

# NHÔM VÀ HỢP CHẤT CỦA NHÔM

## 1. Tóm tắt lý thuyết

### 1.1. Nhôm

#### a. Vị trí trong bảng tuần hoàn, cấu hình electron nguyên tử

- Cấu hình electron:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ .  $\Rightarrow$  Al: thuộc nhóm IIIA, chu kỳ 3.
- Nhôm dễ nhường 3 e hoá trị, nên có số oxi hoá +3.

#### b. Tính chất vật lí của Nhôm

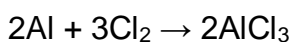
- Là kim loại nhẹ, màu trắng bạc, nóng chảy ở nhiệt độ không cao lắm.
- Rất dẻo, có thể dát được lá nhôm mỏng 0,01 mm dùng để gói thực phẩm.
- Có cấu tạo mạng lập phương tâm diện, có mật độ electron tự do tương đối lớn. Do vậy nhôm có khả năng dẫn điện và nhiệt tốt.

#### c. Tính chất hóa học của Nhôm

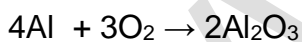
Nhôm là kim loại có tính khử mạnh, nên nó bị oxi hoá dễ dàng thành ion nhôm  $Al^{3+}$ . Ta có:



- Tác dụng với Halogen



- Tác dụng với oxi



- Tác dụng với axit

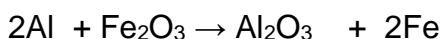


- Nhôm phản ứng với axit  $HNO_3$  và  $H_2SO_4$  đặc, nóng:



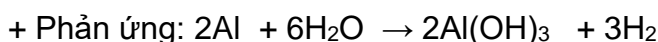
- **Chú ý:** Nhôm bị thụ động trong  $HNO_3$  và  $H_2SO_4$  đặc nguội.

- Tác dụng với oxit kim loại



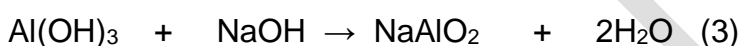
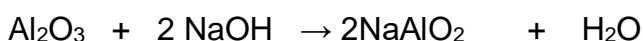
- Tác dụng với nước

+ Vật bằng nhôm không tác dụng với nước ở bất kỳ nhiệt độ nào vì trên bề mặt nhôm được phủ bởi một lớp  $\text{Al}_2\text{O}_3$  rất bền. Nếu phá bỏ lớp bảo vệ này, thì nhôm tác dụng được với nước

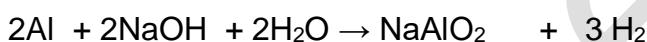


+  $\text{Al}(\text{OH})_3$  là chất rắn, không tan trong nước là lớp bảo vệ không cho nhôm tiếp xúc với nước nên phản ứng nhanh chóng bị dừng lại.

Tác dụng với dung dịch kiềm



Phản ứng (2), (3) xảy ra xen kẽ nhau mãi cho đến khi nhôm bị tan hết .



#### d. Ứng dụng và trạng thái tự nhiên

- Ứng dụng

+ Dùng chế tạo máy bay, ô tô, tên lửa ...

+ Trang trí nội thất, xây dựng nhà cửa.

+ Dẫn điện, dẫn nhiệt tốt nên dùng làm dây cáp dẫn điện.

- Trạng thái tự nhiên

+ Nhôm là kim loại hoạt động mạnh nên trong tự nhiên chỉ tồn tại ở dạng hợp chất như: đất sét, mica, criolit ...

#### e. Sản xuất Nhôm

- Nguyên liệu

+ Quặng boxit  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  quặng thường lẫn tạp chất là  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  và  $\text{SiO}_2$ , nên ta phải làm sạch nguyên liệu

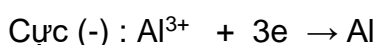
## - Nguyên tắc

Khử ion  $Al^{3+}$  thành Al.

## - Phương pháp

+ Vì sự khử ion  $Al^{3+}$  trong  $Al_2O_3$  là rất khó khăn, không thể dùng các chất khử thông thường như CO, C,  $H_2$  ... mà ta phải dùng phương pháp **điện phân nóng chảy** với xúc tác là criolit ( $Na_3AlF_6$ ) nhằm giảm nhiệt độ nóng chảy của  $Al_2O_3$  ( $2050^\circ C \rightarrow 900^\circ C$ ) để tiết kiệm năng lượng, và tạo được chất lỏng có tính dẫn điện tốt hơn.

+ Quá trình điện phân:



## 1.2. Một số hợp chất quan trọng của Nhôm

### a. Nhôm oxit $Al_2O_3$

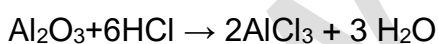
#### - Tính chất vật lí

$Al_2O_3$  là chất rắn, màu trắng, không tan trong nước và không tác dụng với nước,  $t^0_{nc}=2050^\circ C$ .

#### - Tính chất hóa học

Tính bền  $\Rightarrow Al_2O_3$  khó bị khử à Al bằng C,  $H_2$ , CO.

Tính chất lưỡng tính:



#### - Ứng dụng

- Thường tồn tại dưới dạng ngậm nước và dạng khan:

+ Dạng oxit ngậm nước là thành phần chủ yếu quặng boxit là nguyên liệu sản xuất nhôm.

+ Dạng oxit khan có cấu tạo tinh thể giống đá quý: Tinh thể corindon trong suốt, không màu, rất rắn, chế tạo đá mài, giấy nhám...

- Bột nhôm oxit xúc tác cho tổng hợp hữu cơ.

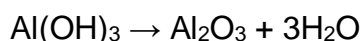
### b. Nhôm hidroxit $Al(OH)_3$

### Tính chất vật lí

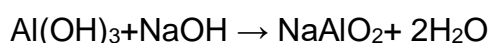
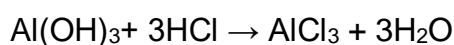
- Là chất kết tủa keo, màu trắng
- Không tan trong nước, trong dd CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> nhưng tan được trong môi trường H<sup>+</sup> và OH<sup>-</sup> mạnh.

### Tính chất hóa học

- Tính chất kém bền nhiệt:

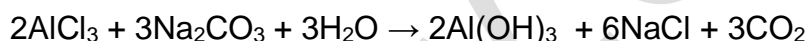


- Tính chất lưỡng tính:



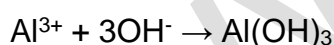
### c. Nhôm Sunfat Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>

- Muối nhôm sunfat khan tan trong nước → tỏa nhiệt do bị hydrat hóa.
- Phèn chua: K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>.24H<sub>2</sub>O hay viết gọn: KAl(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.12H<sub>2</sub>O.
- Dùng trong ngành thuộc da, công nghiệp giấy, chất cầm màu trong ngành dệt vải, làm trong nước...



### d. Nhận biết ion Al<sup>3+</sup> trong dung dịch

- Cho từ từ dd NaOH dư vào dung dịch, nếu thấy có kết tủa keo xuất hiện rồi tan trong dd NaOH thì chứng tỏ có ion Al<sup>3+</sup>:

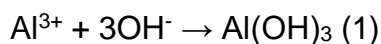


## 2. Bài tập minh họa

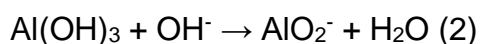
### 2.1. Dạng 1: Bài toán về tính lưỡng tính của nhôm, hợp chất của nhôm

#### Phương pháp

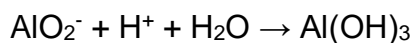
- Al, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al(OH)<sub>3</sub> ngoài tác dụng với axit còn có khả năng phản ứng với dung dịch kiềm.
- Khi cho muối Al<sup>3+</sup> tác dụng với dung dịch kiềm, tùy theo tỉ lệ mol mà phản ứng xảy ra theo thứ tự:



Nếu  $\text{OH}^-$  dư tiếp tục xảy ra phản ứng:



- Dung dịch muối có khả năng tác dụng với axit tạo kết tủa:



Các dạng bài thường gặp:

- Nếu tính được tỉ lệ = T

+  $T \leq 3 \Rightarrow \text{Al}^{3+}$  dư  $\Rightarrow$  chỉ xảy ra phản ứng (1) và tạo kết tủa

$$n_{\text{OH}^-} = 3n_{\downarrow}$$

+  $T \geq 4 \Rightarrow \text{OH}^-$  dư sau phản ứng (1) và đủ hoặc dư phản ứng (2) do đó kết tủa bị hòa tan hết, không tạo kết tủa

+  $3 < T < 4 \Rightarrow$  Xảy ra cả phản ứng (1) và (2): Kết tủa tạo ra ở phản ứng (1) và bị tan 1 phần ở phản ứng (2)

$$n_{\text{OH}^-} = 4n_{\text{Al}^{3+}} - n_{\downarrow}$$

- Nếu bài toán cho  $n_{\downarrow}$  và  $n_{\text{Al}^{3+}}$

+  $n_{\downarrow} = n_{\text{Al}^{3+}} \Rightarrow$  Chỉ xảy ra phản ứng (1)

+  $n_{\downarrow} \neq n_{\text{Al}^{3+}}$

TH1:  $\text{Al}^{3+}$  dư, chỉ xảy ra phản ứng (1)  $\Rightarrow n_{\text{OH}^-} = 3n_{\downarrow}$

TH2:  $\text{OH}^-$  dư sau phản ứng (1)  $\Rightarrow$  xảy ra phản ứng (2) và kết tủa bị hòa tan 1 phần

- Khi cho từ từ  $\text{OH}^-$  vào dung dịch  $\text{Al}^{3+}$ , dựa vào số liệu và hiện tượng để xét các trường hợp trên để giải toán

Chú ý:

+ Lượng  $\text{OH}^-$  lớn nhất khi  $\text{OH}^-$  dư và hòa tan kết tủa:

$$n_{\text{OH}^-} = 4n_{\text{Al}^{3+}} - n_{\downarrow}$$

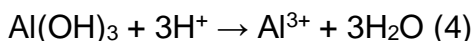
+ Lượng kết tủa lớn nhất khi kết tủa sinh ra chưa bị hòa tan:

$$n_{\downarrow} = n_{\text{Al}^{3+}}$$

+ Khi cho từ từ  $H^+$  ( hoặc sục khí  $CO_2$ ) vào dung dịch chứa  $AlO_2^-$  ( hay  $Al(OH)_4^-$ ) thì các phản ứng xảy ra theo thứ tự



Sau đó  $H^+$  dư xảy ra phản ứng:



Tùy vào tỉ lệ số mol của  $AlO_2^-$  và  $H^+$  mà có thể kết tủa lại hoặc tạo kết tủa và kết tủa tan

+ Nếu  $AlO_2^-$  dư  $\Rightarrow$  Chỉ xảy ra phản ứng (3)

$$n_{H^+} = n_{\downarrow}$$

+ Nếu  $H^+$  dư, tạo kết tủa rồi kết tủa lại tan một phần  $\Rightarrow$  Xảy ra cả phản ứng (3) và (4)

$$n_{H^+} = 4n_{AlO_2^-} - 3n_{\downarrow}$$

**Bài 1:** được 7,8g kết tủa. Vậy giá trị của V là:

- A. 0,3 và 0,6
- B. 0,3 và 0,7
- C. 0,4 và 0,8
- D. 0,3 và 0,5

### Hướng dẫn giải

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

$$n_{Al^{3+}} = 0,75 \cdot 0,2 = 0,15 \neq n_{\downarrow}$$

$$\Rightarrow \text{TH1: } Al^{3+} \text{ dư; } n_{OH^-} = 3n_{\downarrow} = 0,3 \Rightarrow n_{Ba(OH)_2} = 0,15 \Rightarrow V = 0,3$$

$$\Rightarrow \text{TH2: } OH^- \text{ dư hòa tan một phần kết tủa}$$

$$n_{OH^-} = 4n_{Al^{3+}} - n_{\downarrow} = 0,5 \Rightarrow n_{Ba(OH)_2} = 0,25 \Rightarrow V = 0,5$$

$\rightarrow$  Đáp án D

**Bài 2:** Cho từ từ 0,7 mol NaOH vào dung dịch chứa 0,1 mol  $Al_2(SO_4)_3$ . Số mol kết tủa thu được là:

- A. 0,2
- B. 0,15

C. 0,1

D. 0,05

**Hướng dẫn giải**

$$n_{\text{Al}^{3+}} = 0,2$$

$$n_{\text{OH}^-} : n_{\text{Al}^{3+}} = 0,7 : 0,2 = 3,5$$

⇒ Tạo kết tủa  $\text{Al}(\text{OH})_3$  và kết tủa tan một phần

$$n_{\text{OH}^-} = 4n_{\text{Al}^{3+}} - n_{\downarrow} \Rightarrow n_{\downarrow} = 4 \cdot 0,2 - 0,7 = 0,1 \text{ mol}$$

→ Đáp án C

**Bài 3:** Cho 200ml dung dịch  $\text{AlCl}_3$  1,5M tác dụng với V lít dung dịch  $\text{NaOH}$  0,5M thì lượng kết tủa là 15,6g. Giá trị lớn nhất của V là:

A. 1,8

B. 2,4

C. 2

D. 1,2

**Hướng dẫn giải**

$$n_{\text{Al}^{3+}} = 0,3 \neq n_{\downarrow} = 15,6 : 78 = 0,2$$

$$\text{OH}^- \text{ lớn nhất khi: } n_{\text{OH}^-} = 4n_{\text{Al}^{3+}} - n_{\downarrow} = 1 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow V = 2 \text{ lít}$$

→ Đáp án C

**Bài 4:** Cho 2,7g Al vào 200ml dung dịch  $\text{NaOH}$  1,5M thu được dung dịch A. Thêm từ từ 100ml dung dịch  $\text{HCl}$  vào dung dịch A thu được 5,46g kết tủa. Nồng độ của  $\text{HCl}$  là:

A. 2,5 và 3,9

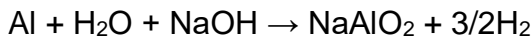
B. 2,7 và 3,6

C. 2,7 và 3,5

D. 2,7 và 3,9

**Hướng dẫn giải**

$$n_{\text{Al}} = 0,1; n_{\text{NaOH}} = 0,3$$



$$\Rightarrow n_{\text{NaOH dư}} = 0,2 \text{ mol}; n_{\text{AlO}_2^-} = 0,1 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Al(OH)}_3} = 5,46 : 78 = 0,07 \neq n_{\text{AlO}_2^-}$$

$\Rightarrow$  TH1:  $\text{H}^+$  thiếu  $\text{AlO}_2^-$  vẫn còn dư

$$n_{\text{H}^+} = n_{\text{OH}^- \text{ dư}} + n_{\downarrow} = 0,2 + 0,07 = 0,27 \Rightarrow C_{\text{M HCl}} = 2,7\text{M}$$

$\Rightarrow$  TH2: tạo  $\text{Al(OH)}_3$  và bị hòa tan một phần bởi  $\text{H}^+$

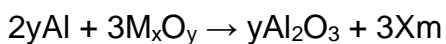
$$n_{\text{H}^+} = n_{\text{OH}^- \text{ dư}} + 4n_{\text{AlO}_2^-} - 3n_{\downarrow} = 0,2 + 4 \cdot 0,1 - 3 \cdot 0,07 = 0,39$$

$$C_{\text{M HCl}} = 3,9\text{M}$$

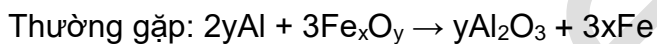
$\rightarrow$  Đáp án D

## 2.2. Dạng 2: Phản ứng nhiệt nhôm (Cho bột Al tác dụng với oxit kim loại)

### Phương pháp



M là các kim loại có tính khử trung bình và yếu



Các trường hợp có thể xảy ra:

- Hiệu suất phản ứng  $H = 100\%$  ( phản ứng xảy ra hoàn toàn) . Nếu cho sản phẩm tác dụng với dung dịch kiềm có  $\text{H}_2$  thoát ra, thì sản phẩm có Al dư, Fe và  $\text{Al}_2\text{O}_3$

- Nếu  $H < 100\%$  ( phản ứng không hoàn toàn). Khi đó hỗn hợp sau phản ứng gồm: Al,  $\text{Fe}_x\text{O}_y$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , Fe.

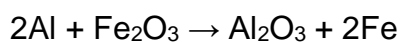
**Bài 1:** Nung hỗn hợp gồm 10,8g Al và 16,0g  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ( trong điều kiện không có không khí), sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được chất rắn Y. Khối lượng kim loại trong Y là:

- A. 5,6g
- B. 22,4g
- C. 11,2g
- D. 16,6g

### Hướng dẫn giải

$$n_{\text{Al}} = 0,4; n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,1 \text{ mol}$$





$$\Rightarrow n_{\text{Al dư}} = 0,4 - 0,2 = 0,2 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow n_{\text{Fe}} = 2 n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,2$$

$$\Rightarrow m_{\text{kl}} = m_{\text{Al}} + m_{\text{Fe}} = 0,2 \cdot 27 + 0,2 \cdot 56 = 16,6\text{g}$$

→ Đáp án D

**Bài 2:** Đốt nóng một hỗn hợp gồm Al và  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (trong điều kiện không có không khí). Nếu cho những chất sau phản ứng tác dụng với NaOH dư sẽ thu được 0,3mol  $\text{H}_2$ ; còn nếu cho tác dụng với dung dịch HCl dư sẽ thu được 0,4 mol  $\text{H}_2$ . Vậy số mol Al trong hỗn hợp X là:

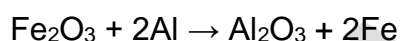
- A. 0,3
- B. 0,4
- C. 0,25
- D. 0,6

### Hướng dẫn giải

Cho hỗn hợp sau phản ứng tác dụng với NaOH →  $\text{H}_2$

$$\Rightarrow \text{Trong hỗn hợp có Al dư; } n_{\text{Al}} = \frac{2}{3}n_{\text{H}_2} = 0,2 \text{ mol}$$

Cho tác dụng với HCl:  $n_{\text{H}_2} = \frac{3}{2} n_{\text{Al}} + n_{\text{Fe}} \Rightarrow n_{\text{Fe}} = 0,1 \text{ mol}$



$$0,1 \leftarrow \quad \quad \quad 0,1 \text{ ( mol)}$$

$$\Rightarrow n_{\text{Al}} = 0,2 + 0,1 = 0,3 \text{ mol}$$

→ Đáp án A

## 3. Luyện tập

### 3.1. Bài tập tự luận

**Câu 1:** Cho hỗn hợp 2 kim loại Al và Cu vào dung dịch hỗn hợp 2 muối  $\text{AgNO}_3$  và  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ . Kết thúc phản ứng được rắn X (tan một phần trong dung dịch HCl dư) và thu được dung dịch Y (phản ứng vừa đủ với dung dịch NaOH được tủa gồm 2 hydroxit kim loại). Chất rắn X gồm những chất nào?

**Câu 2:** Khi nhỏ từ từ dung dịch  $\text{AlCl}_3$  cho tới dư vào dung dịch  $\text{NaOH}$  và lắc đều thì xảy ra hiện tượng gì?

**Câu 3:** Dùng 200 ml dung dịch  $\text{NaOH}$  1M để hòa tan hết tối đa m gam  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Giá trị của m là?

**Câu 4:** Hoà tan hoàn toàn m gam bột  $\text{Al}$  vào 150 ml dung dịch  $\text{HCl}$  2M thu được dung dịch X. Cho dung dịch X tác dụng với 320 ml dung dịch  $\text{NaOH}$  1M thu được 4,68 gam kết tủa. Giá trị của m là?

**Câu 5:** Cho 12,6 gam hỗn hợp X gồm  $\text{Al}$  và  $\text{Al}_4\text{C}_3$  vào dung dịch  $\text{KOH}$  dư, sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được a mol hỗn hợp khí Y và dung dịch Z. Sục khí  $\text{CO}_2$  dư vào dung dịch Z thu được 31,2 gam kết tủa. Giá trị của a là?

### 3.2. Bài tập trắc nghiệm

**Câu 1:** Thực hiện các thí nghiệm sau:

- (a) Cho từ từ khí  $\text{CO}_2$  đến dư vào dung dịch  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .
- (b) Cho từ từ dung dịch  $\text{NaOH}$  đến dư vào dung dịch  $\text{AlCl}_3$ .
- (c) Cho từ từ dung dịch  $\text{NH}_3$  đến dư vào dung dịch  $\text{AlCl}_3$ .
- (d) Cho từ từ dung dịch  $\text{HCl}$  đến dư vào dung dịch  $\text{NaAlO}_2$ .
- (e) Cho từ từ khí  $\text{CO}_2$  đến dư vào dung dịch  $\text{NaAlO}_2$ .

Số thí nghiệm có kết tủa trắng sau khi phản ứng kết thúc là

- A. 3.
- B. 2.
- C. 4.
- D. 1.

**Câu 2:** Cho 100ml dung dịch  $\text{AlCl}_3$  1M tác dụng với 200ml dung dịch  $\text{NaOH}$ . Kết tủa tạo thành được làm khô và nung đến khối lượng không đổi được chất rắn cân nặng 2,55 gam. Nồng độ của dung dịch  $\text{NaOH}$  ban đầu là

- A. 1,25M.
- B. 1,50M.
- C. 1,75M.

D. 1,00M.

**Câu 3:** Cho các chất rắn đựng trong các lọ mất nhãn BaO, MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Chỉ dùng một hóa chất nào sau đây có thể nhận biết được 3 chất trên?

A. H<sub>2</sub>O.

B. HCl.

C. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

D. Fe(OH)<sub>2</sub>.

**Câu 4:** Cho V lít dung dịch NaOH 0,4M tác dụng với dung dịch Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> có chứa 58,14g chất tan thu được 23,4g kết tủa. Giá trị lớn nhất của V là

A. 2,65 lít

B. 2,24 lít

C. 1,12 lít

D. 3,2 lít

**Câu 5:** Cho 150 cm<sup>3</sup> dung dịch NaOH 7M tác dụng với 100cm<sup>3</sup> dung dịch Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 1M. Nồng độ mol của NaOH trong dung dịch sau phản ứng là

A. 0,8M.

B. 1,2M.

C. 1M.

D. 0,75M.

#### 4. Kết luận

Qua bài học này các em cần nắm được một số nội dung sau đây. Cùng với đó là những bài tập SGK giúp các em rèn kỹ năng giải bài tập.

- Xác định được vị trí của nhôm trong bảng hệ thống tuần hoàn các nguyên tố hóa học.
- Biết được cấu tạo nguyên tử, tính chất vật lý cũng như tính chất hóa học và phương pháp của sản xuất nhôm.
- Tính chất cũng như ứng dụng của một số hợp chất quan trọng của nhôm như: Nhôm oxit, Nhôm hidroxit, Nhôm.