

Chuyên đề: Tính lưỡng tính của Al_2O_3 và $\text{Al}(\text{OH})_3$

Nhôm và các hợp chất của nó là một phần kiến thức quan trọng trong chương trình Hóa học lớp 12. Trong đó, tính lưỡng tính của nhôm oxit (Al_2O_3) và nhôm hydroxit ($\text{Al}(\text{OH})_3$) là một trong những nội dung trọng tâm thường xuất hiện trong các kỳ thi. Tài liệu này sẽ tổng hợp đầy đủ và chi tiết các kiến thức liên quan.

1. Khái niệm về chất lưỡng tính

Chất lưỡng tính là những chất vừa có khả năng phản ứng với axit, vừa có khả năng phản ứng với bazơ. Khi tác dụng với axit, chúng thể hiện tính bazơ. Khi tác dụng với bazơ, chúng thể hiện tính axit.

- **Ví dụ tổng quát:** Một hydroxit $\text{M}(\text{OH})_n$ lưỡng tính có thể phân li theo cả kiểu axit và bazơ:
 - Phân li kiểu bazơ: $\text{M}(\text{OH})_n \rightleftharpoons \text{M}^{n+} + n\text{OH}^-$
 - Phân li kiểu axit: $\text{M}(\text{OH})_n \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{MO}_2^- + (n-1)\text{H}_2\text{O}$ (dạng đơn giản)

2. Nhôm Oxit (Al_2O_3) và tính lưỡng tính

a. Tính chất vật lý và trạng thái tự nhiên

- **Công thức:** Al_2O_3
- **Tên gọi:** Nhôm oxit hoặc alumin.

- **Tính chất:** Là chất rắn, màu trắng, không tan trong nước và rất cứng. Nhiệt độ nóng chảy rất cao (2072°C).
- **Trạng thái tự nhiên:** Tồn tại trong tự nhiên dưới dạng quặng boxit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), là nguyên liệu chính để sản xuất nhôm. Dạng oxit khan có trong đá quý như corindon, ruby (lẫn Cr_2O_3), saphia (lẫn TiO_2 và Fe_3O_4).

b. Chứng minh tính lưỡng tính của Al_2O_3

Nhôm oxit vừa tác dụng được với dung dịch axit mạnh, vừa tác dụng được với dung dịch kiềm mạnh, do đó nó là một oxit lưỡng tính.

Tác dụng với dung dịch axit (Thể hiện tính bazơ)

Al_2O_3 phản ứng với các dung dịch axit mạnh như HCl, H_2SO_4 , HNO_3 để tạo thành muối và nước.



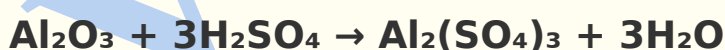
- **Ví dụ 1:** Tác dụng với axit clohidric (HCl)

Khi cho Al_2O_3 vào dung dịch HCl, nó sẽ tan ra tạo thành dung dịch trong suốt của muối nhôm clorua.



- **Ví dụ 2:** Tác dụng với axit sunfuric (H_2SO_4) loãng

Tương tự, Al_2O_3 cũng tan trong H_2SO_4 loãng, tạo thành muối nhôm sunfat.



Tác dụng với dung dịch kiềm (Thể hiện tính axit)

Al_2O_3 phản ứng với các dung dịch kiềm mạnh (NaOH , KOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$) khi đun nóng, tạo thành muối aluminat và nước.

- **Phương trình tổng quát (dạng đơn giản):** $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- \rightarrow 2\text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$

- **Ví dụ 1:** Tác dụng với natri hidroxit (NaOH)

Al_2O_3 tan trong dung dịch NaOH đặc, nóng tạo thành natri aluminat.



(Tên gọi: Natri aluminat)

Trong dung dịch, ion aluminat tồn tại ở dạng phức: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$

(Tên gọi: Natri tetrahydroxoaluminat)

- **Ví dụ 2:** Tác dụng với bari hidroxit ($\text{Ba}(\text{OH})_2$)

Al_2O_3 tan trong dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ tạo thành bari aluminat.

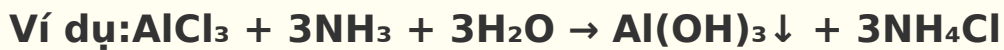


Kết luận: Vì Al_2O_3 vừa có khả năng tác dụng với axit mạnh, vừa có khả năng tác dụng với bazơ mạnh nên Al_2O_3 là một oxit lưỡng tính.

3. Nhôm Hidroxit ($\text{Al}(\text{OH})_3$) và tính lưỡng tính

a. Tính chất vật lý và điều chế

- **Công thức:** $\text{Al}(\text{OH})_3$
- **Tên gọi:** Nhôm hidroxit.
- **Tính chất:** Là chất rắn, màu trắng, kết tủa ở dạng keo, không tan trong nước.
- **Điều chế:** Có thể điều chế bằng cách cho dung dịch muối nhôm tác dụng với một lượng vừa đủ dung dịch bazơ.



Lưu ý: Thường dùng dung dịch NH_3 vì nó là bazơ yếu, không hòa tan được kết tủa Al(OH)_3 ngay cả khi dùng dư.

b. Chứng minh tính lưỡng tính của Al(OH)_3

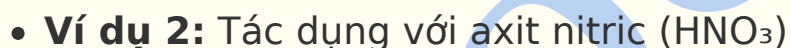
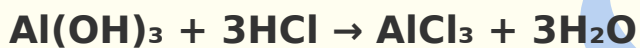
Tương tự Al_2O_3 , Al(OH)_3 cũng là một hợp chất lưỡng tính, thể hiện qua phản ứng với cả dung dịch axit và dung dịch kiềm.

Tác dụng với dung dịch axit (Thể hiện tính bazơ)

Al(OH)_3 là một bazơ yếu, dễ dàng phản ứng với các axit mạnh và cả axit trung bình.



Kết tủa keo trắng Al(OH)_3 tan hoàn toàn trong dung dịch HCl .

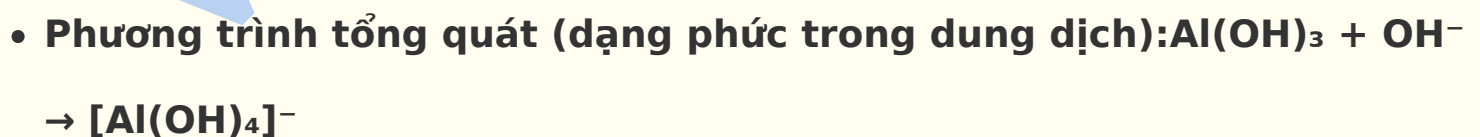


Al(OH)_3 cũng tan trong dung dịch HNO_3 , tạo muối và nước.



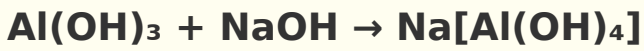
Tác dụng với dung dịch kiềm (Thể hiện tính axit)

Al(OH)_3 thể hiện tính axit yếu khi phản ứng với các dung dịch kiềm mạnh.

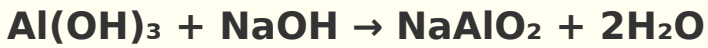


- **Ví dụ 1:** Tác dụng với natri hidroxit (NaOH)

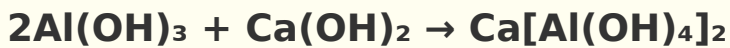
Kết tủa Al(OH)_3 tan trong dung dịch NaOH dư, tạo thành dung dịch không màu của natri tetrahydroxoaluminat.



Hoặc có thể viết dưới dạng muối aluminat:

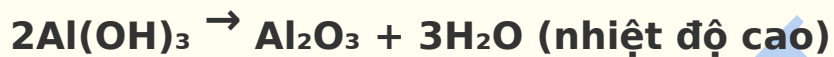


- **Ví dụ 2:** Tác dụng với canxi hidroxit (Ca(OH)_2)



c. Phản ứng nhiệt phân

Khi bị nung nóng, Al(OH)_3 bị phân hủy tạo thành Al_2O_3 và nước.



4. So sánh tính lưỡng tính của Al₂O₃ và Al(OH)₃

Tiêu chí	Nhôm Oxit (Al ₂ O ₃)	Nhôm Hidroxit (Al(OH) ₃)
Bản chất	Oxit lưỡng tính	Hidroxit lưỡng tính
Tính chất vật lý	Chất rắn trắng, rất cứng, không tan trong nước, nhiệt độ nóng chảy cao.	Chất rắn trắng, dạng kết tủa keo, không tan trong nước.
Phản ứng với axit mạnh	Phản ứng tạo muối và nước. $Al_2O_3 + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2O$	Phản ứng tạo muối và nước. $Al(OH)_3 + 3HCl \rightarrow AlCl_3 + 3H_2O$
Phản ứng với kiềm mạnh	Phản ứng tạo muối aluminat và nước. $Al_2O_3 + 2NaOH \rightarrow 2NaAlO_2 + H_2O$	Phản ứng tạo muối phức tan và nước. $Al(OH)_3 + NaOH \rightarrow Na[Al(OH)_4]$
Phản ứng nhiệt phân	Không bị nhiệt phân (rất bền với nhiệt).	Bị nhiệt phân tạo Al ₂ O ₃ và H ₂ O. $2Al(OH)_3 \rightarrow Al_2O_3 + 3H_2O$
Mức độ phản ứng	Khó phản ứng hơn, thường cần đun nóng hoặc axit/kiềm đặc.	Dễ phản ứng hơn, có thể phản ứng ở điều kiện thường.

5. Một số lưu ý và hiện tượng hóa học quan trọng

1. Hiện tượng khi cho từ từ dung dịch NaOH vào dung dịch AlCl_3 :

- Ban đầu xuất hiện kết tủa keo trắng: $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Al(OH)}_3 \downarrow$
- Nếu tiếp tục cho NaOH vào, kết tủa sẽ tan dần tạo dung dịch trong suốt:
 $\text{Al(OH)}_3 + \text{OH}^-(\text{dư}) \rightarrow [\text{Al(OH)}_4]^-$

2. Hiện tượng khi cho từ từ dung dịch HCl vào dung dịch $\text{Na[Al(OH)}_4]$:

- Ban đầu xuất hiện kết tủa keo trắng: $[\text{Al(OH)}_4]^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Al(OH)}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
- Nếu tiếp tục cho HCl vào, kết tủa sẽ tan dần tạo dung dịch trong suốt:
 $\text{Al(OH)}_3 + 3\text{H}^+(\text{dư}) \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

3. Sục khí CO_2 vào dung dịch $\text{Na[Al(OH)}_4]$:

CO_2 là một oxit axit yếu, khi tác dụng với dung dịch aluminat sẽ tạo ra kết tủa Al(OH)_3 . Axit H_2CO_3 sinh ra không đủ mạnh để hòa tan kết tủa này.

