

Bài 33

NHÔM

- Hiểu tính chất hoá học của nhôm.
- Biết vị trí, tính chất vật lí, ứng dụng và sản xuất nhôm.

I – VỊ TRÍ VÀ CẤU TẠO

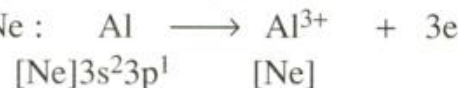
1. Vị trí của nhôm trong bảng tuần hoàn

Nhôm là nguyên tố hoá học có số hiệu nguyên tử 13, thuộc nhóm IIIA, chu kì 3. Trong nhóm, nhôm đứng dưới nguyên tố phi kim bo (B). Trong chu kì, nhôm đứng sau nguyên tố kim loại magie (Mg) và trước nguyên tố phi kim silic (Si).

	5 B	
12 Mg	13 Al	14 Si

2. Cấu tạo của nhôm

Cấu hình electron nguyên tử : Nhôm có bán kính nguyên tử (0,125 nm) nhỏ hơn nguyên tử Mg (0,16 nm). Nguyên tử nhôm có 13e được phân bố như sau : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$, trong đó có 3e hoá trị ($3s^2 3p^1$). Ion Al^{3+} có cấu hình electron của nguyên tử khí hiếm Ne :



Al là nguyên tố p.

Năng lượng ion hoá : So sánh năng lượng ion hoá I_3 với I_2 của nguyên tử nhôm ta thấy $I_3 : I_2 = 2744 : 1816 = 1,5 : 1$.

Như vậy, năng lượng ion hoá I_3 chỉ lớn hơn năng lượng ion hoá I_2 có 1,5 lần. Do vậy khi cung cấp năng lượng cho nguyên tử Al sẽ có 3e tách ra khỏi nguyên tử.

Độ âm điện : Nguyên tử Al có giá trị độ âm điện là 1,61.

Số oxi hoá : Trong hợp chất, nguyên tố Al có số oxi hoá bền là +3.

Mạng tinh thể : Nhôm có cấu tạo kiểu mạng lập phương tâm diện.

II – TÍNH CHẤT VẬT LÍ

Nhôm là kim loại màu trắng bạc, mềm, dễ kéo sợi và dát mỏng. Có thể dát được lá nhôm mỏng 0,01 mm dùng để gói thực phẩm.

Nhôm là kim loại nhẹ ($2,7 \text{ g/cm}^3$), nóng chảy ở nhiệt độ 660°C .

Nhôm dẫn điện và dẫn nhiệt tốt. Độ dẫn nhiệt bằng $2/3$ đồng nhưng lại nhẹ hơn đồng 3 lần. Độ dẫn điện của nhôm hơn sắt 3 lần.

III – TÍNH CHẤT HOÁ HỌC

Nhôm có thế điện cực chuẩn nhỏ so với nhiều kim loại khác ($E_{\text{Al}^{3+}/\text{Al}}^{\circ} = -1,66 \text{ V}$).

Nguyên tử nhôm có năng lượng ion hoá thấp. Do vậy nhôm là kim loại có tính khử mạnh. Tuy nhiên tính khử của nhôm yếu hơn các kim loại kiềm và kim loại kiềm thổ. Tính khử mạnh của nhôm được thể hiện qua những phản ứng hoá học sau :

1. Tác dụng với phi kim

Nhôm tác dụng trực tiếp và mạnh với nhiều phi kim như O_2 , Cl_2 , S, ...

Thí dụ : Khi đốt nóng, bột nhôm cháy sáng trong không khí (hình 6.4). Phản ứng toả nhiều nhiệt.



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

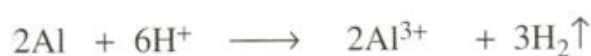
Bột nhôm tự bốc cháy khi tiếp xúc với khí clo :



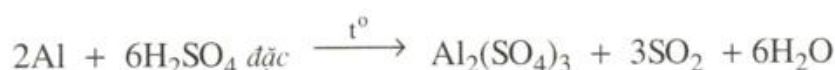
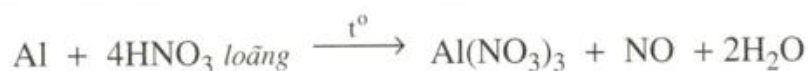
Hình 6.4.
Bột nhôm cháy trong không khí

2. Tác dụng với axit

Thế điện cực chuẩn của nhôm ($E_{\text{Al}^{3+}/\text{Al}}^{\circ} = -1,66 \text{ V}$) nhỏ nên kim loại nhôm khử dễ dàng ion H^+ của dung dịch axit, như HCl và H_2SO_4 loãng, giải phóng H_2 :



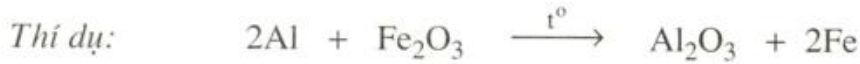
Nhôm khử $\overset{+5}{\text{N}}$ trong HNO_3 ở dung dịch loãng hoặc đặc, nóng và $\overset{+6}{\text{S}}$ trong H_2SO_4 ở dung dịch đặc, nóng xuống số oxi hoá thấp hơn :



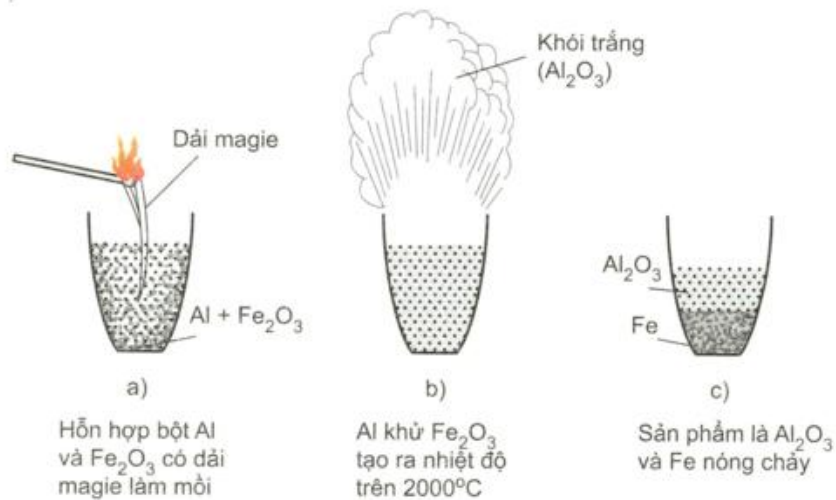
Nhôm không tác dụng với H_2SO_4 và HNO_3 đặc, nguội. Những axit này đã oxi hoá bề mặt kim loại tạo thành một màng oxit có tính trơ, làm cho nhôm thụ động. Nhôm bị thụ động sẽ không tác dụng với các dung dịch HCl , H_2SO_4 loãng.

3. Tác dụng với oxit kim loại

Ở nhiệt độ cao, Al khử được nhiều oxit kim loại như Fe_2O_3 , Cr_2O_3 ,... thành kim loại tự do.



Phản ứng của Al với oxit kim loại gọi là phản ứng nhiệt nhôm. Nhiệt lượng do phản ứng toả ra làm nóng chảy các kim loại (hình 6.5).



Hình 6.5. Phản ứng nhiệt nhôm

4. Tác dụng với nước

Thế điện cực của hidro ở $pH = 7$ ($E_{H_2O/H_2}^o = -0,41V$) cao hơn so với thế điện cực

chuẩn của nhôm ($E_{Al^{3+}/Al}^o$) nên nhôm có thể khử được nước, giải phóng khí hidro :



Phản ứng trên nhanh chóng dừng lại vì lớp $Al(OH)_3$ không tan trong nước đã ngăn cản không cho nhôm tiếp xúc với nước.

Vì sao những vật bằng nhôm hàng ngày tiếp xúc với nước dù ở nhiệt độ nào cũng không xảy ra phản ứng ?

Đó là do trên bề mặt của vật được phủ kín bằng màng Al_2O_3 rất mỏng (không dày hơn $10^{-5}mm$) rất mịn và bền chắc đã không cho nước và khí thấm qua.

5. Tác dụng với dung dịch kiềm

Những đồ vật bằng nhôm bị hoà tan trong dung dịch kiềm như NaOH, Ca(OH)₂,... Hiện tượng này được giải thích như sau :

Trước hết, màng bảo vệ là Al₂O₃ bị phá huỷ trong dung dịch kiềm :



Tiếp đến, kim loại nhôm khử H₂O :



Màng Al(OH)₃ bị phá huỷ trong dung dịch bazơ :



Các phản ứng (2) và (3) xảy ra luân phiên nhau cho đến khi nhôm bị tan hết. Hai phương trình hoá học của hai phản ứng trên có thể viết gộp vào một phương trình hoá học như sau :



IV – ỨNG DỤNG VÀ SẢN XUẤT

1. Ứng dụng

Nhôm và hợp kim nhôm có đặc tính nhẹ, bền đối với không khí và nước, được dùng làm vật liệu chế tạo máy bay, ô tô, tên lửa, tàu vũ trụ.

Nhôm và hợp kim nhôm có màu trắng bạc, đẹp, được dùng làm khung cửa và trang trí nội thất.

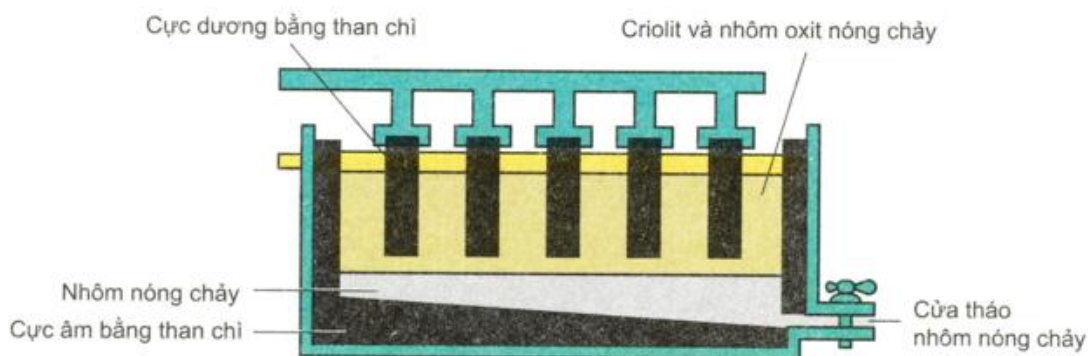
Nhôm có tính dẫn điện, dẫn nhiệt tốt, được dùng làm dây cáp dẫn điện thay thế cho đồng là kim loại đắt tiền. Nhôm được dùng chế tạo các thiết bị trao đổi nhiệt, các dụng cụ đun nấu trong gia đình.

Bột nhôm dùng để chế tạo hỗn hợp tecmit (hỗn hợp bột Al và Fe₂O₃), được dùng để hàn gắn đường ray,...

2. Sản xuất

Trong công nghiệp, nhôm được sản xuất từ quặng boxit bằng phương pháp điện phân. Hai công đoạn chính của quá trình sản xuất là :

Công đoạn tinh chế quặng boxit : Ngoài thành phần chính là Al₂O₃.2H₂O, trong quặng boxit còn có tạp chất là SiO₂ và Fe₂O₃. Bằng phương pháp hoá học, người ta loại bỏ các tạp chất để có Al₂O₃ nguyên chất.

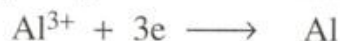


Hình 6.6. Sơ đồ thùng điện phân Al_2O_3 nóng chảy

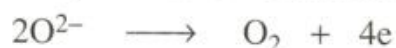
Công đoạn điện phân Al_2O_3 nóng chảy : Al_2O_3 nóng chảy ở $2050\text{ }^\circ C$. Người ta trộn nó với criolit (Na_3AlF_6). Hỗn hợp này nóng chảy ở khoảng $900\text{ }^\circ C$. Việc làm này một mặt tiết kiệm năng lượng đồng thời tạo được chất lỏng có tính dẫn điện tốt hơn Al_2O_3 nóng chảy, mặt khác hỗn hợp chất điện li này có khối lượng riêng nhỏ hơn nhôm, nổi lên trên và ngăn cản Al nóng chảy không bị oxi hoá trong không khí.

Thùng điện phân có cực âm (catot) là tấm than chì ở đáy thùng. Cực dương (anot) là những khối than chì có thể chuyển động theo phương thẳng đứng (hình 6.6).

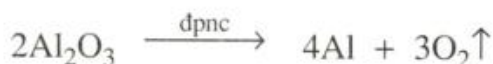
Ở cực âm xảy ra sự khử ion Al^{3+} thành kim loại Al :



Ở cực dương xảy ra sự oxi hoá O^{2-} thành khí O_2 :



Phương trình điện phân Al_2O_3 nóng chảy :



Khí oxi sinh ra ở cực dương đốt cháy dần dần than chì sinh ra CO_2 . Do vậy trong quá trình điện phân phải hạ thấp dần các cực dương vào thùng điện phân. Để có được 1 kg nhôm cần khoảng : 2kg Al_2O_3 , 0,5 kg C tiêu hao ở cực dương, 8 – 10 kWh điện năng.

BÀI TẬP

1. Cho $\text{Al} + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$. Số phân tử HNO_3 bị Al khử và số phân tử HNO_3 tạo muối nitrat trong phản ứng là
A. 1 và 3 B. 3 và 2 C. 4 và 3 D. 3 và 4
2. Một pin điện hoá được cấu tạo bởi các cặp oxi hoá – khử Al^{3+}/Al và Cu^{2+}/Cu . Phản ứng hoá học xảy ra khi pin hoạt động là
A. $2\text{Al} + 3\text{Cu} \longrightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{Cu}^{2+}$
B. $2\text{Al}^{3+} + 3\text{Cu} \longrightarrow 2\text{Al} + 3\text{Cu}^{2+}$
C. $2\text{Al} + 3\text{Cu}^{2+} \longrightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{Cu}$
D. $2\text{Al}^{3+} + 3\text{Cu}^{2+} \longrightarrow 2\text{Al} + 3\text{Cu}$
3. Tùy thuộc nồng độ của dung dịch HNO_3 , kim loại nhôm có thể khử HNO_3 thành NO_2 , NO , N_2 hoặc NH_4NO_3 . Hãy viết các phương trình hoá học của những phản ứng trên.
4. Có 4 kim loại là : Na, Ca, Fe, và Al. Hãy nhận biết mỗi kim loại bằng phương pháp hoá học và dẫn ra những phản ứng hoá học đã dùng.
5. Khử hoàn toàn 16 gam bột Fe_2O_3 bằng bột nhôm. Hãy cho biết :
a) Khối lượng bột nhôm cần dùng.
b) Khối lượng của những chất sau phản ứng.
6. Sản xuất nhôm bằng phương pháp điện phân nhôm oxit nóng chảy. Hãy tính khối lượng Al_2O_3 và than chì (C) cần dùng để sản xuất được 5,4 tấn nhôm. Cho rằng toàn bộ lượng khí oxi tạo ra ở cực dương đã đốt cháy than chì thành cacbon đioxit.