

Chuyên đề: Nhận biết và Tách biệt các chất vô cơ

Phần I: Nguyên tắc chung

1. Nguyên tắc nhận biết các chất

Để nhận biết một chất, ta cần dựa vào các phản ứng hóa học đặc trưng. Dấu hiệu của phản ứng có thể là:

- **Tạo kết tủa:** Chất rắn không tan được tạo thành, có màu sắc đặc trưng.
- **Tạo khí:** Có khí thoát ra với mùi, màu sắc hoặc tính chất đặc trưng (ví dụ: làm đục nước vôi trong, làm đổi màu quỳ tím ẩm).
- **Thay đổi màu sắc của dung dịch:** Dung dịch chuyển sang màu khác.
- **Hiện tượng khác:** Tỏa nhiệt, phát sáng, thử màu ngọn lửa...

Lưu ý: Khi nhận biết nhiều chất, nên kẻ bảng để trình bày rõ ràng thuốc thử, hiện tượng và phương trình hóa học minh họa.

2. Nguyên tắc tách và tinh chế các chất

Tách các chất ra khỏi hỗn hợp là quá trình sử dụng các phương pháp vật lý hoặc hóa học để thu được các chất ở dạng tinh khiết.

- **Bước 1:** Chọn thuốc thử thích hợp chỉ tác dụng với một chất trong hỗn hợp, chuyển chất đó thành một dạng khác (kết tủa, bay hơi, hoặc hòa tan) để dễ dàng tách ra.

- **Bước 2:** Dùng các phương pháp vật lý (lọc, chiết, chưng cất...) để tách chất đó ra khỏi hỗn hợp.
- **Bước 3:** Tái tạo lại chất ban đầu từ sản phẩm đã tách ra.

Phần II: Nhận biết các chất vô cơ

A. Nhận biết một số Cation (Ion dương)

1. Cation kim loại kiềm (Na^+ , K^+)

Phương pháp: Thử màu ngọn lửa.

- Hợp chất của Na^+ cho ngọn lửa màu **vàng tươi**.
- Hợp chất của K^+ cho ngọn lửa màu **tím**.

2. Cation kim loại kiềm thổ (Ca^{2+} , Ba^{2+})

Thuốc thử: Dung dịch chứa ion SO_4^{2-} (H_2SO_4 , Na_2SO_4) hoặc CO_3^{2-} (Na_2CO_3).

- Ba^{2+} : Tạo kết tủa trắng BaSO_4 không tan trong axit mạnh.

Phương trình: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow$ (trắng)

- Ca^{2+} : Tạo kết tủa trắng CaCO_3 tan trong axit.

Phương trình: $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow$ (trắng)

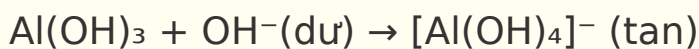
Ví dụ: Nhận biết dung dịch BaCl_2 và CaCl_2 . Dùng dung dịch Na_2SO_4 , lọ nào xuất hiện kết tủa trắng là BaCl_2 .

3. Cation Nhôm (Al^{3+})

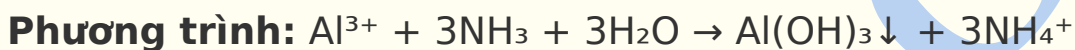
Thuốc thử: Dung dịch kiềm mạnh (NaOH , KOH) hoặc dung dịch amoniac (NH_3).

- **Dùng NaOH dư:** Ban đầu tạo kết tủa keo trắng $\text{Al}(\text{OH})_3$, sau đó kết tủa tan trong NaOH dư.

Phương trình:



- **Dùng NH_3 dư:** Chỉ tạo kết tủa keo trắng $\text{Al}(\text{OH})_3$, không tan trong NH_3 dư.

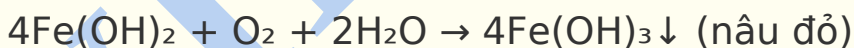


4. Cation Sắt (Fe^{2+} , Fe^{3+})

Thuốc thử: Dung dịch kiềm (NaOH , NH_3), dung dịch KSCN .

- **Fe^{2+} :** Tác dụng với dung dịch kiềm tạo kết tủa trắng xanh $\text{Fe}(\text{OH})_2$, để lâu trong không khí hóa nâu đỏ.

Phương trình:



- **Fe^{3+} :** Tác dụng với dung dịch kiềm tạo kết tủa nâu đỏ $\text{Fe}(\text{OH})_3$.



- **Nhận biết đặc trưng Fe^{3+} :** Dùng dung dịch KSCN hoặc NH_4SCN , tạo dung dịch màu đỏ máu.

Phương trình: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{SCN})_3$ (phức màu đỏ máu)

5. Cation Đồng (Cu^{2+})

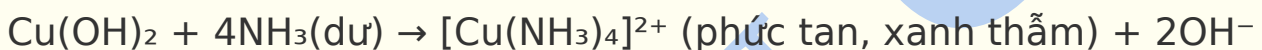
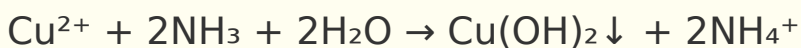
Thuốc thử: Dung dịch kiềm (NaOH), dung dịch amoniac (NH_3).

- **Dùng NaOH :** Tạo kết tủa màu xanh lam $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

Phương trình: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$ (xanh lam)

- **Dùng NH_3 :** Ban đầu tạo kết tủa xanh, sau đó kết tủa tan trong NH_3 dư tạo dung dịch phức màu xanh thẫm đặc trưng.

Phương trình:



6. Cation Amoni (NH_4^+)

Thuốc thử: Dung dịch kiềm mạnh (NaOH , KOH), đun nóng nhẹ.

Hiện tượng: Có khí mùi khai (NH_3) thoát ra, làm xanh giấy quỳ tím ẩm.

Phương trình: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow (\text{đun nóng}) \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

B. Nhận biết một số Anion (Ion âm)

1. Anion gốc axit mạnh

- **SO_4^{2-} (sunfat):** Dùng dung dịch chứa ion Ba^{2+} (BaCl_2 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$) trong môi trường axit. Tạo kết tủa trắng BaSO_4 không tan trong axit.

Phương trình: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow$ (trắng)

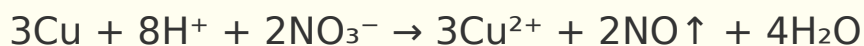
- **Cl⁻ (clorua):** Dùng dung dịch AgNO₃. Tạo kết tủa trắng AgCl, không tan trong axit mạnh.

Phương trình: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow (\text{trắng})$

- **NO₃⁻ (nitrat):** Trong môi trường axit (H₂SO₄ loãng), dùng mảnh Cu đun nóng.

Hiện tượng: Dung dịch chuyển sang màu xanh, có khí không màu (NO) thoát ra, hóa nâu đỏ (NO₂) trong không khí.

Phương trình:

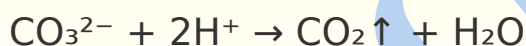


2. Anion gốc axit yếu

- **CO₃²⁻ (cacbonat):** Dùng dung dịch axit mạnh (HCl, H₂SO₄).

Hiện tượng: Sủi bọt khí không màu (CO₂), làm đục nước vôi trong.

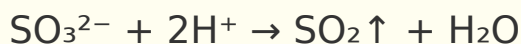
Phương trình:



- **SO₃²⁻ (sunfit):** Dùng dung dịch axit mạnh.

Hiện tượng: Có khí mùi hắc (SO₂) thoát ra, làm mất màu dung dịch brom hoặc dung dịch thuốc tím (KMnO₄).

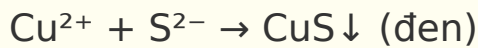
Phương trình:



- **S²⁻ (sunfua):** Dùng dung dịch axit mạnh hoặc dung dịch muối Cu²⁺, Pb²⁺.

Hiện tượng: Dùng axit có khí mùi trứng thối (H₂S). Dùng muối Cu²⁺/Pb²⁺ tạo kết tủa đen.

Phương trình:



- **PO₄³⁻ (photphat):** Dùng dung dịch AgNO₃.

Hiện tượng: Tạo kết tủa màu vàng Ag₃PO₄, tan được trong dung dịch HNO₃ loãng.



C. Nhận biết một số chất khí

Chất khí	Thuốc thử	Hiện tượng
CO₂ (Cacbonic)	Dung dịch Ca(OH) ₂ dư	Làm đục nước vôi trong (tạo kết tủa CaCO ₃)
SO₂ (Sunfuro)	Dung dịch Brom (Br ₂) hoặc KMnO ₄	Làm mất màu dung dịch (màu nâu đỏ của Br ₂ hoặc màu tím của KMnO ₄)
NH₃ (Amoniac)	Giấy quỳ tím ẩm	Làm giấy quỳ tím hóa xanh
H₂S (Hydro sunfua)	Dung dịch Pb(NO ₃) ₂ hoặc Cu(NO ₃) ₂	Tạo kết tủa đen (PbS, CuS)
Cl₂ (Clo)	Giấy tẩm dung dịch KI và hồ tinh bột	Làm giấy hóa xanh
O₂ (Oxi)	Tàn đóm đỏ	Làm tàn đóm bùng cháy
H₂ (Hydro)	Que đóm đang cháy	Gây tiếng nổ nhỏ (nổ "bốp")

Phần III: Tách và tinh chế các chất vô cơ

1. Phương pháp vật lý

Dựa trên sự khác biệt về tính chất vật lý (nhiệt độ sôi, độ tan, khối lượng riêng...).

- **Cô cạn:** Tách chất rắn tan không bay hơi ra khỏi dung môi.

- **Chưng cất:** Tách các chất lỏng có nhiệt độ sôi khác nhau.
- **Chiết:** Tách các chất lỏng không tan vào nhau hoặc tách chất tan từ dung môi này sang dung môi khác.
- **Lọc:** Tách chất rắn không tan ra khỏi chất lỏng.

2. Phương pháp hóa học

Dựa vào các phản ứng hóa học để chuyển chất cần tách thành dạng khác, tách ra rồi tái tạo lại.

Ví dụ 1: Tách riêng từng oxit ra khỏi hỗn hợp rắn gồm Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CuO

Sơ đồ tách:

1. Cho hỗn hợp vào dung dịch **NaOH dư**. Al_2O_3 tan, còn lại Fe_2O_3 và CuO không tan. Lọc tách riêng phần dung dịch và phần không tan.



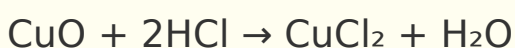
2. **Xử lý phần dung dịch (NaAlO_2 , NaOH dư):** Sục khí CO_2 dư vào dung dịch, thu được kết tủa $\text{Al}(\text{OH})_3$. Lọc lấy kết tủa.



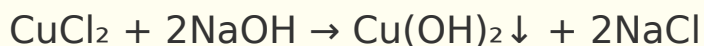
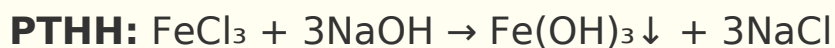
Nung kết tủa $\text{Al}(\text{OH})_3$ ở nhiệt độ cao, thu được Al_2O_3 .



3. **Xử lý phần không tan (Fe_2O_3 , CuO):** Cho hỗn hợp vào dung dịch **HCl dư**. Cả hai oxit đều tan.



4. Cho dung dịch **NaOH dư** vào dung dịch muối thu được. Lọc lấy hỗn hợp kết tủa $\text{Fe}(\text{OH})_3$ và $\text{Cu}(\text{OH})_2$.



5. Nung hỗn hợp kết tủa trên ở nhiệt độ cao. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ bị phân hủy thành Fe_2O_3 . $\text{Cu}(\text{OH})_2$ bị phân hủy thành CuO . Ta thu lại được hỗn hợp oxit ban đầu. Để tách chúng, ta có thể dùng luồng khí H_2 nung nóng để khử CuO thành Cu , còn Fe_2O_3 không bị khử. Hòa tan hỗn hợp sau phản ứng vào HCl , Cu không tan, lọc ra. Dung dịch FeCl_2 cho tác dụng với NaOH rồi nung kết tủa sẽ thu lại Fe_2O_3 .

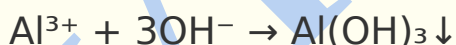
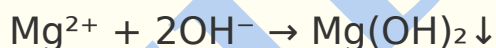
Ví dụ 2: Tinh chế NaCl có lẫn MgCl_2 , AlCl_3 , Na_2SO_4

1. Hòa tan hỗn hợp vào nước. Cho dung dịch **BaCl_2 dư** vào để loại bỏ SO_4^{2-} . Lọc bỏ kết tủa BaSO_4 .



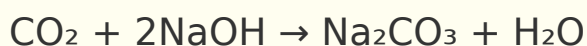
2. Cho dung dịch **NaOH dư** vào dung dịch nước lọc để loại bỏ Mg^{2+} và Al^{3+} . Lọc bỏ kết tủa $\text{Mg}(\text{OH})_2$ và $\text{Al}(\text{OH})_3$.

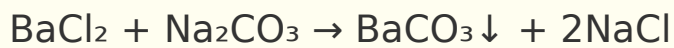
PTHH:



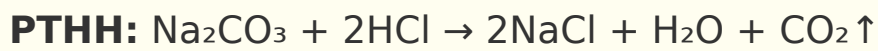
3. Dung dịch còn lại chứa NaCl , NaOH dư, BaCl_2 dư. Sục khí **CO_2 dư** vào để loại bỏ NaOH và BaCl_2 . Lọc bỏ kết tủa BaCO_3 .

PTHH:





4. Dung dịch sau lọc chứa NaCl và Na_2CO_3 . Thêm **dung dịch HCl vừa đủ** để trung hòa Na_2CO_3 .



5. Cô cạn dung dịch cuối cùng, ta thu được NaCl tinh khiết.