

CHUYÊN ĐỀ: PHẢN ỨNG NHIỆT NHÔM VÀ TÍNH CHẤT CÁC HỢP CHẤT CỦA NHÔM

Chuyên đề này cung cấp kiến thức toàn diện về phản ứng nhiệt nhôm và các hợp chất quan trọng của nhôm, giúp học sinh nắm vững lý thuyết và áp dụng giải các dạng bài tập liên quan.

A. PHẢN ỨNG NHIỆT NHÔM

1. Khái niệm

Phản ứng nhiệt nhôm là phản ứng hóa học trong đó nhôm (Al) khử oxit của các kim loại đứng sau nó trong dãy hoạt động hóa học (như Fe, Cr, Cu,...) ở nhiệt độ cao. Phản ứng này tỏa ra một lượng nhiệt rất lớn.

2. Phương trình tổng quát

Phản ứng xảy ra khi đun nóng hỗn hợp bột nhôm và oxit kim loại.



Lưu ý: Phản ứng tỏa nhiệt rất mạnh, nhiệt độ có thể lên tới 2500°C, làm nóng chảy kim loại tạo thành.

3. Ví dụ minh họa

- **Ví dụ 1:** Phản ứng giữa nhôm và sắt(III) oxit (còn gọi là hỗn hợp tecmit).



Phản ứng này tỏa nhiệt lượng lớn, làm sắt nóng chảy.

- **Ví dụ 2:** Phản ứng giữa nhôm và crom(III) oxit.



- **Ví dụ 3:** Phản ứng giữa nhôm và đồng(II) oxit.



4. Ứng dụng

- **Hàn đường ray xe lửa:** Hỗn hợp tecmit (Al và Fe_2O_3) được sử dụng để hàn các mối nối đường ray do sắt tạo thành ở trạng thái nóng chảy, lấp đầy khe hở và đông cứng lại tạo thành mối hàn bền chắc.
- **Điều chế kim loại khó nóng chảy:** Dùng để điều chế một số kim loại có nhiệt độ nóng chảy cao như Crom (Cr), Mangan (Mn) từ oxit của chúng.

B. TÍNH CHẤT CÁC HỢP CHẤT QUAN TRỌNG CỦA NHÔM

1. Nhôm oxit (Al_2O_3)

a. Tính chất vật lí

Nhôm oxit là chất rắn, màu trắng, không tan trong nước và rất cứng. Nhiệt độ nóng chảy rất cao (2072°C).

b. Tính chất hóa học: Tính lưỡng tính

Al_2O_3 là một oxit lưỡng tính, tức là vừa có khả năng tác dụng với axit, vừa có khả năng tác dụng với dung dịch bazơ kiềm mạnh.

- **Tác dụng với axit mạnh:**

Công thức: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

Ví dụ 1: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

Ví dụ 2: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

• **Tác dụng với dung dịch bazơ kiềm mạnh:**

Công thức: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ (ion aluminat)

Ví dụ 1: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ (Natri aluminat)

Hoặc viết gọn: **$\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{NaAlO}_2 + \text{H}_2\text{O}$**

Ví dụ 2: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{KOH} \rightarrow 2\text{KAlO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

c. Ứng dụng

- **Sản xuất nhôm:** Là nguyên liệu chính để sản xuất nhôm bằng phương pháp điện phân nóng chảy.
- **Vật liệu chịu lửa:** Do có nhiệt độ nóng chảy cao, Al_2O_3 được dùng làm gạch chịu lửa, chén nung, các chi tiết trong lò cao.
- **Đá quý:** Trong tự nhiên, Al_2O_3 tồn tại dưới dạng khoáng vật corindon. Corindon trong suốt, không màu được dùng làm đồ trang sức. Nếu có lẫn tạp chất, nó sẽ có màu sắc khác nhau: màu đỏ (hồng ngọc hay ruby), màu xanh (saphia).

2. Nhôm hidroxit ($\text{Al}(\text{OH})_3$)

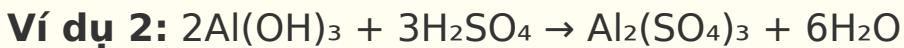
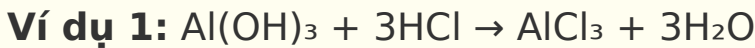
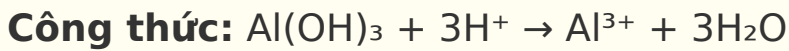
a. Tính chất vật lí

Nhôm hidroxit là chất rắn, màu trắng, kết tủa ở dạng keo, không tan trong nước.

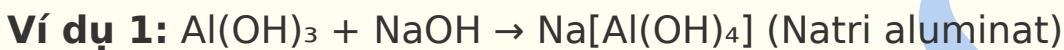
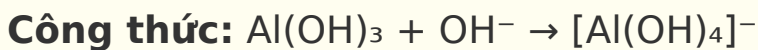
b. Tính chất hóa học: Tính lưỡng tính

Tương tự Al_2O_3 , $\text{Al}(\text{OH})_3$ là một hidroxit lưỡng tính.

- **Tác dụng với axit mạnh:**



- **Tác dụng với dung dịch bazơ kiềm mạnh:**



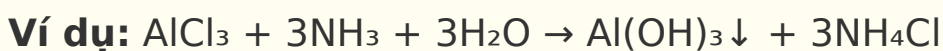
- **Phản ứng nhiệt phân:**

Khi nung nóng, $\text{Al}(\text{OH})_3$ bị phân hủy tạo thành nhôm oxit và nước.



c. Điều chế

Trong phòng thí nghiệm, $\text{Al}(\text{OH})_3$ được điều chế bằng cách cho dung dịch muối nhôm tác dụng với dung dịch amoniac (NH_3) dư hoặc dung dịch kiềm vừa đủ.



Lưu ý: Dùng NH_3 dư để tránh hòa tan kết tủa $\text{Al}(\text{OH})_3$ vì NH_3 là một bazơ yếu.

3. Nhôm sunfat (Al₂(SO₄)₃) và phèn chua

a. Nhôm sunfat (Al₂(SO₄)₃)

Là muối của kim loại mạnh và gốc axit mạnh. Khi tan trong nước, ion Al³⁺ bị thủy phân mạnh, tạo môi trường axit.

Phương trình thủy phân: $Al^{3+} + 3H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_3 \downarrow + 3H^+$

Do sự thủy phân này, dung dịch Al₂(SO₄)₃ có pH 7.

b. Phèn chua và phèn nhôm

Phèn là muối sunfat kép của một kim loại kiềm (hoặc amoni) và một kim loại hóa trị III (thường là nhôm).

Loại phèn	Công thức	Mô tả
Phèn chua	K₂SO₄.Al₂(SO₄)₃.24H₂O hoặc KAl(SO₄)₂.12H₂O	Là muối sunfat kép của kali và nhôm, tồn tại ở dạng tinh thể ngậm 24 phân tử nước.
Phèn nhôm	M₂SO₄.Al₂(SO₄)₃.24H₂O	Công thức chung, trong đó M ⁺ là ion kim loại kiềm (Na ⁺ , Li ⁺) hoặc NH ₄ ⁺ .

Ứng dụng của phèn chua:

- **Làm trong nước:** Khi hòa tan vào nước, phèn chua bị thủy phân tạo ra Al(OH)₃ ở dạng kết tủa keo. Kết tủa này hấp phụ các hạt bụi bẩn, chất lơ lửng

trong nước, kéo chúng lắng xuống đáy, giúp nước trở nên trong hơn.

- **Công nghiệp giấy:** Giúp giấy không bị nhòe mực.
- **Công nghiệp dệt:** Dùng làm chất cầm màu.

C. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Bài 1: Phản ứng nhiệt nhôm

Đề bài: Nung nóng hỗn hợp gồm 10,8 gam bột Al và 32 gam bột Fe_2O_3 (không có không khí). Tính khối lượng sắt (Fe) thu được sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn.

Lời giải:

1. Số mol các chất ban đầu:

$$n_{\text{Al}} = 10,8 / 27 = 0,4 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 32 / 160 = 0,2 \text{ mol}$$

2. Phương trình hóa học:



3. Xét tỉ lệ mol:

Tỉ lệ theo phương trình: $n_{\text{Al}} / 2$ và $n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} / 1$

Tỉ lệ theo bài ra: $0,4 / 2 = 0,2$ và $0,2 / 1 = 0,2$

Vì $0,2 = 0,2$ nên phản ứng xảy ra vừa đủ, không có chất nào dư.

4. Tính số mol Fe:

$$\text{Theo phương trình, } n_{\text{Fe}} = 2 * n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 2 * 0,2 = 0,4 \text{ mol}$$

5. Tính khối lượng Fe:

$$m_{\text{Fe}} = 0,4 * 56 = 22,4 \text{ gam}$$

Đáp số: 22,4 gam.

Bài 2: Tính lưỡng tính của hợp chất nhôm

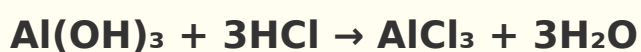
Đề bài: Cho 7,8 gam $\text{Al}(\text{OH})_3$ tác dụng với dung dịch HCl 1M. Tính thể tích dung dịch HCl cần dùng để hòa tan hoàn toàn lượng kết tủa trên.

Lời giải:

1. Số mol $\text{Al}(\text{OH})_3$:

$$n_{\text{Al}(\text{OH})_3} = 7,8 / 78 = 0,1 \text{ mol}$$

2. Phương trình hóa học:



3. Tính số mol HCl:

$$\text{Theo phương trình, } n_{\text{HCl}} = 3 * n_{\text{Al}(\text{OH})_3} = 3 * 0,1 = 0,3 \text{ mol}$$

4. Tính thể tích dung dịch HCl:

$$V_{\text{HCl}} = n_{\text{HCl}} / C_M = 0,3 / 1 = 0,3 \text{ lít} = 300 \text{ ml}$$

Đáp số: 300 ml.