} x + 2y = 0,1 \\ 40x + 126y = 5,725 \end{cases} \longrightarrow \begin{cases} x = 0,025 \\ y = 0,0375 \end{cases}$$

$$\xrightarrow{BTNT(S)} n_{SO_2} = n_{Na_2SO_3} = 0,0375 \longrightarrow V_{SO_2} = 0,84(lit)$$

2

Đặt số mol Fe và M trong m gam X $\begin{cases} Fe: x(mol) \\ M: y(mol) \end{cases} \xrightarrow{BT(e)} 3x + ny = 0,075\ (1)$

Số mol các chất trong hỗn hợp Y $\begin{cases} Fe: x(mol) \\ M: 3y(mol) \end{cases} \xrightarrow{BT(e)} 2x + 3ny = 0,155\ (2)$

Từ (1) và (2) $\longrightarrow$ x = 0,01; ny = 0,045

$$\begin{cases} Fe: 2x(mol) \\ M: y(mol) \end{cases} \xrightarrow{BTNT(Fe;M)} \begin{cases} n_{FeSO_4}: 2x(mol) \\ M_2(SO_4)_n: 0,5y(mol) \end{cases}$$

Số mol các chất trong hỗn hợp Z

$m^{muối}$ = 5,605 (gam) $\longrightarrow 152.2x + (2M + 96n).0,5y = 5,605\ (*)$

Thay x = 0,01 và ny = 0,045 vào (*) ta được: M = 9n $\rightarrow$ M là Nhôm (Al); y = 0,015 (mol)

$\longrightarrow$ Hỗn hợp X gồm $\begin{cases} Fe: 0,01\ (mol) \\ Al: 0,015\ (mol) \end{cases} \longrightarrow \begin{cases} \%m_{Fe} = 58,03\% \\ \%m_{Al} = 41,97\% \end{cases}$

Câu 3:

Quặng pyrite trong thực tế được coi là hỗn hợp FeS_2 và FeS. Khi xử lí một mẫu quặng pyrite bằng Br_2 trong KOH dư, đun nóng, người ta thu được kết tủa đỏ nâu X và dung dịch Y. Nung X đến khối lượng không đổi được 1,2 gam chất rắn. Thêm dung dịch $Ba(OH)_2$ dư vào dung dịch Y thì thu được 6,6405 gam kết tủa trắng không tan trong HCl (biết các phản ứng đều hoàn toàn).

a. Viết các phương trình phản ứng.

b. Tính % khối lượng của FeS trong loại quặng pyrite trên.

Hướng dẫn giải:

a. $2FeS_2 + 15Br_2 + 38KOH \xrightarrow{t^0} 2Fe(OH)_3 + 4K_2SO_4 + 30KBr + 16H_2O$

$2FeS + 9Br_2 + 22KOH \xrightarrow{t^0} 2Fe(OH)_3 + 2K_2SO_4 + 18KBr + 8H_2O$

$2Fe(OH)_3 \xrightarrow{t^0} Fe_2O_3 + 3H_2O$

$Ba(OH)_2 + K_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4 + 2KOH$

b. $n_{Fe}=2n_{Fe2O3}=2\ (1,2/160)= 0,015$ mol.

$n_S=n_{BaSO4}= 6,6405/233=0,0285$ mol

Gọi số mol FeS_2 là a, số mol FeS là b ta có hệ

$$\begin{cases} a + b = 0,015 \\ 2a + b = 0,0285 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,0135 \\ b = 0,0015 \end{cases}$$

$\Rightarrow \%m_{FeS}= 7,534\%$

Câu 4: Chia 29,6 gam hỗn hợp X gồm Fe và Cu thành hai phần bằng nhau. Phần 1 cho phản ứng với lượng dư dung dịch HCl, sinh ra 3,7185 lít H_2 (đkc). Cho phân 2 tác dụng với dung dịch HNO_3 đặc, nóng (dư) thu được V lít khí NO_2 (đktc) và dung dịch Y.

a) Tính giá trị của V

b) Cho Y phản ứng với lượng dư dung dịch NH_3. Tính khối lượng kết tủa thu được sau khi các phản ứng kết thúc.

Hướng dẫn giải:

a) Gọi x, y lần lượt là số mol Fe và Cu chứa trong 14,8 gam hỗn hợp X.

Ta có: 56x + 64y = 14,8 (*)

• Phần 1: Cu không phản ứng

$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2 \uparrow$

x $\rightarrow$ x

$\Rightarrow n_{H_2} = x = 0,15 mol$

$(*) \Rightarrow y = 0,1 mol$

• Phần 2:

$Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e$ $0.15 \rightarrow 0.15 \rightarrow 0.45$ $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e$ $0.1 \rightarrow 0,1 \rightarrow 0,2$	$N^{+5} + 1e \rightarrow N^{+4}$ $a \leftarrow a$

$\Rightarrow a = 0,45 + 0.2 = 0,65 mol \Rightarrow$ V = 0,65.22,4 = 14,56 lít

b) Dung dịch Y chứa $Fe^{3+}, Cu^{2+}, H^+, NO_3^-$

$NH_3 + H^+ \rightarrow NH_4^+$

$Fe^{3+} + 3NH_3 + 3H_2O \rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow + 3NH_4^+$

0,15 $\rightarrow$ 0,15

$Cu^{2+} + 2NH_3 + 2H_2O \rightarrow Cu(OH)_2 \downarrow + 2NH_4^+$

0,1 $\rightarrow$0,1

$Cu(OH)_2 + 4NH_3 \rightarrow \left[Cu(NH_3)_4\right]^{2+} + 2OH^-$

0,1 $\rightarrow$0,1

$\Rightarrow$ $m_{kết\ tủa}$= $m_{Fe(OH)_3} = 107.0,1 = 10,7 gam$

Câu 5: Trong quá trình bảo quản, một mẫu muối $FeSO_4.7H_2O$ (có khối lượng m gam) bị oxi hóa bởi oxygen không khí tạo thành hỗn hợp X chứa các hợp chất của Fe(II) và Fe(III). Hòa tan toàn bộ X trong dung dịch loãng chứa 0,05 mol H_2SO_4, thu được 100 ml dung dịch Y. Tiến hành hai thí nghiệm với Y:

Thí nghiệm 1: Cho lượng dư dung dịch $BaCl_2$ vào 25 ml dung dịch Y, thu được 4,66 gam kết tủa.

Thí nghiệm 2: Thêm dung dịch H_2SO_4 (loãng, dư) vào 25 ml dung dịch Y, thu được dung dịch Z. Nhỏ từ từ dung dịch $KMnO_4$ 0,1M vào Z đến khi phản ứng vừa đủ thì hết 13,5 ml. Tính giá trị của m và phần trăm số mol Fe(II) đã bị oxi hóa trong không khí ?

Hướng dẫn giải:

$$\mathbf{TN_1}: \sum n_{SO_4^{2-}} = n_{SO_4^{2-}}(FeSO_4) + n_{SO_4^{2-}}(H_2SO_4) \Leftrightarrow \frac{4,66}{233} = n_{SO_4^{2-}}(FeSO_4) + \frac{25}{100}.0,05$$

$$\Rightarrow n_{SO_4^{2-}}(FeSO_4) = 0,0075 \text{ mol};$$

$$\mathbf{TN_2}: \underset{0,00675}{Fe^{2+}}\ (\text{còn}) \longrightarrow Fe^{3+} + \underset{\leftarrow 0,00675}{1e} \Big\| \underset{13,5.10^{-3}.0,1\rightarrow}{Mn^{+7}} + 5e \longrightarrow \underset{0,00675}{Mn^{+2}}$$

$$m_{FeSO_4}.7H_2O = 0,075.(56+96+18.7).\frac{100}{25} = 8,34 \text{ gam}.$$

$$\%Fe^{2+}(\text{bị OXH}) = \frac{0,0075 - 0,00675}{0,0075}.10\% = 10\%$$

Câu 6: Trong quá trình bảo quản, một mẫu muối $FeSO_4.7H_2O$ (có khối lượng m gam) bị oxi hóa bởi oxygen không khí tạo thành hỗn hợp X chứa các hợp chất của Fe(II) và Fe(III). Hòa tan toàn bộ X trong dung dịch loãng chứa 0,035 mol H_2SO_4, thu được 100 ml dung dịch Y. Tiến hành hai thí nghiệm với Y:

Thí nghiệm 1: Cho lượng dư dung dịch $BaCl_2$ vào 20 ml dung dịch Y, thu được 2,33 gam kết tủa.

Thí nghiệm 2: Thêm dung dịch H_2SO_4 (loãng, dư) vào 20 ml dung dịch Y, thu được dung dịch Z.

Nhỏ từ từ dung dịch $KMnO_4$ 0,03M vào Z đến khi phản ứng vừa đủ thì hết 18 ml. Tính giá trị của m và phần trăm số mol Fe(II) đã bị oxi hóa trong không khí ?

Hướng dẫn giải:

$$+n^{Y}_{SO_4^{2-}} = 0,01.5 = 0,05 \rightarrow n_{FeSO_4.7H_2O} = 0,015 \rightarrow m = 4,17 \text{ gam}$$

$$+n^{Y}_{Fe^{2+}} = 0,018.0,03.5.5 = 0,0135 \rightarrow \%Fe_{II\rightarrow III} = \frac{0,015 - 0,0135}{0,015} = 10\%$$

Câu 7: Trong quá trình bảo quản, một mẫu muối $FeSO_4.7H_2O$ (có khối lượng m gam) bị oxi hóa bởi oxi không khí tạo thành hỗn hợp X chứa các hợp chất của Fe(II) và Fe(III). Hòa tan toàn bộ X trong dung dịch loãng chứa 0,025 mol H_2SO_4, thu được 100 ml dung dịch Y. Tiến hành hai thí nghiệm với Y:

Thí nghiệm 1: Cho lượng dư dung dịch $BaCl_2$ vào 20 ml dung dịch Y, thu được 2,33 gam kết tủa.

Thí nghiệm 2: Thêm dung dịch H_2SO_4 (loãng, dư) vào 20 ml dung dịch Y, thu được dung dịch Z. Nhỏ từ từ dung dịch $KMnO_4$ 0,1M vào Z đến khi phản ứng vừa đủ thì hết 8,6ml.

Tính giá trị của m và phần trăm số mol Fe(II) đã bị oxi hóa trong không khí ?

Hướng dẫn giải:

$$mg\ FeSO_4.7H_2O\ (x\ mol) \xrightarrow{+O_2} \begin{cases} Fe^{2+} \\ Fe^{3+} \end{cases} \xrightarrow{+0,025\ mol\ H_2SO_4\ loãng} 100ml\ Y \begin{cases} Fe^{2+} \\ Fe^{3+} \\ H^+, SO_4^{2-}\ (x+0,025) \end{cases}$$

TN1: 20ml Y + $BaCl_2$ dư $\longrightarrow$ 2,33 g $BaSO_4$: 0,01 mol

=> x + 0,025 = 0,01. $\frac{100}{20}$ => x =0,025 => m = 0,025.278 = **6,95g**

TN2: 20ml Y + 8,6ml $KMnO_4$ 0,1M (chỉ có Fe^{2+} tác dụng)

BT e : $n_{Fe^{2+}} = 5n_{KMnO_4} = 5.8,6.10^{-3}.0,1.\frac{100}{20} = 0,0215\ mol$

Số mol Fe^{2+} bị oxi hóa = số mol Fe^{3+}= 0,025 – 0,0215 = $3,5.10^{-3}$ mol

$$\%n_{Fe^{2+}\text{bòoxi hoà}} = \frac{n_{Fe^{2+}\text{bòoxi hoà}}}{n_{Fe^{2+}\text{ban ñaàu}}}.100\% = \frac{3,5.10^{-3}}{0,025}.100\% = \mathbf{14\%}$$

Câu 8: Trong quá trình bảo quản, một mẫu muối $FeSO_4.7H_2O$ (có khối lượng m gam) bị oxi hóa bởi oxi không khí tạo thành hỗn hợp X chứa các hợp chất của Fe(II) và Fe(III). Hòa tan toàn bộ X trong dung dịch loãng chứa 0,02 mol H_2SO_4, thu được 100 ml dung dịch Y. Tiến hành hai thí nghiệm với Y:

Thí nghiệm 1: Cho lượng dư dung dịch $BaCl_2$ vào 25ml dung dịch Y, thu được 2,33 gam kết tủa.

Thí nghiệm 2: Thêm dung dịch H_2SO_4 (loãng, dư) vào 25ml dung dịch Y, thu được dung dịch Z.

Nhỏ từ từ dung dịch $KMnO_4$ 0,04M vào Z đến khi phản ứng vừa đủ thì hết 22ml. Tính giá trị của m và phần trăm số mol Fe(II) đã bị oxi hóa trong không khí ?

Hướng dẫn giải:

(Chú ý: Các thí nghiệm chỉ dùng 1/4 dung dịch Y nên ta gấp 4 lần số liệu lên).

TN_1: Bảo toàn S: $n_{FeSO4.7H2O} + n_{H2SO4} = n_{BaSO4} = 0,04$

→ $n_{FeSO4.7H2O} = 0,02$

→ $m_{FeSO4.7H2O} = 5,56$ gam

TN2: Bảo toàn electron: $n_{Fe2+} = 5n_{KMnO4} = 0,0176$

→ n_{Fe2+} bị O_2 oxi hóa = 0,02 – 0,0176 = 0,0024

→ $\%n_{Fe2+}$ bị O_2 oxi hóa = 0,0024/0,02 = 126

Câu 9: Hòa tan hết m gam hỗn hợp X gồm Fe, FeO, Fe_2O_3 và Fe_3O_4 vào dung dịch HCl dư, thu được a mol H_2 và dung dịch chứa 31,19 gam hỗn hợp muối. Mặt khác, hòa tan hoàn toàn m gam X trong dung dịch chứa 0,55 mol H_2SO_4 (đặc) đun nóng, thu được dung dịch Y và 0,14 mol SO_2 (sản phẩm khử duy nhất của S^{+6}). Cho 400 ml dung dịch NaOH 1M vào Y, sau khi phản ứng kết thúc thu được 10,7 gam một chất kết tủa. Giá trị của a là

A. 0,05. **B.** 0,06. **C.** 0,04. **D.** 0,03.

Hướng dẫn giải:

Cách 1:

- X + H_2SO_4 (đặc, nóng)

$$n_{OH^-}(\downarrow) = 3.n_{Fe(OH)_3} = 0,3 \rightarrow H^+\ d : 0,4 - 0,3 = 0,1$$

$$\rightarrow n_{H_2SO_4}(ph\P n\ øng) = 0,55 - 0,1/2 = 0,5\ mol$$

$$m\ gam \begin{cases} Fe: \\ O: \end{cases} + \underbrace{H_2SO_4(\text{®Æ}, t^o)}_{0,55} \xrightarrow{+HCl} Y' + SO_2 + H_2O$$

$$n_{H_2SO_4}(\text{®Æ}, t^o) = n_O + 2n_{SO_2} \Leftrightarrow 0,5 = n_O + 2.0,14 \Rightarrow n_O = 0,22$$

$$\xrightarrow{BT.e} 3.n_{Fe} = 2.n_O + 2.n_{SO_2} \Rightarrow n_{Fe} = 0,24$$

- X + HCl:

$$m\,gam\begin{cases}Fe:0,24\\O:0,22\end{cases}+\underset{0,44+2a}{\overset{BT.H}{HCl}}\xrightarrow{+HCl}31,19\begin{cases}Fe:0,24\\Cl^-:0,44+2a\end{cases}+\underset{0,22}{H_2O}+\underset{a}{H_2}$$

$$\Rightarrow 31,19=35,5.(0,44+2a)+0,24.56\Rightarrow a=0,04\ mol$$

Cách 2: *Quy đổi hỗn hợp về Fe, FeO, Fe_2O_3.*

$$n_{OH^-}(\downarrow)=3.n_{Fe(OH)_3}=0,3\rightarrow H^+\ d\ :0,4-0,3=0,1$$

$$\rightarrow n_{H_2SO_4}(ph¶n\ øng)=0,55-0,1/2=0,5\ mol$$

$$\begin{cases}Fe:x\\FeO:y\\Fe_2O_3:z\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}127.(x+y)+162,5.2z=31,19\\3x+y=0,14.2\\\underbrace{(y+3z)}_{n_O}+\underbrace{0,14.2}_{2n_{SO_2}}\Rightarrow 0,5\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}x=0,03\\y=0,19\Rightarrow a=x=0,03\\z=0,01\end{cases}$$

Câu 10: Oxi hóa hoàn toàn 41,6 gam hỗn hợp X gồm Al, Al_2O_3, Fe, $FeCO_3$, FeS trong dung dịch chứa 2,5 mol HNO_3, đun nóng, thu được 19,4 gam hỗn hợp 2 khí (trong đó có một khí hóa nâu ngoài không khí) và dung dịch Z chỉ chứa 159 gam hỗn hợp muối trung hòa. Dung dịch Z phản ứng tối đa 1,275 mol $Ba(OH)_2$, thu được 55,4 gam kết tủa E chứa 2 chất. Nung nóng E, thu được 47,3 gam chất rắn F. Biết các phản ứng xảy ra hoàn toàn. Tính phần trăm khối lượng Al_2O_3 trong X?

Hướng dẫn giải:

$$hhX\begin{cases}Al\\Al_2O_3\\Fe\\FeCO_3\\FeS\end{cases}\xrightarrow[2,5\,mol]{+HNO_3}\begin{cases}ddZ\begin{cases}Al^{3+}:a\\Fe^{3+}:0,3\\NH_4^+:b\\SO_4^{2-}:0,1\\NO_3^-:c\end{cases}\xrightarrow[max=1,275\,mol]{+Ba(OH)_2}KÕt\ tñaE\begin{cases}BaSO_4:x\\Fe(OH)_3:y\end{cases}\xrightarrow{t^o}r^3/n\ F\begin{cases}BaSO_4:x\\Fe_2O_3:0,5y\end{cases}\\hh\ khÝ\begin{cases}NO\\CO_2\end{cases}\end{cases}$$

$\square 5555555\square$ 41,6 gam; $\square 555555\square$ 159 gam; $\square 5555555555555\square$ 55,4 gam; $\square 555555555555\square$ 47,3 gam; $\square 5555555\square$ 19,4 gam

$$\begin{cases}m_E=233x+107y=55,4\\m_F=233x+80y=47,3\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}x=0,1\,mol\\y=0,3\,mol\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}n_{FeS}=n_{SO_4^{2-}}=x=0,1\,mol\\n_{Fe^{3+}}=y=0,3\,mol\end{cases}$$

$$ddZ\begin{cases}m_{muối}=27a+18b+62c+56.0,3+0,1.96=159\\BT\S\ T:3a+3.0,3+b=2.0,1+c\\n_{OH^-max}=4a+3.0,3+b=2.1,275\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}a=0,4\,mol\\b=0,05\,mol\\c=1,95\,mol\end{cases}$$

$$\xrightarrow{BT(N)}n_{NO}=0,5\,mol\xrightarrow{m_{khÝ}}n_{CO_2}=0,1\,mol=n_{FeCO_3}\xrightarrow{BTNT(Fe)}n_{Fe}=0,1\,mol$$

$$\begin{cases}Al:d\\Al_2O_3:e\end{cases}\begin{cases}\xrightarrow{BTNT(Al)}d+2e=0,4\\m_X=27d+102e+56.0,1+116.0,1+87.0,1=41,6\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}d=0,2\,mol\\e=0,1\,mol\end{cases}\Rightarrow\%m_{Al_2O_3}=24,52\%$$

Câu 11: Trong vụ cháy tại Công ty cổ phần bóng đèn phích nước Rạng Đông – Hà Nội năm 2019, một lượng thủy ngân (mercury) đã bị phát tán vào môi trường. Nhằm giảm thiểu sự ô nhiễm; phương pháp xử lý là phun bột lưu huỳnh (sulfur) và dung dịch soda Na_2CO_3 vào vùng bị ô nhiễm; Sau đó thu gom thủy ngân dưới dạng HgS và HgO.

Để hiểu rõ hơn về quá trình xử lý, thu gom thủy ngân ta xét các quá trình sau:

a. Thủy ngân ngoài dạng Hg còn tồn tại ở dạng Hg_2^{2+} và Hg^{2+}. Giữa 3 dạng này tồn tại cân bằng (1):

$$Hg_2^{2+} \rightleftharpoons Hg^{2+} + Hg \ (1)$$

Cho biết $E_1^0(Hg^{2+}/Hg) = 0,85V$; $E_2^0(Hg_2^{2+}/Hg) = 0,79V$

Hãy xác định $E_3^0(Hg^{2+}/Hg_2^{2+})$. Từ đó tính hằng số cân bằng K_1 của phản ứng 1 và cho biết Hg_2^{2+} có bền trong dung dịch hay không.

b. Để chuyển cân bằng (1) sang phải và thu được Hg^{2+} dưới dạng HgO, ta thêm kiềm vào dung dịch, khi đó sẽ xảy ra phản ứng (2):

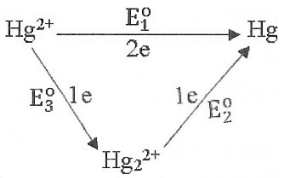
$$Hg_2^{2+} + 2OH^- \rightleftharpoons HgO + Hg + H_2O \quad (2)$$

Biết với phản ứng: $HgO\downarrow + H_2O \rightleftharpoons Hg^{2+} + 2OH^-$ $\quad T_{HgO} = 10^{-25,8}$

Xác định hằng số cân bằng K_2 của phản ứng (2) và thiết lập biểu thức tính nồng độ Hg_2^{2+} theo OH^-.

c. Nếu dùng dung dịch Na_2CO_3 0,01M ($pK_{b1} = 3,67$; $pK_{b2} = 7,65$). Thì nồng độ của Hg_2^{2+} là bao nhiêu? Từ đó giải thích trò của Na_2CO_3 và bột sulfur trong quá trình trên.

Hướng dẫn giải:

	Nội dung	Điểm
a.	Xét quá trình  Ta có: $\Delta G_1^0 = \Delta G_2^0 + \Delta G_3^0$ Hay $-2E_1^0.F = -E_2^0.F - E_3^0.F$ Hay $2E_1^0 = E_2^0 + E_3^0$ $E_3^0 = 2E_1^0 - E_2^0 = 2.0,85 - 0,79 = 0,91V$	0,5
	Đối với cân bằng: $Hg_2^{2+} \rightleftharpoons Hg^{2+} + Hg$ (1) $\Delta E^0 = E_{ox}^0 - E_{Kh}^0 = E_2^0 - E_3^0 = 0,79 - 091 = -0,15V$ => $K_1 = 10^{\frac{n\Delta E^0}{0,059}} = 9,25.10^{-3}$. Mặt khác: $K_1 = \frac{[Hg^{2+}]}{[Hg_2^{2+}]} = 9,25.10^{-3}$ => $[Hg_2^{2+}] = 1,1.10^4 [Hg^{2+}]$, Hàm lượng $[Hg_2^{2+}] >> [Hg^{2+}]$ hay $[Hg_2^{2+}]$ bền trong dung dịch.	0,5
b.	Xét cân bằng $Hg_2^{2+} \rightleftharpoons Hg^{2+} + Hg$ (1) $\quad K_1$ $Hg^{2+} + 2OH^- \rightleftharpoons HgO\downarrow + H_2O$ (3) $\quad T_{HgO}^{-1} = 10^{25,8}$ $Hg_2^{2+} + 2OH^- \rightleftharpoons HgO\downarrow + Hg + H_2O$ (2) $\quad K_3$ $K_2 = K_1.T_{HgO}^{-1} = 10^{23,77} = \frac{1}{[Hg_2^{2+}].[OH^-]^2}$ => $[Hg_2^{2+}] = \frac{1}{10^{23,77}.[OH^-]^2}$ (4)	0,5
c.	Quá trình thủy phân: $CO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + OH^-$ $\quad K_{b1} = 10^{-3,67}$ $HCO_3^- + H_2O \rightleftharpoons CO_3^{2-} + OH^-$ $\quad K_{b2} = 10^{-7,65}$ Vì K_{b1} >> K_{b2}; bỏ qua cân bằng phân li thứ 2. $[OH^-] = x$ => $\frac{x^2}{0,01-x} = 10^{-3,67} => x = 1,36.10^{-3} = 10^{-2,87}$ Thay giá trị nồng độ $[OH^-]$ vào (4) ta được $[Hg_2^{2+}] = \frac{1}{10^{23,77}.[10^{-2,87}]^2} = 10^{-18}$ rất bé.	0,25

	Vai trò Na_2CO_3 tạo môi trường kiềm để chuyển Hg_2^{2+} và Hg^{2+} về dạng HgO không tan được thu gom cùng HgS. Tránh sự phân tán các hạt Hg_2^{2+} và Hg^{2+} ra môi trường bên ngoài.	0,25

Câu 12: Trong công nghiệp H_2O_2 có thể điều chế bằng cách cho acid A hoặc acid B tác dụng với nước, sản phẩm của 2 phản ứng này đều là H_2SO_4 và H_2O_2. Biết 1 phân tử A có 8 nguyên tử, trong A nguyên tố oxygen chiếm 70,18% khối lượng, phân tử B chứa nhiều hơn phân tử A 1 nguyên tử S và 3 nguyên tử O.

a. Xác định A, B và viết các phương trình hóa học xảy ra.

b. Hãy viết công thức cấu tạo, cho biết trạng thái lai hóa của các nguyên tử trong A và B (với các nguyên tử có lai hóa), xác định số oxi hóa của các nguyên tử trong A và B.

c. Vì sao A và B đều có tính oxi hóa mạnh và tính acid mạnh. Một trong 2 acid là acid 1 nấc, đó là acid nào, hãy giải thích.

d. Hãy viết phương trình phản ứng của KI lần lượt với A và B, cho biết phản ứng nào giải phóng I_2 nhanh hơn, giải thích.

Hướng dẫn giải:

a.

$A + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + H_2O_2$

$B + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + H_2O_2$

$\Rightarrow$ A, B đều chứa H, O và S. Gọi công thức của A là $H_aS_bO_c$ ta có

$a+b+c=8$ (1) $\Rightarrow a=8-b-c$

$$\frac{16c}{a+32b+16c}=0,7018$$

$$\Rightarrow \frac{16c}{8-b-c+32b+16c}=0,7018$$

$$\Rightarrow \frac{16c}{8+31b+15c}=0,7018$$

Vì $a+b+c=8 \Rightarrow c \leq 6$

Lập bảng giá trị a, b, c:

c	1	2	3	4	**5**	6
b	- ...	0,25	0,5	0,75	**1**	1,25
a					**2**	

Vậy A là H_2SO_5

B là $H_2S_2O_8$

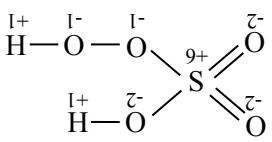
Phương trình phản ứng:

$H_2SO_5 + H_2O \rightarrow H_2O_2 + H_2SO_4$

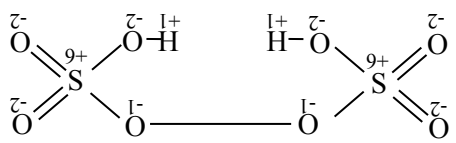
$H_2S_2O_8 + 2H_2O \rightarrow H_2O_2 + 2H_2SO_4$

b.

A



B



Trong các chất trên O có liên kết đơn đều lai hóa sp^3, S lai hóa sp^3

Số oxi hóa của S là +6; O có số oxi hóa -1 hoặc -2

(chú ý nếu xác định số oxi hóa trung bình không cho điểm)

c. Trong A và B đều chứa nhiều O liên kết với S tạo ra nhóm có hiệu ứng liên hợp hút electron làm cho liên kết O-H trong phân tử phân cực mạnh làm A và B có tính acid mạnh.

	Trong A và B nguyên tử oxi có số oxi hóa -1 và phân tử kém bền nên A và B đều có tính oxi hóa mạnh. A là axit một nấc vì có 1 nhóm HO không tạo hiệu ứng liên hợp với gốc acid còn lại làm liên kết HO trong đó kém phân cực.
d.	Phương trình phản ứng $2KI + H_2SO_5 \rightarrow I_2 + K_2SO_4 + H_2O$ (1) $2KI + H_2S_2O_8 \rightarrow I_2 + K_2SO_4 + H_2SO_4$ (2) (1) giải phóng I_2 nhanh hơn (2) vì H_2SO_5 có tính oxi hóa mạnh hơn $H_2S_2O_8$ do phân tử A kém đối xứng hơn B nên A có tính oxi hóa mạnh hơn B.

Câu 13:

Cho 1 mL dung dịch KI 2.10^{-2} M vào 1mL dung dịch hỗn hợp $FeCl_3$ 0,2M và HCl 0,2M, cho thêm vài giọt hồ tinh bột, thu được dung dịch (**A**).

(a) Nêu hiện tượng xảy ra, viết các phương trình phản ứng và giải thích bằng tính toán.

(b) Nhúng dây dẫn Pt vào dung dịch (**A**). Xác định thế điện cực (E_A) của điện cực được tạo bởi dây dẫn Pt với dung dịch (**A**).

Cho biết: $E^o_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = 0{,}770V$; $E^o_{I_2/2I^-} = 0{,}536V$;

Hướng dẫn giải:

(a) Khi thêm 1 mL dung dịch KI 2.10^{-2} M vào 1 mL dung dịch $FeCl_3$ 0,2M và HCl 0,2M.

$C(Fe^{3+}) = 0{,}1M$; $C(I^-) = 10^{-2}M$; $C(H^+) = 0{,}1M$

Trong hệ có phản ứng:

$2Fe^{3+} + 2I^- \rightleftharpoons 2Fe^{2+} + I_2$ $\quad K_1 = 10^{\frac{2\Delta E_{(1)}}{0{,}0592}} = 10^{\frac{2.0{,}234}{0{,}0592}} = 10^{7{,}91}$

$Fe^{3+} + e \rightleftharpoons Fe^{2+}$ $\quad E^o_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = 0{,}770V$

$2I^- \rightleftharpoons I_2 + 2e$ $\quad E^o_{I_2/2I^-} = 0{,}536V$

$\Delta E_{(1)} = 0{,}77 - 0{,}536 = 0{,}234$ V

K_1 lớn nên có thể coi phản ứng (1) xảy ra hoàn toàn:

$2Fe^{3+} + 2I^- \rightarrow 2Fe^{2+} + I_2$

Trước phản ứng (M) $\quad 0{,}1 \quad 10^{-2}$

Sau phản ứng (M) $\quad 9.10^{-2} \quad 0 \quad 10^{-2} \quad 5.10^{-3}$

Dung dịch (A) có : Fe^{2+}; Fe^{3+}; I_2.

Vậy: Dung dịch (A) có màu xanh (hoặc xanh đen) do tạo hỗn hợp I_2 với hồ tinh bột.

(b) Dung dịch (A) có thành phần giới hạn:

$Fe^{2+} : 9.10^{-2}M$; $Fe^{3+} : 10^{-2}M$; $I_2 : 5.10^{-3}M$.

$\Rightarrow E_A = E(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = E^o_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} + \frac{0{,}0592}{1} . \lg([Fe^{3+}]/[Fe^{2+}])$

$= 0{,}77 + \frac{0{,}0592}{1} . \lg(9.10^{-2}/10^{-2}) = 0{,}8265$ (V)

Phần IV: BÀI TẬP CÓ THÔNG TIN ỨNG DỤNG THỰC TẾ

Dạng 1: Lý thuyết

Câu 1. Nước cường toan (còn gọi là Vương thủy) tên tiếng La tinh là aqua regia, tức "nước hoàng gia") là chất ăn mòn mạnh, ở dạng lỏng, màu vàng, dễ bay hơi. Nó được tạo thành bằng cách trộn lẫn dung dịch nitric acid đậm đặc và dung dịch hydrochloric acid đậm đặc, tối ưu là ở tỉ lệ mol 1:3. Nó là một trong số ít thuốc thử có khả năng hòa tan gold (Au) và platin (Pt). Phương trình hòa tan Au như sau:

$$Au + HNO_3 + HCl \longrightarrow AuCl_3 + H_2O + NO.$$

a. Xác định chất oxy hóa, chất khử và viết bán phản ứng của các quá trình oxy hóa, quá trình khử.

b. Cân bằng phương trình trên bằng phương pháp electron.

Hướng dẫn giải:

Bước 1. Xác định số oxy hóa

$$\overset{0}{Au} + H\overset{+5}{N}O_3 + HCl \xrightarrow{t^0} \overset{+3}{Au}Cl_3 + \overset{+2}{N}O + H_2O$$

Bước 2. Xác định chất khử, chất oxy hóa và bán phản ứng

$$\underbrace{\overset{0}{Au}}_{\text{chất khử}} \longrightarrow \overset{+3}{Au} + 3e$$

Sự oxy hóa :

$$\underbrace{\overset{+5}{N}}_{\text{chất oxy hóa}} + 3e \longrightarrow \overset{+2}{N}$$

Sự khử :

Bước 3. Chọn hệ số

$$\begin{array}{l|l} \underbrace{\overset{0}{Au}}_{\text{chất khử}} \longrightarrow \overset{+3}{Au} + 3e & \times 1 \\ \underbrace{\overset{+5}{N}}_{\text{chất oxy hóa}} + 3e \longrightarrow \overset{+2}{N} & \times 1 \end{array}$$

Bước 4. Đưa hệ số vào và kiểm tra

$$Au + HNO_3 + 3HCl \longrightarrow AuCl_3 + 2H_2O + NO.$$

Câu 2. Đa số các loại xe ôtô hiện tại đều chạy bằng nhiên liệu xăng. Ngoại trừ động cơ chạy bằng diesel thì các động cơ đốt cháy xăng bằng bugi. Để bugi hoạt động thì cần dòng điện một chiều tạo ra từ accquy trong oto. Accquy trong xe là "dạng ướt" vì nó chứa dung dịch sulfuric acid (H_2SO_4) (như một chất điện phân dạng lỏng). Điện được tạo ra bằng phản ứng hóa học sau đây:

$$PbO_2 + Pb + H_2SO_4 \longrightarrow PbSO_4 + H_2O$$

Accquy trong oto có thể được dùng trong nhiều năm vì chúng có thể được sạc lại. Khi accquy hoạt động thì nó đóng vai trò là một pin điện hóa, còn khi sạc thì nó đóng vai trò là một thiết bị điện phân.

a. Hãy xác định chất oxy hóa, chất khử và viết sự khử, sự oxy hóa trong phương trình trên.

b. Trình bày cách cân bằng phương trình trên bằng phương pháp electron.

Hướng dẫn giải:

Bước 1. Xác định số oxy hóa

$$\overset{+4}{Pb}O_2 + \overset{0}{Pb} + H_2SO_4 \longrightarrow \overset{+2}{Pb}SO_4 + \quad + H_2O$$

Bước 2. Xác định chất khử, chất oxy hóa và bán phản ứng

$$\underbrace{\overset{0}{Pb}}_{\text{chất khử}} \longrightarrow \overset{+2}{Pb} + 2e$$

Sự oxy hóa :

$$\underbrace{\overset{+4}{Pb}}_{\text{chất oxy hóa}} + 2e \longrightarrow \overset{+2}{Pb}$$

Sự khử :

Bước 3. Chọn hệ số

$$\underbrace{\overset{0}{Pb}}_{\text{chất khử}} \longrightarrow \overset{+2}{Pb} + 2e \quad | \times 1$$

$$\underbrace{\overset{+4}{Pb}}_{\text{chất oxy hoá}} + 2e \longrightarrow \overset{+2}{Pb} \quad | \times 1$$

Bước 4. Đưa hệ số vào và kiểm tra

$$PbO_2 + Pb + 2H_2SO_4 \longrightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$$

Câu 3. Sodium peroxide (Na_2O_2), potassium superoxide (KO_2) là những chất oxy hóa mạnh, dễ dàng hấp thụ khí carbon dioxide và giải phóng khí oxygen. Do đó, chúng được sử dụng trong bình lặn hoặc tàu ngầm để hấp thụ khí carbon dioxide và cung cấp khí oxygen cho con người trong hô hấp theo các phản ứng sau:

$$Na_2O_2 + CO_2 \longrightarrow Na_2CO_3 + O_2.$$

$$KO_2 + CO_2 \longrightarrow K_2CO_3 + O_2.$$

a. Cân bằng các phản ứng biết rằng nguyên tử oxygen trong Na_2O_2, KO_2 là nguyên tố tự oxy hóa-khử.

b. Theo nghiên cứu, khi hô hấp, thể tích khí carbon dioxide một người thải ra xấp xỉ thể tích khí oxygen hít vào. Cần trộn Na_2O_2 và KO_2 theo tỷ lệ mol như thế nào để thể tích khí carbon dioxide hấp thụ bằng thể tích khí oxygen sinh ra?

Hướng dẫn giải:

Xét phương trình: $Na_2O_2 + CO_2 \longrightarrow Na_2CO_3 + O_2.$

Bước 1. Xác định số oxy hóa

$$\overset{+1}{Na_2}\overset{-1}{O_2} + \overset{+4}{C}O_2 \longrightarrow \overset{+1}{Na_2}\overset{+4}{C}\overset{-2}{O_3} + \overset{0}{O_2}$$

Bước 2. Xác định chất khử, chất oxy hóa và bán phản ứng

$$2\underbrace{\overset{-1}{O}}_{\text{chất khử}} \longrightarrow \overset{0}{O_2} + 2e$$

Sự oxy hóa :

$$\underbrace{\overset{-1}{O}}_{\text{chất oxy hoá}} + 1e \longrightarrow \overset{-2}{O}$$

Sự khử :

Bước 3. Chọn hệ số

$$2\underbrace{\overset{-1}{O}}_{\text{chất khử}} \longrightarrow \overset{0}{O_2} + 2e \quad | \times 1$$

$$\underbrace{\overset{-1}{O}}_{\text{chất oxy hoá}} + 1e \longrightarrow \overset{-2}{O} \quad | \times 2$$

Bước 4. Đưa hệ số vào và kiểm tra

$$2Na_2O_2 + 2CO_2 \longrightarrow 2Na_2CO_3 + 1O_2$$

Xét phương trình: $KO_2 + CO_2 \longrightarrow K_2CO_3 + O_2.$

Bước 1. Xác định số oxy hóa

$$\overset{+1}{K}\overset{-1/2}{O_2} + \overset{+4}{C}O_2 \longrightarrow \overset{+1}{K_2}\overset{+4}{C}\overset{-2}{O_3} + \overset{0}{O_2}$$

Bước 2. Xác định chất khử, chất oxy hóa và bán phản ứng

$$2\underbrace{\overset{-1/2}{O}}_{\text{chất khử}} \longrightarrow \overset{0}{O_2} + 1e$$

Sự oxy hóa :

$$\underbrace{\overset{-1}{O}}_{\text{chất oxy hoá}} + 1e \longrightarrow \overset{-2}{O}$$

Sự khử :

Bước 3. Chọn hệ số

$$2\underbrace{\overset{-1/2}{O}}_{\text{chất khử}} \longrightarrow \overset{0}{O_2} + 1e \quad \Big| \times 1$$

$$\underbrace{\overset{-1}{O}}_{\text{chất oxy hoá}} + 1e \longrightarrow \overset{-2}{O} \quad \Big| \times 1$$

Bước 4. Đưa hệ số vào và kiểm tra

$$2KO_2 + CO_2 \longrightarrow K_2CO_3 + \frac{3}{2}O_2$$

b. Từ hai phương trình ta có

$$2Na_2O_2 + 2CO_2 \longrightarrow 2Na_2CO_3 + 1O_2$$

$$a\,(mol) \rightarrow \quad a \qquad\qquad \frac{a}{2}$$

$$2KO_2 + CO_2 \longrightarrow K_2CO_3 + \frac{3}{2}O_2$$

$$b\,(mol) \rightarrow \frac{b}{2} \qquad\qquad \frac{3}{4}b$$

$$\Rightarrow a + \frac{b}{2} = \frac{a}{2} + \frac{3}{4}b \Rightarrow 2a = b \Rightarrow$$

Theo đề thì lượng $CO_2 = O_2$ nên phải trộn Na_2O_2 và KO_2 theo tỷ lệ 1 : 2.

Câu 4: Tiêu chuẩn quốc gia GB 14880 – 1994 quy định hàm lượng iodine có trong muối iodine là từ 20 – 60 mg/kg. Để kiểm tra hàm lượng potassium iodide trong muối ăn có đạt tiêu chuẩn hay không có thể sử dụng phản ứng sau:

$KIO_3 + KI + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + I_2 + H_2O$

a, Xác định chất oxi hóa, chất khử trong phản ứng trên.

b, Cân bằng phản ứng trên bằng phương pháp thăng bằng electron.

c, Nếu cần tạo ra 0,3 mol iodine thì khối lượng muối KIO_3 cần dùng là bao nhiêu gam?

Hình 4.9. Muối iodine

Hướng dẫn giải:

a. $\overset{+5}{K}\overset{-1}{I}O_3 + \overset{-1}{K}I + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + \overset{0}{I_2} + H_2O$

c.oxi hóa c.khử

b.

$$1x \quad \Big| \overset{+5}{2I} + 10e \longrightarrow \overset{0}{I_2}$$

$$5x \quad \Big| \overset{-1}{2I} \longrightarrow \overset{0}{I_2} + 2e$$

$KIO_3 + 5KI + 3H_2SO_4 \rightarrow 3K_2SO_4 + 3I_2 + 3H_2O$

c, $KIO_3 + 5KI + 3H_2SO_4 \rightarrow 3K_2SO_4 + 3I_2 + 3H_2O$

0,1 mol ← 0,3 mol

$$m_{KIO_3} = 0,1.(39 + 127 + 16.3) = 21,4gam$$

Dạng 2: Bài tập

Câu 1. Thuốc súng là một trong 4 phát minh vĩ đại của nước Trung Hoa cổ. Thuốc súng chữ Hán có nghĩa là "hoả dược". Thuốc súng đen gồm ba thành phần cơ bản: sulfur, diêm tiêu (potassium nitrate) và than củi (carbon). Hỗn

hợp ba loại này cháy rất mạnh. Chính vì vậy người ta mới gọi hỗn hợp trên là "hoả dược" (thuốc bốc lửa). Quá trình cháy của thuốc súng đen được mô tả bằng phương trình hóa học sau:

$$KNO_3 + C + S \xrightarrow{t^0} K_2S + CO_2 + N_2$$

a. Cân bằng phương trình trên bằng phương pháp electron.

b. Nếu cho 10 gam thuốc nổ đen (tỷ lệ phần trăm theo khối lượng lần lượt là 75% KNO_3, 15%C, 10%S) thực hiện phản ứng cháy, hãy tính thể tích khí thu được ở đkc (25^{0}C, 1 bar).

Hướng dẫn giải:

a. Cân bằng phản ứng

$$\overset{+5}{K}\overset{+5}{N}O_3 + \overset{0}{C} + \overset{0}{S} \longrightarrow K_2\overset{-2}{S} + \overset{+4}{C}O_2 + \overset{0}{N}_2$$

$\overset{0}{\underset{\text{chất khử}}{C}} \longrightarrow \overset{+4}{C} + 4e$ | $\times 3$

$\overset{0}{\underset{\text{chất oxy hoá}}{S}} + 2e \longrightarrow \overset{-2}{S}$

$2\ \overset{+5}{\underset{\text{chất oxy hoá}}{N}} + 10e \longrightarrow \overset{0}{N_2}$ | $\times 1$

$$2KNO_3 + 3C + S \longrightarrow K_2S + 3CO_2 + N_2$$

b.

Bước 1. Xử lý số liệu

Theo đề, ta có khối lượng các chất là

$$\begin{cases} m_{KNO_3} = 75\%.10 = 7,5\,\text{gam} \Rightarrow n_{KNO_3} = \dfrac{7,5}{101} = 0,0743 \\ m_C = 15\%.10 = 1,5\,\text{gam} \Rightarrow n_C = \dfrac{1,5}{12} = 0,125 \\ m_S = 10\%.10 = 1\,\text{gam} \Rightarrow n_S = \dfrac{10}{32} = 0,3125 \end{cases}$$

$$2KNO_3 + 3C + S \longrightarrow K_2S + 3CO_2 + N_2$$

Ta có: $0,0743 \quad 0,125 \quad 0,3125$

Bước 2. Giải quyết bài toán

Lập tỷ lệ: $\dfrac{0,0743}{2} < \dfrac{0,125}{3} < \dfrac{0,3125}{1} \Rightarrow$ **tính theo KNO_3**

$$\Rightarrow \begin{cases} n_{CO_2} = \dfrac{0,0743.3}{2} = 0,11145 \\ n_{N_2} = \dfrac{0,0743}{2} = 0,03715 \end{cases}$$

$\Rightarrow V_{khí} = (0,11145 + 0,03715).24,79 = 3,68\,(L)$

Câu 2. Sliver (Ag) là một kim loại quý, có thể dùng làm đồ trang sức hoặc làm một số đồ dùng nhà bếp như muỗng bạc, đũa bạc…Tuy nhiên, sau một thời gian thì các đồ dùng bằng bạc thường bị sẫm đen đó là do trong không khí có chứa một lượng hydrogen sulfide (H_2S) nên xảy ra phản ứng như sau:

$$Ag + H_2S + O_2 \longrightarrow Ag_2S + H_2O$$

Chính sliver sulfide màu đen làm các đồ dùng bằng bạc bị sẫm.

a. Cân bằng phương trình trên bằng phương pháp electron.

b. Người ta có thể loại bỏ vết sẫm đen bằng cách dùng hydrogen peoxide (oxy già: H_2O_2) theo phương trình sau:

$$Ag_2S + H_2O_2 \longrightarrow Ag + H_2S + O_2$$

Nếu cho lượng Ag_2S là 2,48 mg thì hãy tính thể tích dung dịch H_2O_2 3% (cho D = 1, 45 g/cm^3) đã sử dụng.

Hướng dẫn giải:

a. Cân bằng phản ứng

$$\overset{0}{Ag} + \overset{0}{O_2} + H_2\overset{-2}{S} \longrightarrow \overset{+1}{Ag}_2\overset{-2}{S} + H_2\overset{-2}{O}$$

$$\begin{cases} \underbrace{\overset{0}{Ag}}_{\text{chất khử}} \longrightarrow \overset{+1}{Ag} + 1e & \times 4 \\ \underbrace{\overset{0}{O_2}}_{\text{chất oxy hóa}} + 4e \longrightarrow 2\overset{-2}{O} & \times 1 \end{cases}$$

$$4Ag + 2H_2S + O_2 \longrightarrow 2Ag_2S + 2H_2O$$

b. Ta có: $n_{Ag_2S} = \dfrac{2,48.10^{-3}}{248} = 10^{-5}\ mol$

$$Ag_2S + H_2O_2 \longrightarrow 2Ag + H_2S + O_2$$
$$10^{-5} \rightarrow \quad 10^{-5}$$

$$m_{H_2O_2} = 10^{-5}.34 = 3,4.10^{-4} \Rightarrow m_{ddH_2O_2} = \frac{3,4.10^{-4}.100}{3} = \frac{17}{1500} \Rightarrow V_{ddH_2O_2} = \frac{\frac{17}{1500}}{1,45} = 7,82.10^{-3}\ mL$$

Câu 3. Alfred Bernhard Nobel là một nhà hóa học, một nhà kỹ nghệ, nhà sản xuất vũ khí, người phát minh ra thuốc nổ và một triệu phú người Thụy Điển. Ông dùng toàn bộ tài sản của mình nhằm sáng lập ra Giải thưởng Nobel. Nguyên tố hóa học Nobelium được đặt theo tên của ông.

Trong các phát minh của ông thì thuốc nổ Dynamite nổi bật nhất. Dynamite là một hỗn hợp của chất thấm hút và nitroglycerin ($C_3H_5N_3O_9$) được nén vào một ống hình trụ được gói lại bằng giấy, dynamite là một thuốc nổ mạnh, khi nổ nó phân hủy nhanh hơn phản ứng cháy. Phương trình phân hủy của nitroglycerin là:

$$C_3H_5N_3O_9 \longrightarrow CO_2 + H_2O + N_2 + O_2$$

Cho biết N trong nitroglycerin có số oxy hóa là +5.

a. Hãy cân bằng phản ứng trên.

b. Phân hủy 34,05 gam nitroglycerin thu được sản phẩm. Cho toàn bộ sản phẩm lội qua dung dịch nước vôi trong dư thì thu được m gam kết tủa trắng. Hãy xác định giá trị m.

Hướng dẫn giải:

a. Cân bằng phản ứng

$$\overset{-\frac{2}{3}}{C_3}H_5\overset{+5}{N_3}\overset{-2}{O_9} \longrightarrow \overset{+4}{C}O_2 + H_2O + \overset{0}{N_2} + \overset{0}{O_2}$$

$$\begin{cases} 12\ \underbrace{\overset{-\frac{2}{3}}{C}}_{\text{chất khử}} \longrightarrow 12\overset{+4}{C} + 56e & \times 1 \\ 2\ \underbrace{\overset{-2}{O}}_{\text{chất khử}} \longrightarrow \overset{0}{O_2} + 4e & \\ 2\ \underbrace{\overset{+5}{N}}_{\text{chất oxy hóa}} + 10e \longrightarrow \overset{0}{N_2} & \times 6 \end{cases}$$

$$4C_3H_5N_3O_9 \longrightarrow 12CO_2 + 10H_2O + 6N_2 + O_2$$

b. Ta có: $n_{C_3H_5N_3O_9} = \frac{34,05}{227} = 0,15\,mol \Rightarrow \begin{cases} 4C_3H_5N_3O_9 \longrightarrow 12CO_2 + 10H_2O + 6N_2 + O_2 \\ 0,15\,mol \rightarrow \quad 0,45\,mol \end{cases}$

Theo đề dẫn qua nước vôi trong nên $n_{CaCO_3} = n_{CO_2} = 0,45\,mol \Rightarrow m_{CaCO_3} = 0,45.100 = 45\,gam$

Câu 4. Copper nitrate ($Cu(NO_3)_2$) được sử dụng làm phụ gia trong gốm sứ, trên bề mặt kim loại, trong một số pháo hoa và cả trong ngành dệt như một chất gắn màu.

Copper nitrate là muối dễ bị phân hủy theo phương trình như sau:

$$Cu(NO_3)_2 \longrightarrow CuO + NO_2 + O_2$$

Nếu nung 15,04 gam $Cu(NO_3)_2$ thì sau một thời gian phản ứng sẽ thu được 8,56 gam chất rắn.

a. Lập phương trình hóa học theo phương pháp electron.

b. Tính phần trăm khối lượng $Cu(NO_3)_2$ bị phân hủy

c. Tính thể tích hỗn hợp khí thu được (đkc)

Hướng dẫn giải:

a.

Bước 1. Xác định số oxy hóa

$$\overset{+2}{Cu}(\overset{+5}{N}\overset{-2}{O_3})_2 \longrightarrow \overset{+2}{Cu}\overset{-2}{O} + \overset{+4}{N}\overset{-2}{O_2} + \overset{0}{O_2}$$

Bước 2. Xác định chất khử, chất oxy hóa và bán phản ứng

Sự oxy hóa : $2\underbrace{\overset{-2}{O}}_{\text{chất khử}} \longrightarrow \overset{0}{O_2} + 4e$

Sự khử : $\underbrace{\overset{+5}{N}}_{\text{chất oxy hóa}} + 1e \longrightarrow \overset{+4}{N}$

Bước 3. Chọn hệ số

$$\begin{vmatrix} 2\underbrace{\overset{-2}{O}}_{\text{chất khử}} \longrightarrow \overset{0}{O_2} + 4e & \times 1 \\ \underbrace{\overset{+5}{N}}_{\text{chất oxy hóa}} + 1e \longrightarrow \overset{+4}{N} & \times 4 \end{vmatrix}$$

Bước 4. Đưa hệ số vào và kiểm tra

$$2Cu(NO_3)_2 \longrightarrow 2CuO + 4NO_2 + O_2$$

b.

Bước 1. Tính số mol các chất (có thể tính ra) theo đề cho

$$n_{Cu(NO_3)_2\ bd} = \frac{\overbrace{m}^{15,04}}{\underbrace{M}_{188}} \Rightarrow n_{Cu(NO_3)_2\ bd} = 0,08\,mol$$

Bài toán yêu cầu tính $Cu(NO_3)_2$ bị phân hủy $\Rightarrow Cu(NO_3)_2$ sẽ còn dư $\Rightarrow$ không đưa số mol của $Cu(NO_3)_2$ vào phương trình

Đặt số mol O_2 là x mol (có thể đặt NO_2, $Cu(NO_3)_2$ tham gia)

Phương trình phản ứng: $\begin{cases} 2Cu(NO_3)_2 \xrightarrow{t^0} 2CuO + 4NO_2 + O_2 \\ \quad 2x \qquad\qquad\quad 2x \quad 4x \quad \leftarrow x\,mol \end{cases}$

BTKL: $15,04 = 8,56 + \underbrace{m_{NO_2}}_{46.4x} + \underbrace{m_{O_2}}_{32x} \Rightarrow 216x + 8,56 = 15,04 \Rightarrow x = 0,03\,mol$

Ta có: $n_{Cu(NO_3)_2\ tham\ gia} = 2\underbrace{x}_{0,03} = 0,06\,mol \Rightarrow m_{Cu(NO_3)_2\ tham\ gia} = 0,06.188 = 11,28\,gam$

c. Hỗn hợp khí thu được gồm $\begin{cases} NO_2 & 4x = 4.0,03 = 0,12\,mol \\ O_2 & 0,03\,mol \end{cases} \Rightarrow V_{hh} = (0,12 + 0,03).24,79 = 3,7185(L)$

Câu 5. Theo Nghị định 100/2019/NĐ-CP quy định xử phạt nồng độ cồn có hiệu lực từ ngày 01/01/2020. Theo luật định, hàm lượng ethanol trong máu người lái xe không vượt quá 0,02% theo khối lượng. Để xác định hàm lượng ethanol trong hơi thở bằng máy đo hơi thở (có chứa hỗn hợp $K_2Cr_2O_7$ và H_2SO_4) theo phương trình như sau:

$$K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 + C_2H_5OH \longrightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + CH_3CHO + H_2O$$

a. Hãy cân bằng phản ứng trên.

b. Người ta có thể xác định hàm lượng ethanol bằng xét nghiệm máu. Nếu khi chuẩn độ 25 gam huyết tương máu của một lái xe cần dùng 20 mL dung dịch $Kr_2Cr_2O_7$ 0,01M. Người lái xe đó có vi phạm luật hay không? Tại sao?

Hướng dẫn giải:

a. Cân bằng phản ứng: $K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 + 3C_2H_5OH \longrightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 3CH_3COOH + 7H_2O$

b. Theo đề: $n_{K_2Cr_2O_7} = 0,01.0,02 = 2.10^{-4}$ **thay vào phương trình**

$K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 + 3C_2H_5OH \longrightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 3CH_3COOH + 7H_2O$

$2.10^{-4}\,mol \rightarrow \qquad 6.10^{-4}\,mol$

Ta có: $m_{C_2H_5OH} = 6.10^{-4}.46 = 0,0276\,gam \Rightarrow C\% = \frac{0,0276}{25}.100 = 0,11\%$

Như vậy thì nồng độ của ethanol của người lái xe lớn hơn quy định (0,02%) nên người lái xe đó vi phạm nghị định 100

Câu 6. Ion Ca^{2+} cần thiết cho máu của người hoạt động bình thường. Nồng độ ion calcium không bình thường là dấu hiệu của bệnh. Để xác định nồng độ ion calcium, người ta lấy mẫu máu, sau đó kết tủa ion calcium dưới dạng calcium oxalate (CaC_2O_4) rồi cho calcium oxalate tác dụng với dụng dịch potassium permanganate trong môi trường acid theo phản ứng sau:

$$KMnO_4 + CaC_2O_4 + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + CaSO_4 + MnSO_3 + CO_2 + H_2O$$

a. Cân bằng phản ứng trên.

b. Giả sử calcium oxalate kết tủa từ 1 mL máu một người tác dụng vừa hết với 2,05 mL dung dịch $KMnO_4$ $4,88.10^{-4}$ M. Xác định nồng độ ion calcium trong máu người đó bằng đơn vị mg Ca^{2+}/100 mL máu.

Hướng dẫn giải:

a. Cân bằng phản ứng:

$2KMnO_4 + 5CaC_2O_4 + 8H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 5CaSO_4 + 2MnSO_4 + 10CO_2 + 8H_2O$

b. Theo đề : $n_{KMnO_4} = 4,88.10^{-4}.2,05 = 10^{-6}\,mol$

$2KMnO_4 + 5CaC_2O_4 + 8H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 5CaSO_4 + 2MnSO_4 + 10CO_2 + 8H_2O$

$10^{-6}\,mol \rightarrow \quad 2,5.10^{-6}\,mol$

Số mol ion Ca^{2+} trong CaC_2O_4 là : $2,5.10^{-6}$ mol

$\Rightarrow$ trong 100 mL máu thì nồng độ ion Ca^{2+} : $2,5.10^{-6}.40.10^3.100 = 10\,mg/mL$

Câu 7: Quặng pyrite có thành phần chính là FeS_2 là nguyên liệu được sử dụng để sản xuất sulfuric acid. Xét phản ứng cháy:

$$FeS_2 + O_2 \xrightarrow{t^o} Fe_2O_3 + SO_2$$

a, Lập phương trình hóa học của phản ứng theo phương pháp thăng bằng electron.

b, Tính thể tích không khí (biết oxygen chiếm 21% về thể tích ở điều kiện chuẩn) cần dùng để đốt cháy hoàn toàn 3,6 tấn FeS_2 trong quặng pyrite.

Hình 4.11 Quặng pyrite

Hướng dẫn giải:

a,

$$\begin{array}{l|l} 4x & \overset{+2}{Fe}\overset{-1}{S_2} \longrightarrow \overset{+3}{Fe} + 2\overset{+4}{S} + 11e \\ 11x & \overset{0}{O_2} + 4e \longrightarrow 2\overset{-2}{O} \end{array}$$

$$4FeS_2 + 11O_2 \xrightarrow{t^o} 2Fe_2O_3 + 8SO_2$$

b,

$$n_{FeS_2} = \frac{3,6.10^6}{120} = 3.10^4 \text{ mol}$$

$$4FeS_2 + 11O_2 \xrightarrow{t^o} 2Fe_2O_3 + 8SO_2$$

$3.10^4 \rightarrow 82500$ mol

$$V_{O_2} = 24,79.82500 = 2045175 \text{ L}$$

$$V_{KK} = 2045175.\frac{100}{21} = 9738928 \text{ L}$$

Câu 8. Tình trạng ô nhiễm nước thải chứa nitrogen vào các nguồn nước đang ngày càng trở nên nghiêm trọng. Các học sinh thuộc đội bảo vệ môi trường của một trường học cho rằng có thể dùng aluminium để khử ion NO_3^- trong nước. Trong quá trình này, ion NO_3^- được khử thành N_2 theo phương trình:

$$Al + NO_3^- + H^+ \rightarrow Al^{3+} + N_2 + H_2O$$

. Ô nhiễm nước thải do chứa nhiều ion nitrate tạo ra từ quá trình sử dụng lượng dư phân đạm khi bón phân bón hoá học

a, Cân bằng phương trình ion thu gọn xảy ra trong quy trình trên bằng phương pháp thăng bằng electron.

b, Xác định chất nhường electron trong phản ứng trên?

c, Để loại bỏ lượng ion NO_3^- trong 100 m^3 nước thải thì khối lượng Aluminium (gam) tối thiểu cần sử dụng là bao nhiêu? (Giả sử rằng tất cả nitrogen trong nước đều ở dạng NO_3^-; 1m^3 nước thải có chứa 0,3 mol NO_3^-).

Hướng dẫn giải:

$$\begin{array}{l|l} 10x & Al \longrightarrow \overset{+3}{Al} + 3e \\ 3x & \overset{+5}{2N} + 2.5e \longrightarrow \overset{0}{N_2} \end{array}$$

$$10Al + 6NO_3^- + 36H^+ \rightarrow 10Al^{3+} + 3N_2 + 18H_2O$$

Chất nhường electron: Al.

c, $10Al + 6NO_3^- + 36H^+ \rightarrow 10Al^{3+} + 3N_2 + 18H_2O$

0,5 mol ← 0,3 mol

$m_{Al} = 0,5.27 = 13,5$ gam.

Cứ $1m^3$ nước thải thì cần 13,5 gam Al.

100 m^3 nước thải cần 1350 gam Al.

Câu 9. Một số loại máy đo nồng độ cồn trong hơi thở dựa trên phản ứng của ethanol (cồn) (C_2H_5OH) có trong hơi thở với hợp chất potassium dichromate trong môi trường sulfuric acid loãng. Phản ứng (chưa được cân bằng) như sau:

$$C_2H_5OH + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \xrightarrow{Ag^+} CH_3COOH + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O \quad (1)$$

Dung dịch chứa ion $Cr_2O_7^{2-}$ ban đầu có màu da cam, khi xảy ra phản ứng **(1)** dưới tác dụng của chất xúc tác ion Ag^+ tạo thành sản phẩm là dung dịch chứa ion **Cr^{3+}** có màu xanh lá cây trong khoảng chưa đến 1,0 phút. Dựa vào sự thay đổi màu sắc này có thể xác định người tham gia giao thông có sử dụng thức uống có cồn hay không. Bảng sau (*trích từ nghị định 46/2016/NĐ-CP)* đưa ra mức độ phạt người tham gia giao thông có sử dụng hàm lượng cồn.

Hình 4.14. Thổi nồng độ cồn.

Mức độ vi phạm	≤ 0,25 mg cồn / 1 lít khí thở	0,25 – 0,4 mg cồn / 1 lít khí thở	> 0,4 mg cồn / 1 lít khí thở
Xe máy	2.000.000 - 3.000.000 triệu đồng	4.000.000 – 5.000.000 triệu đồng	6.000.000 - 8.000.000 triệu đồng

a, Cho Cr (Z= 24), O (Z=8). Tính tổng số electron có trong ion $Cr_2O_7^{2-}$?

b, Cân bằng phản ứng **(1)** theo phương pháp thăng bằng electron, xác định chất oxi hóa, chất khử.

c, Một mẫu hơi thở của người bị nghi vấn có sử dụng cồn khi tham gia giao thông có thể tích 52,5 ml được thổi vào thiết bị Breathalyzer chứa 2,0 ml dung dịch $K_2Cr_2O_7$ nồng độ 0,056 mg/ml trong môi trường acid H_2SO_4 50% và nồng độ ion Ag^+ ổn định 0,25 mg/ml. Biết rằng phản ứng xảy ra hoàn toàn và toàn bộ dung dịch màu da cam chuyển hoàn toàn thành màu xanh lá cây. Hãy tính toán xem người này có vi phạm pháp luật không? Nếu có, thì mức đóng phạt là bao nhiêu?

Hướng dẫn giải:

a. Tổng số electron trong ion $Cr_2O_7^{2-}$: 2.24 + 7.8 + 2 = **106**

$$C_2H_5OH + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \xrightarrow{Ag^+} CH_3COOH + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$$

b. Chất oxi hóa: $K_2Cr_2O_7$; Chất khử: C_2H_5OH

$$3x \mid \overset{-2}{2C} \rightarrow 2\overset{0}{C} + 4e$$

$$2x \mid \overset{+6}{2Cr} + 6e \rightarrow \overset{+3}{2Cr}$$

$$3C_2H_5OH + 2K_2Cr_2O_7 + 8H_2SO_4 \xrightarrow{Ag^+} 3CH_3COOH + 2Cr_2(SO_4)_3 + 2K_2SO_4 + 11H_2O$$

c. $n_{K2Cr2O7} = 2.(0,056.10^{-3}/294) = 3,81.10^{-7}$ mol .

$n_{C2H6O} = 3/2\ n_{K2Cr2O7} = 5,71.10^{-7}$ mol.

$m_{C2H6O} = 2,63.10^{-5}$ gam / 52,5 ml hơi thở.

A. Trong 1000 ml hơi thở có: $(1000.2,63.10^{-3}/52,5) = 5,007.10^{-4}$ gam C_2H_5OH

Hay: 0,5007 mg C_2H_5OH > 0,4 mg → Vi phạm luật giao thông.

Đối chiếu bảng: 0,5007 > 0,4 mg → Mức phạt từ 6 đến 8 triệu đồng.

Câu 10. Sự có mặt của khí SO_2 trong không khí là nguyên nhân chính gây ra hiện tượng mưa acid. Nồng độ của SO_2 có thể xác định bằng cách chuẩn độ với dung dịch pemanganat theo phản ứng sau:

$$SO_2 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow K_2SO_4 + MnSO_4 + H_2SO_4$$

a, Cân bằng phản ứng oxi hoá - khử trên theo phương pháp thăng bằng electron.

b, Biết một mẫu không khí phản ứng vừa đủ với 7,37 mL dung dịch $KMnO_4$ 0,00800 M. Tính khối lượng (gam) của SO_2 có trong mẫu không khí đó.

Hướng dẫn giải:

a, Chất oxi hóa: $KMnO_4$; Chất khử: SO_2

$$2\times \left| \overset{+7}{Mn} + 5e \rightarrow \overset{+2}{Mn} \right.$$

$$5\times \left| \overset{+4}{S} \rightarrow \overset{+6}{S} + 2e \right.$$

$$5SO_2 + 2KMnO_4 + 2H_2O \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 2H_2SO_4$$

b, $n_{KMnO_4} = 7,37.10^{-3}.0,00800 = 5,896.10^{-5}$ mol

$$5SO_2 + 2KMnO_4 + 2H_2O \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 2H_2SO_4$$

$1,474.10^{-4} \leftarrow 5,896.1^{-5}$ (mol)

$m_{SO_2} = 1,474.10^{-4}.649,4336.10^{-3}$ gam

Phần V: BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM (ÍT NHẤT 20 CÂU)

Dạng 1: Lý thuyết

Câu 1: Cho phản ứng: $SO_2 + KMnO_4 + H_2O \longrightarrow K_2SO_4 + MnSO_4 + H_2SO_4$. Trong phương trình hóa học của phản ứng trên, khi hệ số của $KMnO_4$ là 2 thì hệ số của SO_2 là

A. 4. **B.** 5. **C.** 6. **D.** 7.

Hướng dẫn giải:

$5SO_2 + 2KMnO_4 + 2H_2O \rightarrow 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 2H_2SO_4$

Câu 2: Cho phương trình phản ứng:

$aFeSO_4 + bK_2Cr_2O_7 + cH_2SO_4 \longrightarrow dFe_2(SO_4)_3 + eK_2SO_4 + fCr_2(SO_4)_3 + gH_2O.$

Tỉ lệ a : b là

A. 6 : 1. **B.** 2 : 3. **C.** 3 : 2. **D.** 1 : 6.

Hướng dẫn giải:

$6FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O$

Câu 3: Kim loại Mg có thể khử được acid HNO_3 thành khí N_2 theo phản ứng hoá học:

$aMg + b\ HNO_3 \rightarrow cMg(NO_3)_2 + dN_2 + eH_2O$. Tỉ lệ a : b là

A. 1:3. **B.** 5:12. **C.** 3:8. **D.** 4:15.

Hướng dẫn giải:

$5Mg + 12HNO_3 \rightarrow 5Mg(NO_3)_2 + N_2 + 6H_2O$

Câu 4: Trong phản ứng: $Al + HNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + N_2O + H_2O$. Số nguyên tử Al bị oxi hoá và số phân tử HNO_3 bị khử (các số nguyên, tối giản) là

A. 8 và 6. **B.** 4 và 15. **C.** 4 và 3. **D.** 8 và 30.

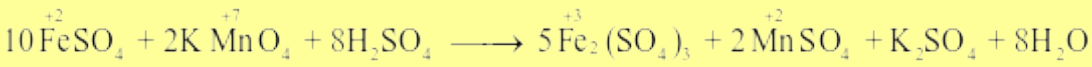
Hướng dẫn giải:

$8Al + 30HNO_3 \rightarrow 8Al(NO_3)_3 + 3N_2O + 15H_2O$

Câu 5: Hàm lượng iron(II) sulfate được xác định qua phản ứng oxi hóa – khử với potassium permanganate: $FeSO_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + MnSO_4 + H_2O$. Tổng hệ số của chất oxi hóa và chất khử là

A. 10. **B.** 20. **C.** 18. **D.** 12.

Hướng dẫn giải



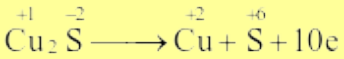
c. khử c. oxi hóa

Câu 6: Khi cho Cu_2S tác dụng với HNO_3 thu được hỗn hợp sản phẩm gồm: $Cu(NO_3)_2$, H_2SO_4, NO và H_2O. Số electron mà 1 mol Cu_2S đã nhường là

A. 2. **B.** 6. **C.** 9. **D.** 10.

Hướng dẫn giải:

$3Cu_2S + 22HNO_3 \rightarrow 6Cu(NO_3)_2 + 3H_2SO_4 + 10NO + 8H_2O$

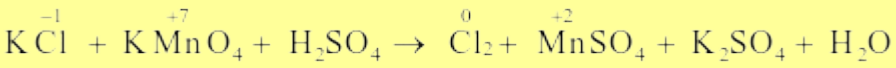


Câu 7: Cho sơ đồ phản ứng: $KCl + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Cl_2 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

Hệ số cân bằng của các chất tham gia phản ứng lần lượt là

A. 10, 2, 8. **B.** 3, 7, 5. **C.** 10, 2, 6. **D.** 2, 5, 8.

Hướng dẫn giải:

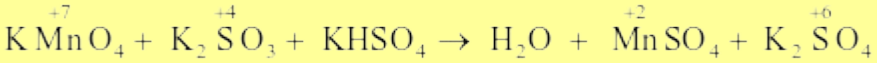


PT: $10KCl + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow 5Cl_2 + 2MnSO_4 + 6K_2SO_4 + 8H_2O$

Câu 8: Trong phương trình phản ứng: $KMnO_4 + K_2SO_3 + KHSO_4 \rightarrow H_2O + MnSO_4 + K_2SO_4$. Tổng hệ số tối giản các chất tham gia gia phản ứng là

A. 15. **B.** 18. **C.** 10. **D.** 13.

Hướng dẫn giải:



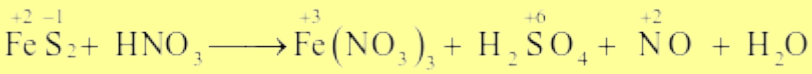
PT: $2KMnO_4 + 5K_2SO_3 + 6KHSO_4 \rightarrow 3H_2O + 2MnSO_4 + 9K_2SO_4$

Tổng hệ số tối giản các chất tham gia gia phản ứng = 2 + 5 + 6 = 13.

Câu 9: Cho sơ đồ phản ứng: $FeS_2 + HNO_3 \xrightarrow{t^0} Fe(NO_3)_3 + H_2SO_4 + NO + H_2O$. Sau khi cân bằng, tổng hệ số cân bằng (tối giản) của phản ứng là

A. 21. **B.** 19. **C.** 23. **D.** 25.

Hướng dẫn giải:



$FeS_2 + 8HNO_3 \rightarrow 2H_2O + 2H_2SO_4 + 5NO + Fe(NO_3)_3$

Tổng hệ số tối giản = 1 + 8 + 2 + 2 + 5 + 1 = 19.

Câu 10: Cho sơ đồ phản ứng: $Fe_3O_4 + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + N_xO_y + H_2O$. Sau khi cân bằng, hệ số của phân tử HNO_3 là

A. 23x-9y. **B.** 23x- 8y. **C.** 46x-18y. **D.** 13x-9y.

Hướng dẫn giải:

$(46x-18y)HNO_3 + (5x-2y)\ Fe_3O_4 \rightarrow (23x-9y)H_2O + (15x-6y)Fe(NO_3)_3 + N_xO_y$

Câu 11: Hệ số cân bằng của Cu_2S và HNO_3 trong phản ứng:

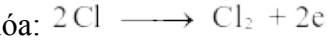
$Cu_2S + HNO_3 \xrightarrow{t^0} Cu(NO_3)_2 + H_2SO_4 + NO + H_2O$ là

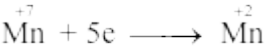
A. 3 và 22. **B.** 3 và 18. **C.** 3 và 10. **D.** 3 và 12.

Hướng dẫn giải:

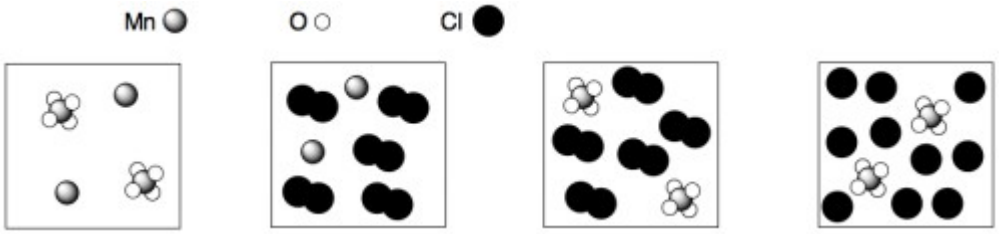
$3Cu_2S + 22HNO_3 \xrightarrow{t^0} 6Cu(NO_3)_2 + 3H_2SO_4 + 10NO + 8H_2O$

Câu 12: Cho các bán phản ứng

Quá trình oxi hóa: 

Quá trình khử: 

Sơ đồ nào sau đây biểu diễn đúng tỉ lệ nguyên tối giản các sản phẩm của phản ứng (bỏ qua ion H^+ và H_2O)?



A. **B.** **C.** **D.**

Hướng dẫn giải

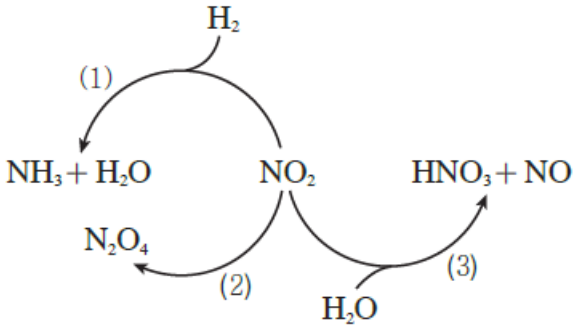
$$5 \times \left| 2\overset{-1}{Cl} \longrightarrow \overset{0}{Cl_2} + 2e \right.$$

$$2 \times \left| \overset{+7}{Mn} + 5e \longrightarrow \overset{+2}{Mn} \right.$$

$$10\overset{-1}{Cl} + 2\overset{+7}{Mn} \longrightarrow 5\overset{0}{Cl_2} + 2\overset{+2}{Mn}$$

=> Tỉ lệ giữa Cl_2 và Mn^{2+} = 5 : 2 => Đáp án B.

Câu 13: Nitrogen dioxide (NO_2) là nguyên liệu điều chế nhiều chất vô cơ. Hình 4.28. Biểu diễn quá trình điều chế một số chất vô cơ từ Nitrogen dioxide.



Hình 4.28. Quá trình điều chế một số chất vô cơ từ Nitrogen dioxide

Cho các phát biểu sau:

(a) Trong phản ứng (1), H_2 là chất khử.

(b) Trong phản ứng (2), NO_2 bị oxi hóa.

(c) Trong quá trình trên, hợp chất chứa nguyên tử N có số oxi hóa cao nhất là HNO_3.

(d) Trong phản ứng (3), H_2O là chất oxi hóa.

Số phát biểu đúng với sơ đồ trên là

A. 1. **B.** 2. **C.** 3. **D.** 4.

Hướng dẫn giải

Phản ứng xảy ra:

(1) $2NO_2 + 7H_2 \xrightarrow{xt} 2NH_3 + 4H_2O$

Oxi hóa khử

=> Phát biểu (a) đúng

(2) $2\overset{+4}{N}O_2 \longrightarrow \overset{+4}{N_2}O_4$

N không thay đổi số oxi hóa => phát biểu (=(b) sai.

(3) $3\overset{+4}{N}O_2 + H_2O \longrightarrow 2H\overset{+5}{N}O_3 + \overset{+2}{N}O$

=> Phát biểu (c) đúng, phát biểu (d) sai (NO_2 vừa là chất khử, vừa là chất oxi hóa)

Câu 14: Phản ứng oxi hóa khử giữa hợp chất của kim loại M và oxalic acid ($H_2C_2O_4$) trong môi trường acid xảy ra như sau:

$$2MO_4^- + aH_2C_2O_4 + bH^+ \longrightarrow 2M^{n+} + cCO_2 + dH_2O$$

(a-d là các số nguyên tối giản nhất)

Biết rằng, khi 1 mol MO_4^- phản ứng thì số mol H_2O sinh ra là 2n mol. Tổng (a + b) có giá trị là

A. 11. **B.** 12. **C.** 13. **D.** 14.

Hướng dẫn giải

2 x $\overset{+7}{M} + (7-n)e \longrightarrow \overset{+n}{M}$

(7-n) x $2\overset{+3}{C} \longrightarrow 2\overset{+4}{C} + 2.1e$

=> $2MO_4^- + (7-n)H_2C_2O_4 + (2+2n)H^+ \longrightarrow 2M^{n+} + (14-2n)CO_2 + 8H_2O$ (*)

Theo bài ra: 1 mol MnO_4^- → 2n mol H_2O

Theo pt (*) 2 mol MnO_4^- → 8 mol H_2O

=> 2.2n = 8 ⇔ n = 2

Vậy tổng a + b = (7-n) + (2+2n) = (7 - 2) + (2 + 2.2) = 11 => **Đáp án A.**

Câu 15: Sodium percarbonate ($Na_2CO_3.3H_2O_2$) có tính oxi hóa nên được dùng làm chất tẩy trắng đa năng, thân thiện với môi trường như bột giặt đồ. Sodium percarbonate có tính chất kép của Na_2CO_3 và H_2O_2. Trong phản ứng với chất nào dưới đây, sodium percarbonate chỉ bị khử?

A. Dung dịch Na_2SO_3. **B.** Dung dịch $KMnO_4$.

C. Clohydric acid loãng. **D.** MnO_2.

Hướng dẫn giải

- $KMnO_4$ và MnO_2 đều là chất oxi hóa => oxi hóa Sodium percarbonate
- HCl là axit, phản ứng với muối carbonate giải phóng khí CO_2, đây là phản ứng trao đổi.

=> Chỉ có đáp án A phù hợp

$3Na_2SO_3 + Na_2CO_3.3H_2O_2 \rightarrow 3Na_2SO_4 + Na_2CO_3 + 3H_2O$

Khử oxi hóa

Câu 16: Cho phương trình hoá học: $Al + HNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + NO + N_2O + H_2O$
(Biết tỉ lệ thể tích NO: N_2O = 3: 1). Sau khi cân bằng phương trình hoá học trên với hệ số các chất là những số nguyên, tối giản thì hệ số của HNO_3 là bao nhiêu ?

A. 64. **B.** 66. **C.** 60. **D.** 62.

Hướng dẫn giải

$\overset{0}{Al} \longrightarrow \overset{+3}{Al} + 3e$ x17

$\overset{+5}{5N} + 17e \longrightarrow 3\overset{+2}{N}O + \overset{+1}{N_2}O$ x3

$17Al + 66HNO_3 \longrightarrow 17Al(NO_3)_3 + 9NO + 3N_2O + 33H_2O$

Câu 17: Cho phản ứng sau: $Fe_3O_4 + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO + NO_2 + H_2O$
Nếu tỉ lệ số mol giữa NO và NO_2 là 1: 2 thì hệ số cân bằng của HNO_3 trong phương trình hoá học trên là bao nhiêu ?

A. 30 **B.** 48 **C.** 38 **D.** 66

Hướng dẫn giải

$(\overset{0}{Fe_3}O_4) \longrightarrow 3\overset{+3}{Fe} + 4\overset{-2}{O} + 1e$ x5

$\overset{+5}{3N} + 5e \longrightarrow \overset{+2}{N}O + 2\overset{+4}{N}O_2$ x1

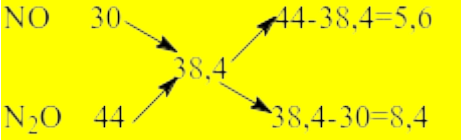
$5Fe_3O_4 + 48HNO_3 \longrightarrow 15Fe(NO_3)_3 + NO + 2NO_2 + 24H_2O$

Câu 18: Cho phương trình phản ứng: $Mg + HNO_3 \rightarrow Mg(NO_3)_2 + NO + N_2O + H_2O$ Nếu tỉ khối của hỗn hợp NO và N_2O đối với H_2 là 19,2. Tỉ lệ số phân tử bị khử và bị oxi hóa là

A. 8: 15 **B.** 11: 28 **C.** 38: 15 **D.** 6: 11

Hướng dẫn giải

$\overline{M} = 19,2.2 = 38,4$



$\Rightarrow \frac{NO}{N_2O} = \frac{5,6}{8,4} = \frac{2}{3}$

$\overset{0}{Mg} \longrightarrow \overset{+2}{Mg} + 2e \quad x15$

$\overset{+5}{8N} + 30e \longrightarrow 2\overset{+2}{N}O + 3\overset{+1}{N_2}O \quad x1$

$15Mg + 38HNO_3 \longrightarrow 15Mg(NO_3)_2 + 2NO + 3N_2O + 19H_2O$

$\Rightarrow \frac{HNO_3}{Mg} = \frac{38}{15}$

Câu 19: Cho phương trình hóa học: Mg + HNO_3 → $Mg(NO_3)_2$ + NO + N_2O + N_2 + H_2O (biết tỉ lệ thể tích của NO: N_2O: N_2 = 27: 2: 11). Sau khi cân bằng hóa học trên với các hệ số là nguyên tố tối giảng thì hệ số của H_2O là

A. 207 **B.** 520 **C.** 260 **D.** 53

Hướng dẫn giải

$\overset{0}{Mg} \longrightarrow \overset{+2}{Mg} + 2e \quad x207$

$53\overset{+5}{N} + 207e \longrightarrow 27\overset{+2}{N}O + 2\overset{+1}{N_2}O + 11\overset{0}{N_2} \quad x2$

$207Mg + 520HNO_3 \longrightarrow 207Mg(NO_3)_2 + 54NO + 4N_2O + 22N_2 + 260H_2O$

Câu 20: Xét phản ứng: Fe_xO_y + H_2SO_4 → $Fe_2(SO_4)_3$ + SO_2 + H_2O. Hệ số cân bằng của H_2SO_4 là

A. 3x – y. **B.** 3x – 2y. **C.** 6x – y. **D.** 6x – 2y.

Hướng dẫn giải

$\overset{+6}{S} + 2e \longrightarrow \overset{+4}{S} \quad x(3x-2y)$

$(\overset{0}{Fe_xO_y}) \longrightarrow x\overset{+3}{Fe} + y\overset{-2}{O} + (3x-2y)e \quad x2$

$2Fe_xO_y + (6x-2y)H_2SO_4 \longrightarrow xFe_2(SO_4)_3 + (3x-2y)SO_2 + (6x-2y)H_2O$

Câu 21: Cho phương trình hoá học: Fe_3O_4 + HNO_3 → $Fe(NO_3)_3$ + N_xO_y + H_2O

Sau khi cân bằng phương trình hoá học trên với hệ số của các chất là những số nguyên, tối giản thì hệ số của HNO_3 là

A. 46x - 18y **B.** 13x - 9y. **C.** 45x - 18y. **D.** 23x - 9y.

Hướng dẫn giải

$(\overset{0}{Fe_3O_4}) \longrightarrow 3\overset{+3}{Fe} + 4\overset{-2}{O} + 1e \quad \times(5x-2y)$

$x\overset{+5}{N} + y\overset{-2}{O} + (5x-2y)e \longrightarrow (\overset{0}{N_xO_y}) \quad \times 1$

$(5x-2y)Fe_3O_4 + (46x-18y)HNO_3 \longrightarrow (15x-6y)Fe(NO_3)_3 + N_xO_y + (23x-9y)H_2O$

Dạng 2: Bài tập

Câu 1. Hòa tan hoàn toàn 43,74 gam kim loại M trong dung dịch HNO_3 loãng, nóng thu được 3,34665 lít khí NO (đkc). Cho biết: $M + HNO_3 \longrightarrow M(NO_3)_n + NO + H_2O$. Kim loại M là

A. Mg **B.** Al **C.** Zn. **D.** Ag.

Hướng dẫn giải

Theo đề: $n_{NO} = \frac{3,34665}{24,79} = 0,135\ mol$

Ta có:

$$\overset{0}{M} \longrightarrow \overset{+n}{M} + ne \qquad \overset{+5}{N} + 3e \longrightarrow \overset{+2}{N}$$

$$x \rightarrow \quad nx\ mol \qquad 0,405 \leftarrow 0,135\ mol$$

$$n.x = 0,405 \Rightarrow x = \frac{0,405}{n} mol \Rightarrow M_M = \frac{43,74}{\frac{0,405}{n}} = 108n \Rightarrow \begin{cases} n = 1 \\ M_M = 108 \end{cases} \Rightarrow$$

BT electron: **M là Ag**

Câu 2. Hoà tan hoàn toàn 19,2 gam một kim loại M trong dung dịch HNO_3 ta thu được 4,958 lít NO (đkc). Kim loại M là (cho biết phương trình phản ứng: $M + HNO_3 \longrightarrow M(NO_3)_n + NO + H_2O$)

A. Zn = 65. **B.** Fe = 56. **C.** Mg = 24. **D.** Cu = 64.

Hướng dẫn giải

Theo đề: $n_{NO} = \frac{4,958}{24,79} = 0,2\ mol$

$$\overset{0}{M} \longrightarrow \overset{+n}{M} + ne \qquad \overset{+5}{N} + 3e \longrightarrow \overset{+2}{N}$$

Ta có: $x \rightarrow \quad nx\ mol \qquad 0,6 \leftarrow 0,2\ mol$

$$n.x = 0,6 \Rightarrow x = \frac{0,6}{n} mol \Rightarrow M_M = \frac{19,2}{\frac{0,6}{n}} = 32n \Rightarrow \begin{cases} n = 2 \\ M_M = 64 \end{cases} \Rightarrow$$

BT electron: **M là Cu**

Câu 3. Hòa tan hoàn toàn 1,35 gam một kim loại R bằng dung dịch HNO_3 loãng dư thu được 2,479 lít hỗn hợp khí gồm NO và NO_2 (đktc) có tỉ khối so với H_2 bằng 21. Kim loại R là (cho biết phương trình phản ứng: $M + HNO_3 \longrightarrow M(NO_3)_n + NO + H_2O$ $\qquad$ $M + HNO_3 \longrightarrow M(NO_3)_n + NO_2 + H_2O$)

A. Al **B.** Cu **C.** Fe **D.** Cr

Hướng dẫn giải

Theo đề:

$$\begin{cases} n_{khi} = \frac{2,479}{24,79} = 0,1\ mol \\ d_{khi\ H_2} = 21 \Leftrightarrow \frac{\overline{M_{khi}}}{M_{H_2}} = 21 \Rightarrow \overline{M_{khi}} = 42 \end{cases}$$

Ta có:

$$\begin{cases} NO & x\ mol \\ NO_2 & y\ mol \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x + y = 0,1 \\ (30-42)x + (46-42)y = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,025 \\ y = 0,075 \end{cases}$$

$$\overset{0}{M} \longrightarrow \overset{+n}{M} + ne \qquad \overset{+5}{N} + 3e \longrightarrow \overset{+2}{N}$$

$$x \rightarrow \quad nx\ mol \qquad 0,075 \leftarrow 0,025\ mol$$

$$\overset{+5}{N} + \quad e \longrightarrow \overset{+4}{N}$$

Ta có: $0,075 \leftarrow 0,075\ mol$

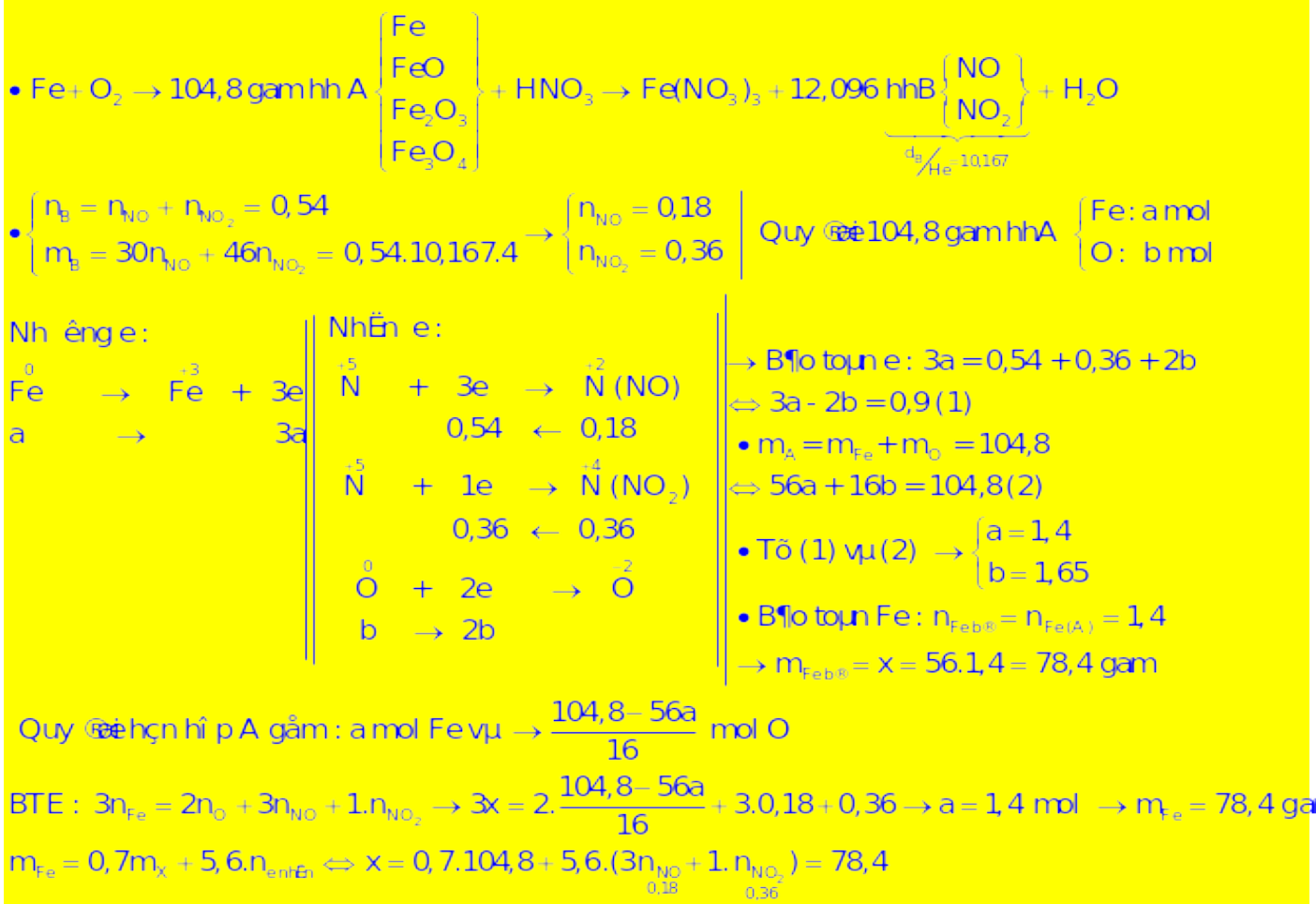
$$n.x = 0,075 + 0,075 \Rightarrow x = \frac{0,15}{n} mol \Rightarrow M_M = \frac{1,35}{\frac{0,15}{n}} = 9n \Rightarrow \begin{cases} n = 3 \\ M_M = 27 \end{cases} \Rightarrow$$

BT electron: **M là Al**

Câu 4. Nung x gam Fe trong không khí, thu được 104,8 gam hh rắn A gồm: Fe, FeO, Fe_2O_3, Fe_3O_4. Hoà tan A trong dd HNO_3 dư thu được dd B và 12,096 lit hh hợp khí NO và NO_2 (đktc) có tỉ khối đối với He là 10,167. Khối lượng x là:

A. 56 gam **B.** 68,2 gam **C.** 84 gam **D.** 78,4 gam

Hướng dẫn giải



Câu 5. Theo nghiên cứu, khi hô hấp, thể tích khí carbonic một người thải ra xấp xỉ thể tích khí oxygen hít vào. Vậy cần trộn Na_2O_2 và KO_2 theo tỉ lệ số mol như thế nào để thể tích khí carbonic hấp thụ bằng thể tích khí oxygen sinh ra? Biết phương trình hoá học của phản ứng xảy ra như sau:

(1) $Na_2O_2 + CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 + O_2$

(2) $KO_2 + CO_2 \rightarrow K_2CO_3 + O_2$

A. 2 : 1. **B.** 1 : 2. **C.** 1 : 3. **D.** 3 : 1.

Hướng dẫn giải:

$2Na_2O_2 + 2CO_2 \rightarrow 2Na_2CO_3 + O_2$

x x 0,5x mol

$4KO_2 + 2CO_2 \rightarrow 2K_2CO_3 + 3O_2$

y 0,5y 0,75y mol

Để thể tích khí carbonic hấp thụ bằng thể tích khí oxygen sinh ra ta có

0,5x + 0,75y = x + 0,5y

=> x : y = 1 : 2

Câu 6. Để xác định hàm lượng iron (II) sulfate người ta sử dụng phản ứng oxi hóa khử như sau: $FeSO_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + MnSO_4 + H_2O$. Thể tích (mL) dung dịch $KMnO_4$ 0,03M để phản ứng vừa đủ với 20 mL dung dịch $FeSO_4$ 0,150M có giá trị thỏa mãn là

A. 20. **B.** 10. **C.** 40. **D.** 60.

Hướng dẫn giải:

$n_{FeSO_4} = 3.10^{-3}$ mol

$10\overset{+2}{Fe}SO_4 + 2K\overset{+7}{Mn}O_4 + 8H_2SO_4 \longrightarrow 5\overset{+3}{Fe_2}(SO_4)_3 + 2\overset{+2}{Mn}SO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$

3.10^{-3} mol 6.10^{-4} mol

$V_{KMnO_4} = 0,02$ L = 20 mL

Câu 7. Một người khỏe mạnh nặng 50 kg có chứa 2 gam iron (sắt), tồn tại ở dạng Fe^{2+} và Fe^{3+}. Ion Fe^{2+} dễ hấp thu nên khi bổ sung iron cho bệnh nhân thiếu máu cần bổ sung các loại muối iron (II) như iron (II) sulfate, iron (II) fumarate, … Uống vitamin C có thể chuyển hóa Fe^{3+} trong thực phẩm thành Fe^{2+}, có lợi cho quá trình hấp thu iron của cơ thể.

a, Trong quá trình chuyển hóa Fe^{3+} thành Fe^{2+}, ion Fe^{3+} đóng vai trò là chất _____(1)

b, *"Uống vitamin C có thể chuyển hóa Fe^{3+} trong thực phẩm thành Fe^{2+}"* - điều này có nghĩa vitamin C hoạt động như một chất _____ (2) trong phản ứng với Fe^{3+}.

c, Một loại bột yến mạch bán trên thị trường có chứa lượng nhỏ nano iron, và những bột sắt này bị hòa tan dưới tác dụng của acid trong dịch vị dạ dày. Phương trình hóa học của phản ứng là _____(3).

d, Công thức cho một bữa ăn tối mà nhà ăn dành cho học sinh là: bánh mì, sữa, trứng, cơm, ớt, đậu đen ngâm giấm. Trong số thực phẩm đó thực phẩm giàu vitamin C là _____(4), và chất bảo quản thông thường sử dụng trong giấm là ____(5). Để chứng minh trong sữa không có nước cơm được thêm vào, học sinh A đã lấy một lượng nhỏ sữa và thêm dung dịch ____(6) vào, nếu thấy hiện tượng ____ (7) xuất hiện chứng tỏ sữa có thêm nước cơm.

e, Học sinh A, đã ăn 2 gam muối iodine (KIO_3) trong bữa tối, tính khối lượng iodine (mg) mà học sinh A đã bổ sung trong bữa ăn tối. Giả sử trong 1 kg muối iodine chứa 40 mg KIO_3.

Hướng dẫn giải

a, (1) oxi hóa

b, (2) khử

c, (3) $Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$

d, (4) ớt; (5) benzoic acid; (6) iodine; (7) màu xanh tím

e, Khối lượng KIO_3 trong 2 gam muối = $2 \times \frac{40}{1000} = 0,08$ mg

Khối lượng iodine trong 2 gam muối = $\frac{0,08}{214} \times 127 = 0,047$ mg

$m_1 = \frac{2}{184} \times 127 = 1,38$ gam

Câu 8. Một nhà máy nước sử dụng 5 mg Cl_2 để khử trùng 1 lít nước sinh hoạt. Khối lượng Cl_2 (kg) nhà máy cần dùng để khử trùng 40 000 m3 nước sinh hoạt là

A. 200kg. **B.** 300kg. **C.** 400kg. **D.** 500kg.

Hướng dẫn giải:

Đổi 40 000 $m^3 = 4.10^7$ $dm^3 = 4.10^7$ L

5 mg Cl_2 để khử trùng 1 L nước

x mg Cl_2 để khử trùng 4.10^7 L nước

=> x = 5 x 4.10^7 = 2.10^8 (mg) = 200 kg

Vậy cần 200 kg Cl_2 để khử trùng 40 000 m^3 nước sinh hoạt.

Câu 9. Việt Nam là nước xuất khẩu thuỷ sản thứ 3 trên thế giới, sau Na Uy và Trung Quốc (Theo Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn Việt Nam, tháng 12/2022) xuất khẩu tới hơn 170 nước trên thế giới, trong có thị trường lớn như Mỹ và Châu Âu, được xem là thị trường khó tính, nên tiêu chuẩn chất lượng được kiểm soát chặt chẽ trước khi nhập nguyên liệu và sau khi thành phẩm, đóng gói. Trong danh mục tiêu chuẩn chất lượng sản phẩm có chỉ tiêu về dư lượng chlorile không vượt quá 1mg/l (chlorile sử dụng trong quá trình sơ chế nguyên liệu để diệt vi sinh vật).

Phương pháp chuẩn độ iodine – thiosulfate được dùng để xác định dư lượng chlorile trong thực phẩm theo phương trình:

$$Cl_2 + 2\ KI \rightarrow 2\ KCl + I_2$$

I_2 được nhận biết bằng hồ tinh bột I_2 bị khử bởi dung dịch chuẩn sodiumthiosulfate theo phương trình

$$I_2 + 2\ Na_2S_2O_3 \rightarrow 2\ NaI + Na_2S_4O_6$$

Dựa vào thể tích dung dịch $Na_2S_2O_3$ phản ứng, tính được dư lượng chlorile trong dung dịch mẫu.

Tiến hành chuẩn độ 100 ml dung dịch dung dịch mẫu bằng dung dịch $Na_2S_2O_3$ 0,01M, thể tích $Na_2S_2O_3$ dùng hết 0,28 ml (dụng cụ chứa dung dịch chuẩn $Na_2S_2O_3$ là loại microburet 1ml, vạch chia 0,01ml). Mẫu sản phẩm trên đủ tiêu chuẩn về dư lượng chlorile cho phép để xuất khẩu không? Giải thích.

Hướng dẫn giải

Phương trình hoá học của phản ứng:

$$Cl_2 + 2\ KI \rightarrow 2\ KCl + I_2$$

$$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \rightarrow 2\ NaI + Na_2S_4O_6$$

Tính theo đơn vị ml và mg.

Số mol $Na_2S_2O_3$ phản ứng: $n = 0,01 \times 0,28 = 2,8 \times 10^{-3} (mol)$

Theo tỉ lệ các chất trong phương trình , số mol Cl_2 bằng ½ số mol $Na_2S_2O_3$:

$$n = 1,4 \times 10^{-3} (mol)$$

Khối lượng Cl_2 có trong 100 ml dung dịch mẫu cần kiểm tra:

$$m = 1,4 \times 10^{-3} \times 71 = 0,0994 (mg)$$

Trong 1 lít dung dịch mẫu, khối lượng Cl_2 là: 0,0994 x 10 = 0,944 (mg).

So sánh với tiêu chuẩn chất lượng sản phẩm về dư lượng chlorine không vượt qua 1mg/L, mẫu sản phẩm trên đủ tiêu chuẩn xuất khẩu.

Câu 10. Ion Ca^{2+} cần thiết cho máu của người hoạt động bình thường. Nồng độ ion calcium không bình thường là dấu hiệu của bệnh. Để xác định nồng độ ion calcium, người ta lấy mẫu máu, sau đó kết tủa ion calcium dưới dạng calcium oxalate (CaC_2O_4) rồi cho calcium oxalate tác dụng với dung dịch potassium permanganate trong môi trường axit theo phản ứng sau:

$$KMnO_4 + CaC_2O_4 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + K_2SO_4 + MnSO_4 + CO_2 \uparrow + H_2O$$

a) Cân bằng phương trình phản ứng.

b) Giả sử calcium oxalate kết tủa từ 1 mL máu một người tác dụng vừa hết với 2,05 mL dung dịch potassium permanganate ($KMnO_4$) $4,88.10^{-4}$ M. Xác định nồng độ ion calcium trong máu người đó bằng đơn vị Ca^{2+}/100mL máu.

Hướng dẫn giải

a. Cân bằng PTPU

$$2K\overset{+7}{Mn}O_4 + 5Ca\overset{+3}{C}_2O_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow 5CaSO_4 + K_2SO_4 + 2\overset{+2}{Mn}SO_4 + 5\overset{+4}{C}O_2 \uparrow + 4H_2O$$

$$1x \left| \overset{+7}{Mn} + 5e \rightarrow \overset{+2}{Mn} \right.$$

$$5x \left| \overset{+3}{C} \rightarrow \overset{+4}{C} + 1e \right.$$

b. Số mol $KMnO_4$ cần dùng để phản ứng hết với calcium oxalate kết tủa từ 1 mLmáu là 10^{-6} mol.

Từ PTPƯ ta có $n_{CaSO_4} = 2,5x10^{-6}$ mol

⇨ Khối lượng ion calcium (mg) trong 100 mL máu là:

c) 2,5 x 10^{-6} x 40 x 10^3 x 100 = 10 mg/100mL.