

NHÔM VÀ HỢP CHẤT CỦA NHÔM

- Biết vị trí của nhôm trong bảng tuần hoàn, cấu tạo nguyên tử, tính chất vật lí, tính chất hoá học của nhôm, ứng dụng và phương pháp sản xuất nhôm.
- Biết tính chất và ứng dụng của một số hợp chất quan trọng của nhôm.

A. NHÔM

I - VỊ TRÍ TRONG BẢNG TUẦN HOÀN, CẤU HÌNH ELECTRON NGUYÊN TỬ

Nhôm (Al) ở ô số 13, thuộc nhóm IIIA, chu kì 3 của bảng tuần hoàn.

Cấu hình electron nguyên tử : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$; viết gọn là $[Ne]3s^2 3p^1$.

Nhôm dễ nhường cả 3 electron hoá trị nên có **số oxi hoá +3** trong các hợp chất.

II - TÍNH CHẤT VẬT LÍ

Nhôm là kim loại màu trắng bạc, nóng chảy ở 660°C , khá mềm, dễ kéo sợi, dễ dát mỏng. Có thể dát được những lá nhôm mỏng 0,01 mm dùng làm giấy gói keo, gói thuốc lá,...

Nhôm là kim loại nhẹ ($D = 2,7 \text{ g/cm}^3$), dẫn điện tốt (gấp 3 lần sắt, bằng $2/3$ lần đồng) và dẫn nhiệt tốt (gấp 3 lần sắt).

III - TÍNH CHẤT HÓA HỌC

Nhôm là kim loại có tính khử mạnh, chỉ sau kim loại kali và kali thổ, nên dễ bị oxi hoá thành ion dương.

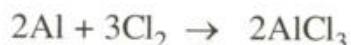


1. Tác dụng với phi kim

Nhôm khử dễ dàng các nguyên tử phi kim thành ion âm.

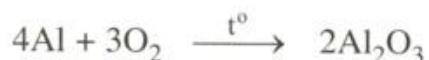
a) Tác dụng với halogen

Bột nhôm tự bốc cháy khi tiếp xúc với khí clo.

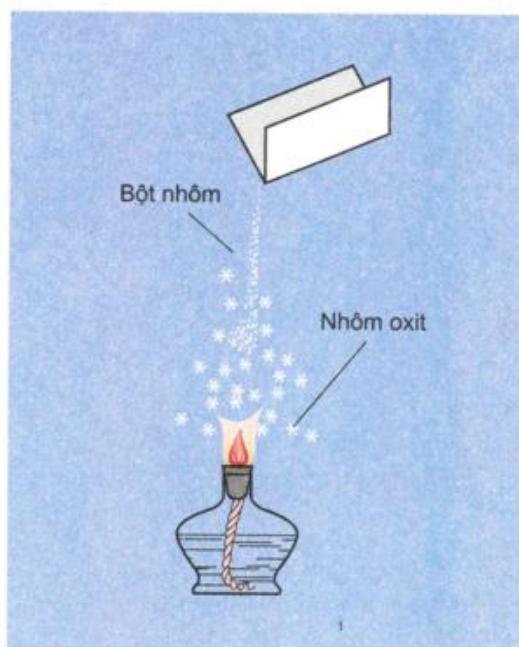


b) Tác dụng với oxi

Khi đốt, bột nhôm cháy trong không khí với ngọn lửa sáng chói, toả nhiều nhiệt (hình 6.3) :



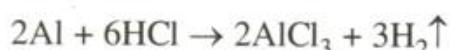
Nhôm bền trong không khí ở nhiệt độ thường do có màng oxit Al_2O_3 rất mỏng và bền bảo vệ.



Hình 6.3. Thí nghiệm đốt bột nhôm trong không khí

2. Tác dụng với axit

- Nhôm khử dễ dàng ion H^+ trong dung dịch HCl và H_2SO_4 loãng thành khí H_2 .



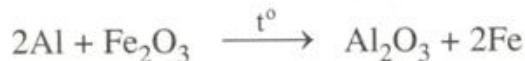
- Nhôm tác dụng mạnh với dung dịch HNO_3 loãng, HNO_3 đặc, nóng và H_2SO_4 đặc, nóng. Trong các phản ứng này, Al khử N hoặc S xuống số oxi hoá thấp hơn.



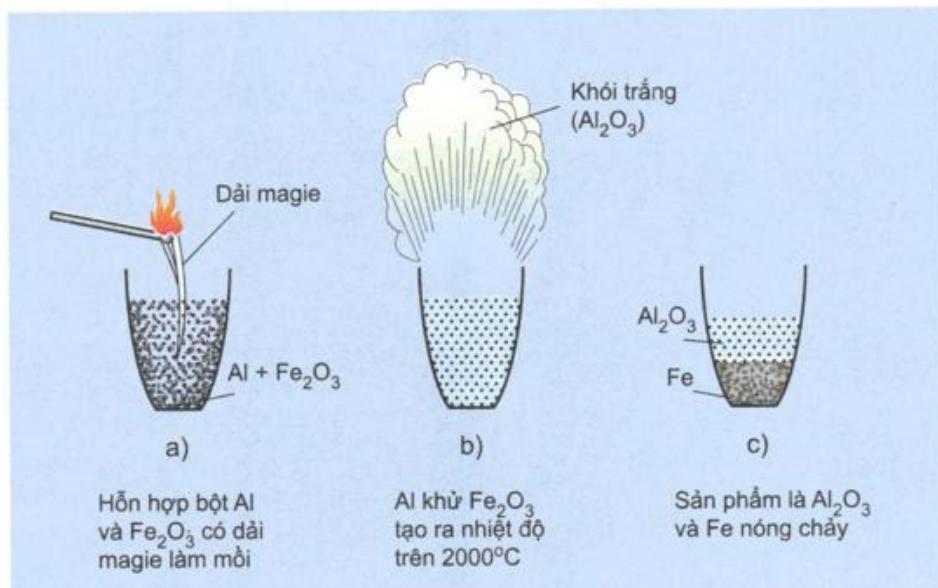
- Nhôm bị thu động bởi dung dịch axit HNO_3 đặc, hoặc H_2SO_4 đặc, nguội.
- Vì vậy, có thể dùng thùng nhôm để chuyên chở những axit đặc, nguội nói trên.

3. Tác dụng với oxit kim loại

Ở nhiệt độ cao, Al khử được nhiều ion kim loại trong oxit. *Thí dụ* phản ứng giữa bột nhôm và sắt oxit :



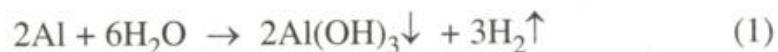
Phản ứng trên gọi là phản ứng nhiệt nhôm (hình 6.4). Nhiệt lượng do phản ứng toả ra lớn làm sắt nóng chảy nên phản ứng này được dùng để điều chế một lượng nhỏ sắt nóng chảy khi hàn đường ray.



Hình 6.4. Phản ứng nhiệt nhôm

4. Tác dụng với nước

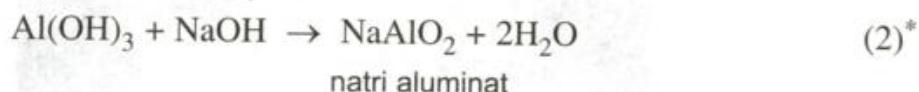
Nếu phá bỏ lớp oxit trên bề mặt nhôm (hoặc tạo thành hỗn hổng Al – Hg), thì nhôm sẽ tác dụng với nước ở nhiệt độ thường.



Nhôm không tác dụng với nước, dù ở nhiệt độ cao là vì **trên bề mặt của nhôm được phủ kín một lớp Al_2O_3 rất mỏng, bền và mịn, không cho nước và khí thấm qua.**

5. Tác dụng với dung dịch kiềm

Al_2O_3 là oxit lưỡng tính nên lớp màng mỏng Al_2O_3 trên bề mặt nhôm tác dụng với dung dịch kiềm tạo ra muối tan. **Khi không còn màng oxit bảo vệ, nhôm sẽ tác dụng với nước tạo ra Al(OH)_3 và giải phóng khí H_2** ; Al(OH)_3 là hiđroxít lưỡng tính nên tác dụng tiếp với dung dịch kiềm.



Phản ứng nhôm tan trong dung dịch kiềm xảy ra theo phương trình (1) và phương trình (2). Cộng (1) và (2) ta có phương trình hoá học sau :



Như vậy, nhôm có thể tan trong dung dịch kiềm và giải phóng khí hiđro.

IV - ÚNG DỤNG VÀ TRẠNG THÁI TỰ NHIÊN

1. Úng dụng

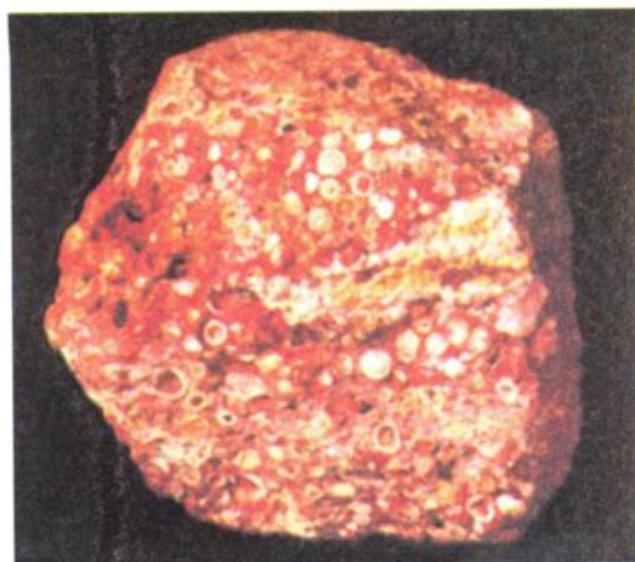
- Nhôm và hợp kim của nhôm có ưu điểm là nhẹ, bền đối với không khí và nước nên được dùng làm vật liệu chế tạo máy bay, ô tô, tên lửa, tàu vũ trụ.
- Nhôm và hợp kim của nhôm có màu trắng bạc, đẹp nên được dùng trong xây dựng nhà cửa và trang trí nội thất.
- Nhôm nhẹ, dẫn điện tốt nên được dùng làm dây dẫn điện thay cho đồng. Do dẫn nhiệt tốt, ít bị gỉ và không độc nên nhôm được dùng làm dụng cụ nhà bếp.
- Bột nhôm trộn với bột sắt oxit (gọi là hỗn hợp tecmit) để thực hiện phản ứng nhiệt nhôm dùng hàn đường ray.

* Trong dung dịch NaAlO_2 kết hợp với 2 phân tử H_2O tạo ra $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ nên phản ứng (2) còn có thể viết : $\text{Al(OH)}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$.

2. Trạng thái tự nhiên

Nhôm là kim loại hoạt động mạnh nên trong tự nhiên chỉ tồn tại ở dạng hợp chất.

Nhôm là nguyên tố đứng hàng thứ ba sau oxi và silic về độ phổ biến trong vỏ Trái Đất. Hợp chất của nhôm có mặt khắp nơi, như có trong đất sét ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), mica ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$), boxit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), criolit ($3\text{NaF} \cdot \text{AlF}_3$),...



Hình 6.5. Quặng boxit

V - SẢN XUẤT NHÔM

Trong công nghiệp, nhôm được sản xuất bằng phương pháp điện phân nhôm oxit nóng chảy.

1. Nguyên liệu

Nguyên liệu để sản xuất nhôm là quặng boxit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Boxit thường lẫn tạp chất là Fe_2O_3 và SiO_2 . Sau khi loại bỏ tạp chất bằng phương pháp hoá học thu được Al_2O_3 gần nguyên chất.

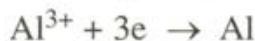
2. Điện phân nhôm oxit nóng chảy

- Nhiệt độ nóng chảy của Al_2O_3 rất cao (2050°C), vì vậy phải hoà tan Al_2O_3 trong criolit nóng chảy để hạ nhiệt độ nóng chảy của hỗn hợp xuống 900°C . Việc làm này vừa tiết kiệm được năng lượng, vừa tạo được chất lỏng có tính

dẫn điện tốt hơn Al_2O_3 nóng chảy. Mặt khác, hỗn hợp này có khối lượng riêng nhỏ hơn nhôm, nổi lên trên và bảo vệ nhôm nóng chảy không bị oxi hoá bởi O_2 trong không khí.

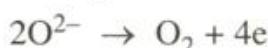
- Quá trình điện phân :

Cực âm (catot) của thùng điện phân là một tấm than chì nguyên chất được bố trí ở đáy thùng. Ở catot xảy ra quá trình khử ion Al^{3+} thành Al :

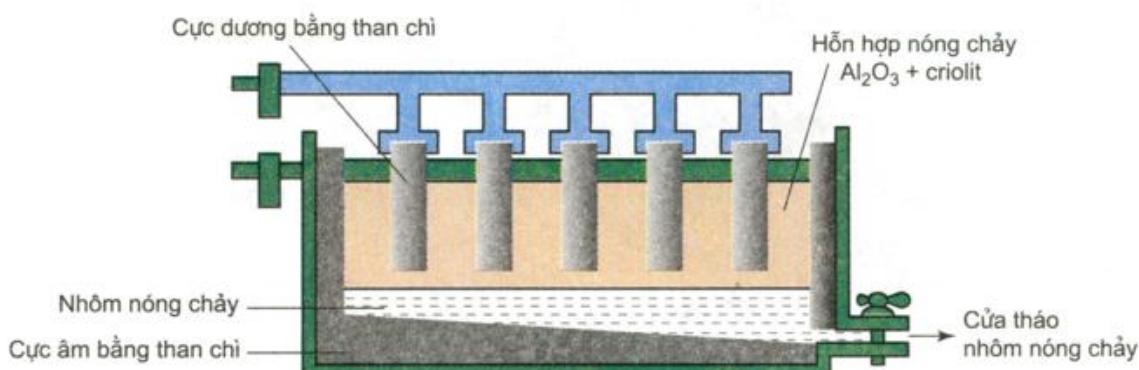


Nhôm nóng chảy được định kì tháo ra từ đáy thùng.

Cực dương (anot) cũng là những khối than chì lớn. Ở anot xảy ra quá trình oxi hoá ion O^{2-} thành khí O_2 .



Khi O_2 ở nhiệt độ cao đốt cháy C thành khí CO và CO_2 . Vì vậy, sau một thời gian phải thay thế điện cực dương.



Hình 6.6. Sơ đồ thùng điện phân Al_2O_3 nóng chảy

B. MỘT SỐ HỢP CHẤT QUAN TRỌNG CỦA NHÔM

I - NHÔM OXIT

1. Tính chất

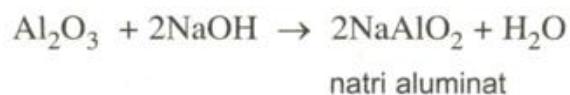
- Nhôm oxit (Al_2O_3) là chất rắn, màu trắng, không tan trong nước và không tác dụng với nước, nóng chảy ở trên 2050°C .

• Nhôm oxit là oxit lưỡng tính, vừa tác dụng với axit, vừa tác dụng với bazơ.

– Al_2O_3 tác dụng với dung dịch axit, thí dụ :



– Al_2O_3 tác dụng với dung dịch kiềm, thí dụ :



2. Ứng dụng



Hình 6.7. Một số mẫu vật saphia

Trong tự nhiên, nhôm oxit tồn tại dưới dạng ngậm nước và dạng khan.

• Dạng oxit ngậm nước là thành phần chủ yếu của quặng boxit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dùng để sản xuất nhôm.

• Dạng oxit khan, có cấu tạo tinh thể là đá quý. Dạng này ít phổ biến và thường gặp là :

+ Corindon ở dạng tinh thể trong suốt, không màu, rất rắn, được dùng để chế tạo đá mài, giấy nhám,...

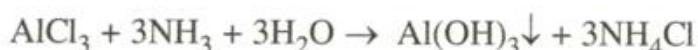
- + Trong tinh thể Al_2O_3 , nếu một số ion Al^{3+} được thay bằng ion Cr^{3+} ta có hồng ngọc dùng làm đồ trang sức, chén kính đồng hồ và dùng trong kỹ thuật laze.
- + Tinh thể Al_2O_3 có lân tạp chất Fe^{2+} , Fe^{3+} và Ti^{4+} ta có saphia dùng làm đồ trang sức (hình 6.7).
- + Bột nhôm oxit dùng trong công nghiệp sản xuất chất xúc tác cho tổng hợp hữu cơ.

II - NHÔM HIDROXIT

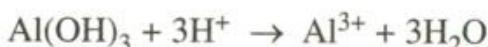
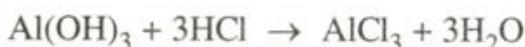
- Nhôm hidroxit (Al(OH)_3) là chất rắn, màu trắng, kết tủa ở dạng keo.
- Al(OH)_3 là hidroxit lưỡng tính.

Thí nghiệm :

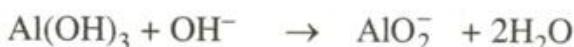
- Điều chế Al(OH)_3 trong 2 ống nghiệm bằng cách cho dung dịch muối nhôm tác dụng với dung dịch amoniac :



- Cho dần từng giọt dung dịch axit mạnh như HCl đến dư vào ống nghiệm thứ nhất, thấy kết tủa tan ra :



- Cho dần từng giọt dung dịch kiềm mạnh (NaOH , KOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$) đến dư vào ống nghiệm thứ hai, thấy kết tủa cũng tan ra :



Nhôm hidroxit thể hiện tính bazơ trội hơn tính axit. Do có tính axit nên nhôm hidroxit còn có tên là axit aluminic. Axit aluminic là axit rất yếu, yếu hơn axit cacbonic.

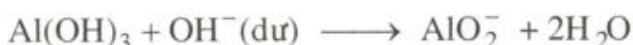
III - NHÔM SUNFAT

- Muối nhôm sunfat khan tan trong nước tỏa nhiệt làm dung dịch nóng lên do bị hiđrat hoá.
- Muối nhôm sunfat có nhiều ứng dụng nhất là muối sunfat kép của nhôm và kali ngậm nước gọi là **phèn chua**, công thức : $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$, hay viết gọn là : $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$. Phèn chua được dùng trong ngành thuộc da, công nghiệp giấy, chất cầm màu trong ngành nhuộm vải, chất làm trong nước,...

Trong công thức hóa học trên, nếu thay ion K^+ bằng Li^+ , Na^+ hay NH_4^+ ta được các muối kép khác có tên chung là phèn nhôm (nhưng không gọi là phèn chua).

IV - CÁCH NHẬN BIẾT ION Al^{3+} TRONG DUNG DỊCH

Cho từ từ dung dịch $NaOH$ đến dư vào dung dịch thí nghiệm, nếu thấy có kết tủa keo xuất hiện rồi tan trong $NaOH$ dư thì chứng tỏ có ion Al^{3+} .



BÀI TẬP

- Viết phương trình hóa học của các phản ứng thực hiện dãy chuyển đổi sau :



- Có 2 lọ không ghi nhãn đựng dung dịch $AlCl_3$ và dung dịch $NaOH$. Không dùng thêm chất nào khác, làm thế nào để nhận biết mỗi chất ?

- Phát biểu nào dưới đây là đúng ?

- Nhôm là một kim loại lưỡng tính.
- $Al(OH)_3$ là một bazơ lưỡng tính.

C. Al_2O_3 là oxit trung tính.

D. $\text{Al}(\text{OH})_3$ là một hiđroxit lưỡng tính.

4. Trong những chất sau, chất nào **không** có tính lưỡng tính ?

A. $\text{Al}(\text{OH})_3$;

B. Al_2O_3 ;

C. ZnSO_4 ;

D. NaHCO_3 .

5. Cho một lượng hỗn hợp Mg – Al tác dụng với dung dịch HCl dư thu được 8,96 lít H_2 .
Mặt khác, cho lượng hỗn hợp như trên tác dụng với dung dịch NaOH dư thì thu được
6,72 lít H_2 . Các thể tích khí đều đo ở đktc.

Tính khối lượng của mỗi kim loại có trong lượng hỗn hợp đã dùng.

6. Cho 100 ml dung dịch AlCl_3 1M tác dụng với 200 ml dung dịch NaOH. Kết tủa tạo thành được làm khô và nung đến khối lượng không đổi cân nặng 2,55 gam. Tính nồng độ mol của dung dịch NaOH ban đầu.

7. Có 4 mẫu bột kim loại là Na, Al, Ca, Fe. Chỉ dùng nước làm thuốc thử thì số kim loại có thể phân biệt được tối đa là bao nhiêu ?

A. 1.

B. 2.

C. 3.

D. 4.

8. Điện phân Al_2O_3 nóng chảy với dòng điện cường độ 9,65A trong thời gian 3000 giây, thu được 2,16 gam Al. Hiệu suất của quá trình điện phân là

A. 60%.

B. 70%.

C. 80%.

D. 90%.