

PHẦN A: LÍ THUYẾT

I. KHÁI QUÁT VỀ NHÓM OXYGEN

- Nhóm oxygen (nhóm VIA) gồm: O, S, Se, Te, Po* (Po là nguyên tố phóng xạ).
- Cấu hình của các nguyên tố nhóm oxygen có dạng: ns^2np^4 . Các nguyên tố nhóm oxygen có tính oxi hóa.
- Oxygen (O_2): Chất khí, phổ biến nhất trên trái đất; Sulfur (S): chất rắn màu vàng; Selenium (S): chất bán dẫn màu nâu đỏ; Tellurium (Te): chất rắn, màu xám.
- Từ O \rightarrow S \rightarrow Se \rightarrow Te: Tính oxi hóa, tính phi kim, độ âm điện của các nguyên tố giảm dần.
- Trong các hợp chất, O thường có số oxi hóa -2; các nguyên tố S, Se, Te ngoài số oxi hóa -2 còn có các số oxi hóa +4, +6.

II. SULFUR

1. Vị trí và cấu tạo: S (Z = 16): $1s^22s^22p^63s^23p^4$: thuộc ô số 16, chu kì 3, nhóm VIA.

2. Tính chất vật lí

- Sulfur là chất rắn, màu vàng, có 2 dạng thù hình là tà phương (S_α) và đơn tà (S_β)

3. Tính chất hóa học

- Sulfur có các số oxi hóa -2, 0, +4, +6 \Rightarrow Đơn chất S^0 vừa có tính oxi hóa, vừa có tính khử.

♦ Tính oxi hóa: $S^0 \rightarrow S^{-2}$

+ Tác dụng với kim loại $\xrightarrow{t^\circ}$ Muối sulfide: $Hg + S \rightarrow HgS$

(xảy ra ở điều kiện thường \Rightarrow dùng bột sulfur để khử độc thủy ngân trong phòng thí nghiệm)

+ Tác dụng với H_2 : $H_2 + S \xrightarrow{t^\circ} H_2S$

♦ Tính khử: $S^0 \rightarrow S^{+4}, S^{+6}$.

+ Tác dụng với phi kim: $S + O_2 \xrightarrow{t^\circ} SO_2$; $S + F_2 \xrightarrow{t^\circ} SF_6$

III. HỢP CHẤT CỦA SULFUR

1. Hydrogen sulfide và sulfur dioxide

	Hiđrosunfua (H_2S : H – S – H)	Lưu huỳnh đioxit (SO_2 : O=S→O)
Tính chất vật lí	- Khí không màu, mùi trứng thối, rất độc. - Nặng hơn không khí, tan ít trong nước.	- Khí không màu, mùi hắc, độc, gây hiện tượng mưa acid. - Nặng hơn không khí, tan nhiều trong nước.
Tính chất hóa học	♦ Có tính acid rất yếu: Hòa tan vào nước được dung dịch sulfuric acid. Tác dụng với base có thể sinh ra 2 loại muối: S^{2-} hoặc HS^- tùy tỉ lệ. $H_2S + NaOH \rightarrow NaHS + H_2O$ $H_2S + 2NaOH \rightarrow Na_2S + H_2O$ ♦ Có tính khử mạnh: $S^{2-} \rightarrow S^0, S^{+4}, S^{+6}$. $2H_2S + O_2 \text{ (thiếu)} \rightarrow 2S + 2H_2O$ $2H_2S + 3O_2 \text{ (dư)} \xrightarrow{t^\circ} 2SO_2 + 2H_2O$	♦ Là một acidic oxide: Tác dụng với base có thể sinh ra 2 loại muối SO_3^{2-} hoặc HSO_3^- . $SO_2 + NaOH \rightarrow NaHSO_3$ $SO_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_3 + H_2O$ ♦ Có tính khử: $S^{+4} \rightarrow S^{+6}$ $SO_2 + O_2 \xrightarrow{V_2O_5, t^\circ} SO_3$ $SO_2 + 4Br_2 + 4H_2O \rightarrow 8HBr + H_2SO_4$ ♦ Có tính oxi hóa: $S^{+4} \rightarrow S^0$ $SO_2 + 2H_2S \rightarrow 3S + 2H_2O$

	$H_2S + 4Cl_2 + 4H_2O \rightarrow 8HCl + H_2SO_4$	$SO_2 + 2Mg \rightarrow S + 2MgO$	
Điều chế	Phòng thí nghiệm: $FeS + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2S\uparrow$ Công nghiệp: Không điều chế	Phòng thí nghiệm: $Na_2SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + SO_2 + H_2O$ Công nghiệp: $4FeS_2 + 11O_2 \xrightarrow{t^o} 2Fe_2O_3 + 8SO_2$	

2. Muối sulfide

- Nhóm 1: Tan trong nước, tan trong acid: K, Na, Ba, Ca, Mg, Al.
- Nhóm 2: Không tan trong nước, tan trong acid: Zn, Fe, Ni, Sn.
- Nhóm 3: Không tan trong nước, không tan trong acid: Pb, Cu, Hg, Ag.
- Một số muối sulfide có màu đặc trưng: $ZnS \downarrow$ trắng; $CuS, FeS, Ag_2S \downarrow$ màu đen, $CdS \downarrow$ màu vàng, $MnS \downarrow$ màu hồng.

3. Sulfide trioxide (SO₃)

- Là chất lỏng, không màu tan trong nước tạo thành sulfuric acid: $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$.
- Khi tan trong H_2SO_4 đặc tạo hợp chất oleum: $H_2SO_4.nSO_3$.
- Tác dụng với basic oxide và base \rightarrow muối + H_2O : $BaO + SO_3 \rightarrow BaSO_4$; $SO_3 + NaOH \rightarrow Na_2SO_4$.

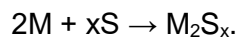
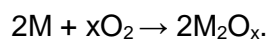
PHẦN B: BÀI TẬP ĐƯỢC PHÂN DẠNG

Dạng 1: Đơn chất Oxygen, sulfur tác dụng với kim loại.

- Phương pháp:

+ Với O_2 phản ứng đưa kim loại lên số oxi hóa cao hoặc thấp, còn với **S** phản ứng đưa kim loại lên số oxi hóa thấp hơn.

+ Phương trình phản ứng tổng quát:



+ Phương pháp giải: áp dụng định luật bảo toàn khối lượng, bảo toàn electron, bảo toàn nguyên tố.

- Ví dụ minh họa:

Ví dụ 1: Oxi hoá hoàn toàn **m** gam hỗn hợp X gồm Cu và Al có tỉ lệ mol 1:1 thu được 13,1 gam hỗn hợp Y gồm các oxide. Tính **m**.

Hướng dẫn giải

Gọi a là số mol mỗi kim loại Cu, Al trong hỗn hợp X.

BTNT Cu, Al: $n_{CuO} = n_{Cu} = a$; $n_{Al_2O_3} = 1/2n_{Al} = 0,5a$

BTKL: $80a + 102.0,5a = 13,1 \Rightarrow a = 0,1 \text{ mol}$

$m = 64.0,1 + 27.0,1 = 9,1 \text{ gam}$

Ví dụ 2: Nung một hỗn hợp gồm 4,8 gam bột Mg và 3,2 gam bột S trong một ống nghiệm đậy kín. Tính khối lượng chất rắn thu được sau phản ứng.

Hướng dẫn giải

BTKL: $m_{\text{rắn}} = m_{\text{Mg}} + m_{\text{S}} = 4,8 + 3,2 = 8 \text{ gam}$

- Bài tập

Câu 1: Đốt cháy hoàn toàn 13 gam một kim loại hóa trị II trong oxi dư đến khối lượng không đổi thu được 16,2 gam chất rắn X. Xác định kim loại.

Hướng dẫn giải

Gọi kim loại cần tìm là M.

BTKL: $m_{\text{O}_2} = 16,2 - 13 = 3,2 \text{ gam} \Rightarrow n_{\text{O}_2} = 3,2/32 = 0,1 \text{ mol}$

BTE: $2n_{\text{M}} = 4n_{\text{O}_2} \Rightarrow n_{\text{M}} = 0,2 \text{ mol} \Rightarrow M_{\text{M}} = 13/0,2 = 65 \text{ gam/mol} \Rightarrow \text{Kim Loại Zn (Zinc)}$.

Câu 2: Cho 7,2 gam kim loại M, có hoá trị không đổi trong hợp chất, phản ứng hoàn toàn với hỗn hợp khí X gồm Cl_2 và O_2 . Sau phản ứng thu được 23,0 gam chất rắn Y và thể tích hỗn hợp khí đã phản ứng là 5,6 lít (ở đktc). Xác định kim loại M.

Hướng dẫn giải

Đặt $n_{\text{Cl}_2} = x, n_{\text{O}_2} = y$

BTKL: $m_{\text{X}} = 23 - 7,2 = 15,8 \text{ gam} \Rightarrow 71x + 32y = 15,8 \text{ (1)}$

$n_{\text{X}} = 5,6 / 22,4 = 0,25 \text{ mol} \Rightarrow x + y = 0,25 \text{ (2)}$

Giải (1) và (2) ta được: $x = 0,2 \text{ mol}, y = 0,05 \text{ mol}$

Gọi a là hoá trị của kim loại M

BTE: $a.n_{\text{M}} = 2n_{\text{Cl}_2} + 4n_{\text{O}_2} \Rightarrow n_{\text{M}} = 0,6/a$

$M_{\text{M}} = 12a \Rightarrow a=2, M_{\text{M}} = 24 \text{ g/mol} \Rightarrow \text{Mg}$

Câu 3: Cho 11,2 gam hỗn hợp Cu và kim loại X (hóa trị II) có tỉ lệ số mol tương ứng là 1:2 tác dụng với O_2 (dư) thu được 16 gam hỗn hợp hai oxide. Xác định X.

Câu 4: Cho 11,1 gam hỗn hợp ba kim loại Na, Ca và kim loại M (hóa trị II) có tỉ lệ số mol tương ứng là 1:1:2 tác dụng với O_2 (dư) thu được 16,7 gam hỗn hợp ba oxide. Xác định M.

Câu 5: Cho 7,84 lít hỗn hợp khí X (đktc) gồm Cl_2 và O_2 phản ứng vừa đủ với 11,1 gam hỗn hợp Y gồm Mg và Al, thu được 30,1 gam hỗn hợp Z. Tính phần trăm khối lượng của Al trong Y.

Câu 6: Cho hỗn hợp Zn và Al có tỉ lệ mol 1:2 tác dụng vừa đủ với 2,24 lít khí O_2 (đktc) thu được hỗn hợp hai oxide. Tính thành phần phần trăm khối lượng mỗi kim loại trong hỗn hợp ban đầu.

Câu 7: Cho 6,45 gam hỗn hợp Zn và kim loại M (hóa trị II) có tỉ lệ số mol tương ứng là 1:1 tác dụng với O₂ (dư) thu được 8,05 gam hỗn hợp hai oxide. Xác định kim loại M.

Câu 8: Cho 8,73 gam hỗn hợp bốn kim loại Mg, Fe, Al và kim loại M (hóa trị II) có tỉ lệ số mol tương ứng là 1:2:1:2 tác dụng với O₂ (dư) thu được 12,17 gam hỗn hợp bốn oxide. Xác định kim loại M.

Câu 9: Hỗn hợp khí X gồm chlorine và oxygen. Cho X phản ứng vừa hết với một hỗn hợp Y gồm 4,8 gam Mg và 8,1 gam Al, sau phản ứng thu được 37,05 gam hỗn hợp rắn Z gồm muối chloride và oxide của 2 kim loại. Tính phần trăm theo khối lượng của chlorine trong hỗn hợp X.

Câu 10: Nung nóng hỗn hợp bột X gồm a mol Fe và b mol S trong khí trơ, hiệu suất phản ứng bằng 50%, thu được hỗn hợp rắn Y. Cho Y vào dung dịch HCl dư, sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được hỗn hợp khí Z có tỉ khối so với H₂ bằng 5. Tìm tỉ lệ a : b.

Câu 11: Trộn 5,6 gam bột sắt với 2,4 gam bột sulfur rồi nung nóng (trong điều kiện không có không khí), thu được hỗn hợp rắn M. Cho M tác dụng với lượng dư dung dịch HCl, giải phóng hỗn hợp khí X và còn lại một phần không tan G. Để đốt cháy hoàn toàn X và G cần vừa đủ V lít khí O₂ (ở đktc). Tính V.

Câu 12: Nung 20,8 gam hỗn hợp X gồm bột sắt và sulfur trong bình chân không thu được hỗn hợp Y. Cho toàn bộ Y tác dụng với dung dịch HCl dư, thu được m gam chất rắn không tan và 4,48 lít (ở đktc) hỗn hợp khí Z có tỉ khối so với H₂ bằng 9. Tính m.

Dạng 2: Bài toán H₂S và SO₂ tác dụng với dung dịch kiềm.

- Phương pháp:

$T = \frac{n_{\text{NaOH}}}{n_{\text{SO}_2}}$	$T \leq 1$	$1 < T < 2$	$T \geq 2$
Sản phẩm	NaHSO ₃ (nếu $T < 1 \Rightarrow \text{SO}_2$ dư)	NaHSO ₃ và Na ₂ SO ₃	Na ₂ SO ₃ (nếu $T > 2 \Rightarrow \text{NaOH}$ dư)

$T = \frac{n_{\text{NaOH}}}{n_{\text{H}_2\text{S}}}$	$T \leq 1$	$1 < T < 2$	$T \geq 2$
Sản phẩm	NaHS (nếu $T < 1 \Rightarrow \text{H}_2\text{S}$ dư)	NaHS và Na ₂ S	Na ₂ S (nếu $T > 2 \Rightarrow \text{NaOH}$ dư)

+ Phương pháp giải: áp dụng định luật bảo toàn khối lượng, bảo toàn điện tích, bảo toàn nguyên tố.

- Ví dụ minh họa:

Ví dụ 1: Cho 2,24 lít SO₂ (đktc) hấp thụ hết vào 150 ml dung dịch NaOH 1M thu được dung dịch Y. Tính khối lượng muối có trong dung dịch Y.

Hướng dẫn giải

$n_{\text{SO}_2} = 0,1 \text{ mol}; n_{\text{NaOH}} = 0,15 \text{ mol} \Rightarrow T = 0,15/0,1 = 1,5$

\Rightarrow tạo 2 muối NaHSO_3 (a mol) và Na_2SO_3 (b mol)

BTNT Na: $a + 2b = 0,15$ (1)

BTNT S: $a + b = 0,1$ (2)

Giải (1) và (2) ta được: $a = b = 0,05 \text{ mol}$

Khối lượng muối: $0,05.104 + 0,05.126 = 11,5 \text{ gam}$.

Ví dụ 2: Đốt cháy hoàn toàn m gam S có trong oxi dư, hấp thụ toàn bộ sản phẩm cháy vào 120 ml dung dịch NaOH 1M thì thu được dung dịch chứa 2 muối có cùng nồng độ mol. Tính giá trị của m .

Hướng dẫn giải

$n_{\text{NaOH}} = 0,12 \text{ mol}$

Dung dịch chứa 2 muối có cùng nồng độ mol \Rightarrow cùng số mol

$\Rightarrow \text{NaHSO}_3$ (a mol) và Na_2SO_3 (a mol)

BTNT Na: $a + 2a = 0,12 \Rightarrow a = 0,04 \text{ mol}$

BTNT S: $n_{\text{S}} = 0,08 \text{ mol} \Rightarrow m = 0,08.32 = 2,56 \text{ gam}$

- Bài tập

Câu 1: Đốt cháy hoàn toàn 6,8 gam khí H_2S thu được V lít SO_2 (đktc) và m gam hơi nước. Hấp thụ toàn bộ SO_2 ở trên vào 200 gam dung dịch NaOH 5,6% thì thu được dung dịch Y. Tính nồng độ phần trăm của chất tan có phân tử khối lớn hơn trong Y.

Câu 2: Dẫn 3,36 lít khí H_2S (đktc) vào 250 ml dung dịch KOH 2M, sau khi phản ứng hoàn toàn thu được dung dịch X. Cô cạn dung dịch X thu được m gam rắn khan. Tính m.

Câu 3: Đốt cháy hoàn toàn 8,96 lít H_2S (đktc) trong oxygen dư, rồi dẫn tất cả sản phẩm vào 50 ml dung dịch NaOH 25% ($d = 1,28$). Tính nồng độ phần trăm của muối trong dung dịch.

Câu 3: Cho m gam iron(II)sulfide tác dụng vừa đủ với 200 ml dung dịch HCl 1M thu được V lít khí X (ở đktc), cho V lít X tác dụng hoàn toàn với 150 ml dung dịch KOH 1 M, sau phản ứng thu được dung dịch Y. Tính khối lượng muối khan thu được khi cô cạn dung dịch Y.

Câu 4: Hấp thụ hoàn toàn 3,36 lít khí H_2S (đktc) vào 200 ml dung dịch NaOH 1,25M thu được dung dịch X. Cho dung dịch CuCl_2 dư vào dung dịch X thu được m gam kết tủa Y. Tính giá trị của m.

Câu 5: Đốt cháy hoàn toàn 4,8 gam sulfur bột trong khí hydrogen vừa đủ thu được V lít khí X. Hấp thụ hết khí X vào 500 ml dung dịch NaOH 0,5M, sau phản ứng thu được dung dịch Y. Cô cạn dung dịch Y thu được m gam rắn khan. Tính giá trị m.

Câu 6: Hấp thụ hoàn toàn 3,36 lít khí SO_2 (đktc) bằng 120 ml dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 1M. Sau phản ứng thu được m gam kết tủa. Tính giá trị m.