

Tổng hợp kiến thức: Tính chất hóa học của Nhôm (Al) và Hợp chất

Tài liệu này cung cấp một cái nhìn tổng quan và chi tiết về các tính chất hóa học đặc trưng của kim loại Nhôm và các hợp chất quan trọng của nó, giúp học sinh nắm vững kiến thức nền tảng và vận dụng vào giải bài tập.

Phần I: NHÔM (Al)

1. Vị trí và cấu hình electron

- **Ký hiệu hóa học:** Al
- **Số hiệu nguyên tử:** $Z = 13$
- **Vị trí trong bảng tuần hoàn:** Ô số 13, chu kỳ 3, nhóm IIIA.
- **Cấu hình electron:** $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ hay $[\text{Ne}] 3s^2 3p^1$.
- **Đặc điểm:** Có 3 electron ở lớp ngoài cùng, nên trong các phản ứng hóa học, nguyên tử nhôm có xu hướng nhường cả 3 electron này để tạo thành ion Al^{3+} , thể hiện số oxi hóa +3.

2. Tính chất vật lí

Nhôm là kim loại màu trắng bạc, có ánh kim, nhẹ ($D = 2,7 \text{ g/cm}^3$), dẻo, dễ kéo sợi và dát mỏng. Nhôm dẫn điện và dẫn nhiệt tốt, chỉ kém hơn đồng (Cu) và bạc (Ag).

3. Tính chất hóa học

Nhôm là một kim loại hoạt động mạnh, có tính khử mạnh (chỉ sau kim loại kiềm và kiềm thổ). Trong các phản ứng, nhôm dễ dàng nhường 3 electron để thể hiện số oxi hóa +3.

a. Tác dụng với phi kim

Nhôm phản ứng trực tiếp với nhiều phi kim khi đun nóng, tạo thành các hợp chất tương ứng.

- **Tác dụng với Oxi (O_2):** Ở điều kiện thường, nhôm phản ứng với oxi trong không khí tạo ra một lớp màng oxit Al_2O_3 mỏng, bền vững. Lớp màng này bảo vệ nhôm khỏi bị oxi hóa tiếp. Khi đốt nóng, nhôm cháy sáng trong không khí tạo thành nhôm oxit. $4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$ (Điều kiện: nhiệt độ)
- **Tác dụng với phi kim khác ($Cl_2, S, \dots$):** Nhôm phản ứng mạnh với các halogen và lưu huỳnh khi có nhiệt độ. **Ví dụ 1:** Phản ứng với khí Clo tạo ra nhôm clorua. Phản ứng tỏa nhiều nhiệt, làm nhôm nóng chảy và bắn thành các hạt sáng.



Ví dụ 2: Phản ứng với bột lưu huỳnh tạo ra nhôm sunfua.



b. Tác dụng với dung dịch axit

Nhôm dễ dàng phản ứng với các dung dịch axit (HCl, H_2SO_4 loãng) giải phóng khí hiđro.

- **Với axit HCl, H₂SO₄ loãng:** **Ví dụ 1:** $2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$

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

- **Với axit HNO₃ và H₂SO₄ đặc, nóng:** Nhôm khử N⁺⁵ (trong HNO₃) và S⁺⁶ (trong H₂SO₄ đặc) xuống các số oxi hóa thấp hơn, tạo ra các sản phẩm khử như NO, NO₂, N₂O, N₂, SO₂, S,... chứ không giải phóng H₂. **Ví dụ 1:** $\text{Al} + 4\text{HNO}_3 (\text{loãng}) \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

Ví dụ 2: $2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{đặc, nóng}) \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{SO}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$

- **Lưu ý đặc biệt:** Nhôm bị thụ động hóa (không phản ứng) trong dung dịch **HNO₃ đặc, nguội** và **H₂SO₄ đặc, nguội**. Do đó, người ta thường dùng thùng nhôm để chuyên chở các axit này.

c. Tác dụng với dung dịch muối

Nhôm có thể đẩy các kim loại hoạt động yếu hơn ra khỏi dung dịch muối của chúng.

- **Nguyên tắc:** Kim loại mạnh đẩy kim loại yếu hơn ra khỏi muối (trừ kim loại kiềm, kiềm thổ).
- **Ví dụ 1:** Nhúng một thanh nhôm vào dung dịch đồng(II) sunfat, một lớp đồng màu đỏ sẽ bám vào thanh nhôm.



- **Ví dụ 2:** Nhôm tác dụng với dung dịch bạc nitrat.



d. Tác dụng với dung dịch kiềm (Tính chất đặc trưng)

Đây là tính chất hóa học rất đặc trưng của nhôm, giúp phân biệt nhôm với nhiều kim loại khác như sắt, đồng.

- **Cơ chế phản ứng:**

1. Đầu tiên, nhôm phá vỡ lớp màng oxit bảo vệ và phản ứng với nước trong dung dịch kiềm: $2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{H}_2\uparrow$

2. Sau đó, nhôm hydroxit ($\text{Al}(\text{OH})_3$) là một hydroxit lưỡng tính nên nó sẽ tan ngay trong dung dịch kiềm mạnh: $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

- **Phương trình tổng quát:** $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2\uparrow$
(NaAlO_2 có tên là Natri aluminat)

Phần II: HỢP CHẤT QUAN TRỌNG CỦA NHÔM

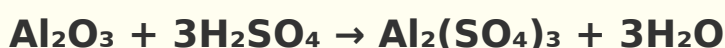
1. Nhôm oxit (Al_2O_3)

- **Công thức:** Al_2O_3

- **Tính chất vật lí:** Là chất rắn, màu trắng, không tan trong nước và rất cứng. Dạng ngậm nước có trong quặng boxit, dạng tinh thể là corundum (đá quý như ruby, saphia).

- **Tính chất hóa học:** Nhôm oxit là một **oxit lưỡng tính**, nghĩa là nó vừa có thể tác dụng với dung dịch axit, vừa có thể tác dụng với dung dịch kiềm.

- **a. Tác dụng với dung dịch axit (thể hiện tính bazơ):** $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$



- **b. Tác dụng với dung dịch kiềm (thể hiện tính axit):** $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{NaAlO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{AlO}_2)_2 + \text{H}_2\text{O}$

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

- **Công thức:** $\text{Al}(\text{OH})_3$
- **Tính chất vật lí:** Là chất rắn, màu trắng, kết tủa ở dạng keo, không tan trong nước.
- **Tính chất hóa học:** Nhôm hidroxit là một **hidroxit lưỡng tính**, thể hiện cả tính axit và tính bazơ.
 - **a. Tác dụng với dung dịch axit (thể hiện tính bazơ):** Kết tủa $\text{Al}(\text{OH})_3$ tan trong các dung dịch axit mạnh. $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} \rightarrow \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
 $2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$
 - **b. Tác dụng với dung dịch kiềm (thể hiện tính axit):** Kết tủa $\text{Al}(\text{OH})_3$ tan trong các dung dịch kiềm mạnh. $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 - **c. Phản ứng nhiệt phân:** Khi bị nung nóng, $\text{Al}(\text{OH})_3$ bị phân hủy tạo thành Al_2O_3 và nước. $2\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ (Điều kiện: nhiệt độ cao)

3. Muối nhôm và các phản ứng đặc trưng

Các muối nhôm như AlCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$,... có những phản ứng đặc trưng liên quan đến sự tạo thành và hòa tan của kết tủa $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Hiện tượng khi cho dung dịch kiềm vào dung dịch muối nhôm

Đây là dạng bài tập và hiện tượng rất phổ biến trong hóa học.

- **Thí nghiệm 1: Cho từ từ dung dịch NaOH vào dung dịch AlCl₃**

1. **Giai đoạn 1: Xuất hiện kết tủa keo trắng.**

Dung dịch NaOH phản ứng với AlCl₃ để tạo ra kết tủa Al(OH)₃ cho đến khi AlCl₃ phản ứng hết.



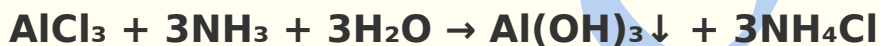
2. **Giai đoạn 2: Kết tủa tan dần.**

Nếu tiếp tục cho thêm dung dịch NaOH (dư), kết tủa Al(OH)₃ sẽ tan ra do tính lưỡng tính của nó.



- **Thí nghiệm 2: Dùng dung dịch kiềm yếu (NH₃)**

Khi cho dung dịch amoniac (NH₃) vào dung dịch muối nhôm, cũng xuất hiện kết tủa keo trắng Al(OH)₃. Tuy nhiên, vì NH₃ là một bazơ yếu, nó **không thể hòa tan** được kết tủa Al(OH)₃ ngay cả khi dùng dư.



Đây là phản ứng dùng để điều chế Al(OH)₃ trong phòng thí nghiệm và nhận biết ion Al³⁺.

Phần III: Sơ đồ tư duy và ứng dụng

Để hệ thống hóa kiến thức, học sinh nên vẽ sơ đồ tư duy cho nhôm và các hợp chất, trong đó tâm là Al, các nhánh là các tính chất hóa học và các hợp chất liên quan (Al₂O₃, Al(OH)₃) cùng các phản ứng đặc trưng của chúng. Kiến thức này là nền tảng cho các dạng bài tập quan trọng:

1. **Bài tập nhận biết:** Dùng tính chất tác dụng với dung dịch kiềm để nhận biết nhôm. Dùng hiện tượng kết tủa rồi tan để nhận biết muối Al^{3+} .
2. **Bài tập chuỗi phản ứng:** Viết các phương trình hóa học thể hiện mối liên hệ giữa $\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}$.
3. **Bài tập tính toán:** Tính khối lượng hoặc thể tích các chất tham gia và sản phẩm trong các phản ứng của nhôm và hợp chất, đặc biệt là các bài toán liên quan đến tính lưỡng tính.