

Chuyên đề: Nhận biết các chất khí và gốc Axit

Bài tập nhận biết là một dạng bài quan trọng trong chương trình Hóa học, giúp học sinh củng cố kiến thức về tính chất hóa học đặc trưng của các chất. Chuyên đề này tổng hợp các phương pháp nhận biết các chất khí và gốc axit (anion) phổ biến.

Phần I: Nhận biết một số chất khí vô cơ

Để nhận biết các chất khí, ta thường dựa vào tính chất vật lý (màu sắc, mùi) hoặc các phản ứng hóa học đặc trưng tạo ra sản phẩm có hiện tượng dễ quan sát (kết tủa, đổi màu, sủi bọt khí khác).

Bảng tổng hợp nhanh cách nhận biết chất khí

Khí cần nhận biết	Thuốc thử	Hiện tượng quan sát
O ₂ (Oxi)	Tàn đóm đỏ	Tàn đóm bùng cháy.
H ₂ (Hiđro)	Que đóm đang cháy	Khí cháy với ngọn lửa màu xanh nhạt, có tiếng nổ nhẹ.
CO ₂ (Cacbon đioxit)	Dung dịch Ca(OH) ₂ dư (nước vôi trong)	Làm vẩn đục nước vôi trong (tạo kết tủa trắng).
SO ₂ (Lưu huỳnh đioxit)	Dung dịch nước Brom (Br ₂) hoặc dung dịch KMnO ₄	Làm mất màu vàng nâu của dung dịch Brom hoặc màu tím của dung dịch thuốc tím.
NH ₃ (Amoniac)	Giấy quỳ tím ẩm	Làm quỳ tím ẩm hóa xanh.
Cl ₂ (Clo)	Giấy quỳ tím ẩm	Làm quỳ tím ẩm hóa đỏ sau đó mất màu.
H ₂ S (Hiđro sunfua)	Dung dịch Pb(NO ₃) ₂ hoặc CuSO ₄	Tạo kết tủa đen PbS hoặc CuS.
HCl (Hiđro clorua)	Giấy quỳ tím ẩm	Làm quỳ tím ẩm hóa đỏ.
NO (Nito monoxit)	Không khí (O ₂)	Khí không màu hóa nâu đỏ trong không khí.

Khí cần nhận biết	Thuốc thử	Hiện tượng quan sát
NO ₂ (Nito đioxit)	Quan sát màu	Là khí có màu nâu đỏ đặc trưng.

Chi tiết các phản ứng nhận biết

1. Nhận biết khí Oxi (O₂)

Thuốc thử: Tàn đóm còn đỏ.

Hiện tượng: Tàn đóm bùng cháy mãnh liệt. Oxi là khí duy trì sự cháy.

2. Nhận biết khí Hiđro (H₂)

Thuốc thử: Que đóm đang cháy.

Hiện tượng: Khí H₂ cháy trong không khí tạo ngọn lửa màu xanh nhạt và phát ra tiếng nổ nhẹ (do phản ứng tỏa nhiệt mạnh).

PTHH: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ (xúc tác nhiệt độ)

3. Nhận biết khí Cacbon đioxit (CO₂)

Thuốc thử: Dung dịch Ca(OH)₂ (nước vôi trong) hoặc Ba(OH)₂.

Hiện tượng: Dung dịch bị vẩn đục do tạo ra kết tủa trắng CaCO₃.

PTHH: $\text{CO}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$

Lưu ý: Nếu sục khí CO₂ dư vào thì kết tủa sẽ tan ra do tạo muối axit tan:
 $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2$.

4. Nhận biết khí Lưu huỳnh đioxit (SO₂)

Thuốc thử: Dung dịch Brom (màu vàng nâu) hoặc dung dịch KMnO₄ (màu tím).

Hiện tượng: Làm mất màu dung dịch thuốc thử. SO₂ có mùi hắc đặc trưng.

PTHH:

- $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$
- $5\text{SO}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$

5. Nhận biết khí Amoniac (NH₃)

Thuốc thử: Giấy quỳ tím ẩm hoặc dung dịch phenolphtalein.

Hiện tượng: Làm quỳ tím ẩm hóa xanh hoặc phenolphtalein hóa hồng. NH₃ có mùi khai đặc trưng.

PTHH: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH}$

6. Nhận biết khí Clo (Cl₂)

Thuốc thử: Giấy quỳ tím ẩm.

Hiện tượng: Ban đầu quỳ tím hóa đỏ (do phản ứng với nước tạo axit HCl), sau đó mất màu nhanh chóng (do HClO có tính oxi hóa mạnh).

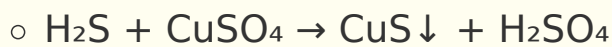
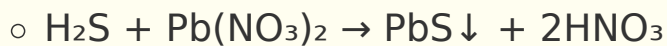
PTHH: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$

7. Nhận biết khí Hidro sunfua (H_2S)

Thuốc thử: Dung dịch muối chì (II) như $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ hoặc muối đồng (II) như CuSO_4 .

Hiện tượng: Tạo kết tủa màu đen. H_2S có mùi trứng thối đặc trưng.

PTHH:



Phần II: Nhận biết một số gốc axit (anion) trong dung dịch

Để nhận biết các anion trong dung dịch, người ta thường dùng các thuốc thử tạo ra sản phẩm đặc trưng như kết tủa có màu sắc riêng, giải phóng chất khí có tính chất đặc biệt.

Bảng tổng hợp nhanh cách nhận biết gốc axit

Gốc axit (Anion)	Thuốc thử	Hiện tượng
SO ₄ ²⁻ (Sunfat)	Dung dịch chứa ion Ba ²⁺ (BaCl ₂ , Ba(NO ₃) ₂)	Tạo kết tủa trắng BaSO ₄ không tan trong axit.
Cl ⁻ (Clorua)	Dung dịch AgNO ₃	Tạo kết tủa trắng AgCl, hóa đen ngoài ánh sáng.
Br ⁻ (Bromua)	Dung dịch AgNO ₃	Tạo kết tủa màu vàng nhạt AgBr.
I ⁻ (Iotua)	Dung dịch AgNO ₃	Tạo kết tủa màu vàng đậm AgI.
NO ₃ ⁻ (Nitrat)	Vụn Cu và dung dịch H ₂ SO ₄ loãng, đun nóng	Dung dịch chuyển sang màu xanh, có khí không màu thoát ra hóa nâu trong không khí.
CO ₃ ²⁻ (Cacbonat)	Dung dịch axit mạnh (HCl, H ₂ SO ₄)	Sủi bọt khí không màu, làm đục nước vôi trong.
PO ₄ ³⁻ (Photphat)	Dung dịch AgNO ₃	Tạo kết tủa màu vàng Ag ₃ PO ₄ , tan trong axit HNO ₃ .
S ²⁻ (Sunfua)	Dung dịch Pb(NO ₃) ₂ hoặc CuSO ₄	Tạo kết tủa đen PbS hoặc CuS.
SO ₃ ²⁻ (Sunfit)	Dung dịch axit mạnh (HCl), dd Brom	Tạo khí mùi hắc (SO ₂) làm mất màu dung dịch Brom.

Chi tiết các phản ứng nhận biết

1. Nhận biết gốc Sunfat (SO_4^{2-})

Thuốc thử: Dung dịch chứa ion Ba^{2+} như BaCl_2 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$.

Hiện tượng: Xuất hiện kết tủa trắng BaSO_4 , đặc biệt kết tủa này không tan trong các axit mạnh như HCl , HNO_3 .

PTHH: $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaCl}$

2. Nhận biết các gốc Halogenua (Cl^- , Br^- , I^-)

Thuốc thử: Dung dịch Bạc nitrat (AgNO_3).

Hiện tượng:

- **Gốc Cl^- :** Tạo kết tủa trắng AgCl . Ví dụ: $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{HNO}_3$
- **Gốc Br^- :** Tạo kết tủa màu vàng nhạt AgBr . Ví dụ: $\text{AgNO}_3 + \text{NaBr} \rightarrow \text{AgBr} \downarrow + \text{NaNO}_3$
- **Gốc I^- :** Tạo kết tủa màu vàng đậm AgI . Ví dụ: $\text{AgNO}_3 + \text{KI} \rightarrow \text{AgI} \downarrow + \text{KNO}_3$

Lưu ý: Kết tủa AgCl tan trong dung dịch NH_3 , AgBr tan ít, còn AgI không tan.

3. Nhận biết gốc Nitrat (NO_3^-)

Thuốc thử: Mảnh vụn đồng (Cu) và dung dịch H_2SO_4 loãng, đun nóng nhẹ.

Hiện tượng: Dung dịch dần chuyển sang màu xanh lam của ion Cu^{2+} , đồng thời có khí không màu (NO) thoát ra, khí này nhanh chóng hóa thành khí NO_2 màu nâu đỏ khi gặp không khí.

PTHH:

- $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightarrow 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
- $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ (màu nâu đỏ)

4. Nhận biết gốc Cacbonat (CO_3^{2-})

Thuốc thử: Các dung dịch axit mạnh như HCl , H_2SO_4 .

Hiện tượng: Có hiện tượng sủi bọt khí. Dẫn khí này qua dung dịch Ca(OH)_2 dư thấy nước vôi trong bị vẩn đục.

PTHH:

- $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CO}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$

5. Nhận biết gốc Photphat (PO_4^{3-})

Thuốc thử: Dung dịch AgNO_3 .

Hiện tượng: Tạo kết tủa màu vàng Ag_3PO_4 . Điểm khác biệt với AgI là kết tủa này tan được trong dung dịch axit mạnh HNO_3 .

PTHH: $3\text{AgNO}_3 + \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4\downarrow + 3\text{NaNO}_3$

Phần III: Lưu ý quan trọng khi làm bài tập nhận biết

- **Trích mẫu thử:** Luôn bắt đầu bằng việc trích một lượng nhỏ mỗi chất ra các ống nghiệm riêng biệt và đánh số thứ tự.

- **Quan sát tính chất vật lý:** Tận dụng các dấu hiệu như màu sắc dung dịch, trạng thái (rắn, lỏng, khí), mùi đặc trưng trước khi dùng thuốc thử.
- **Chọn thuốc thử hợp lý:** Sử dụng các thuốc thử có dấu hiệu nhận biết rõ ràng, đặc trưng và không gây ra các phản ứng phụ phức tạp.
- **Thứ tự nhận biết:** Trong hỗn hợp nhiều chất, thứ tự cho thuốc thử rất quan trọng. Ví dụ, khi nhận biết dung dịch chứa cả Cl^- và SO_4^{2-} , nên dùng BaCl_2 để nhận biết SO_4^{2-} trước, sau đó lọc bỏ kết tủa rồi mới dùng AgNO_3 để nhận biết Cl^- .
- **Viết phương trình hóa học:** Luôn viết đầy đủ các phương trình phản ứng xảy ra để chứng minh cho kết luận của mình.