

LUYỆN TẬP NHẬN BIẾT MỘT SỐ CHẤT VÔ CƠ

1. Tóm tắt lý thuyết

1.1. Phương pháp nhận biết Cation

Bảng 8.1. Phản ứng nhận biết từng cation

Cation	Dung dịch thuốc thử	Hiện tượng	Giải thích
Ba ²⁺	H ₂ SO ₄ (loãng)	↓ trắng không tan trong axit.	$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow$
Fe ²⁺	Kiểm hoặc NH ₃	↓ trắng hơi xanh, sau đó chuyển thành nâu đỏ.	$\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$ $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$
Fe ³⁺	Kiểm hoặc NH ₃	↓ nâu đỏ	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$
Al ³⁺	Kiểm dư	↓ keo trắng, tan trong thuốc thử dư.	$\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ $\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{OH}^- \rightarrow \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$
Cu ²⁺	NH ₃ dư	↓ xanh, tan thành dung dịch xanh lam đậm.	Lúc đầu tạo ↓ Cu(OH) ₂ màu xanh, sau đó kết tủa tan tạo thành dung dịch màu xanh lam đậm.

1.2. Phương pháp nhận biết Anion

Bảng 8.2. Phản ứng nhận biết từng anion

Anion	Dung dịch thuốc thử	Hiện tượng	Giải thích
NO ₃ ⁻	Cu(bột) + H ₂ SO ₄ (loãng)	Dung dịch xanh, khí không màu hoá nâu trong không khí.	$3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightarrow 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
SO ₄ ²⁻	BaCl ₂ (trong môi trường axit loãng)	↓ trắng không tan trong axit.	$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow$
CO ₃ ²⁻	HCl	Sủi bọt khí không màu, không mùi.	$\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
Cl ⁻	AgNO ₃ (trong dung dịch HNO ₃ loãng)	↓ trắng không tan trong axit	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow$

3. Phương pháp nhận biết chất khí

Bảng 8.3. Phản ứng nhận biết từng khí

Khí	Mùi	Dung dịch thuốc thử	Hiện tượng, giải thích
SO ₂	Hắc, gây ngạt	Nước Br ₂ dư	Nước brom nhạt màu : $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$
CO ₂	–	Ca(OH) ₂ dư (Ba(OH) ₂ dư)	$\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow$ (trắng)
NH ₃	Khai	Quỳ tím	Chuyển màu xanh
H ₂ S	Trứng thối	Pb(CH ₃ COO) ₂	$\text{Pb}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{PbS} \downarrow + 2\text{H}^+$ (đen)

2. Bài tập minh họa

2.1. Dạng 1: Bài tập nhận biết, tách chất

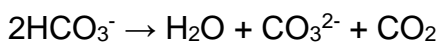
a. Kiểu bài không hạn chế thuốc thử

Dạng này có thể dùng nhiều thuốc thử khác nhau để nhận biết, miễn sao hợp lí.

b. Dùng thuốc thử hữu hạn

Dạng này chỉ được dùng những thuốc thử mà đề cho hay đề yêu cầu, dùng quá là sai. Để giải dạng toán này ta có một số điểm lưu ý sau:

- Có thể dùng chất đã nhận biết trở lại làm thuốc thử.
- Trong dung dịch các muối nhận biết có các ion Al³⁺, Zn²⁺, Cr³⁺, Sn²⁺, Pb²⁺, Cu²⁺, Mg²⁺, Fe²⁺, Fe³⁺, NH⁴⁺ ta dùng kiềm.
- Trong các dung dịch nhận biết vừa có môi trường axit vừa có môi trường bazơ, ta dùng quỳ tím.
- Các dung dịch nhận biết có dung dịch muối HCO₃⁻, HSO₃⁻ ta đun nóng nhẹ dung dịch để nhận biết thông qua hiện tượng có khí bay ra.



c. Không dùng thuốc thử

Dạng này không được dùng bất cứ một thuốc thử nào, có dùng là sai.

Để giải dạng toán này ta lưu ý một số điểm sau:

- Trong các dung dịch muối nhận biết có muối HCO_3^- , HSO_3^- ta đun nóng các mẫu dung dịch muối này, thông qua hiện tượng khí bay ra hay kết tủa để nhận biết, rồi dùng nó trở lại làm thuốc thử.



- Nguyên tắc chung để giải dạng toán này là cho các chất tác dụng lẫn nhau từng đôi một rồi lập bảng quan sát hiện tượng để kết luận (Quy tắc này gọi là quy tắc bóng đá vòng tròn).

d. Dạng nhận biết các chất cùng nằm trong một hỗn hợp:

Nguyên tắc để giải dạng toán này cũng như trên, chỉ lưu ý rằng là khi nhận biết được chất nào thường loại nó ra khỏi hỗn hợp và nhận biết đến cùng.

Lưu ý: Với dạng bài tách chất

- Có hỗn hợp nhiều chất trộn lẫn với nhau, dùng phản ứng hóa học kết hợp với sự tách, chiết, đun sôi, cô cạn để tách một chất ra khỏi hỗn hợp hay tách các chất ra khỏi nhau.

- Dạng toán này chỉ cần tách riêng một chất ra khỏi hỗn hợp, loại bỏ các chất khác, ta có một trong hai cách giải sau:

Cách 1: Dùng hóa chất phản ứng tác dụng lên các chất cần loại bỏ, còn chất cần tách riêng không tác dụng sau phản ứng được tách ra dễ dàng.

Cách 2: Dùng hóa chất tác dụng với chất cần muốn tách riêng tạo ra sản phẩm mới. sản phẩm dễ tách khỏi hỗn hợp và dễ tái tạo lại chất đầu.

Bài 1: Cho ba dung dịch đựng trong ba lọ riêng biệt: CuSO_4 , $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ và FeSO_4 . Thuốc thử nào sau đây có thể phân biệt được cả ba lọ hóa chất trên?

A. HCl

B. H_2SO_4

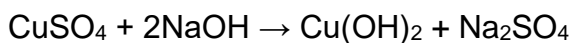
C. NaOH

D. Ba(OH)₂

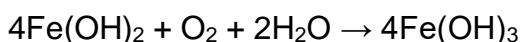
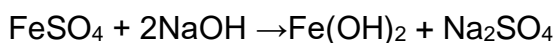
Hướng dẫn giải

Trích mẫu thử cho mỗi lần thí nghiệm. Cho dung dịch NaOH lần lượt vào các mẫu thử.

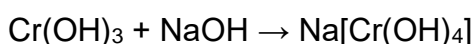
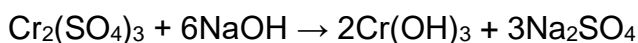
- Mẫu thử tạo kết tủa màu xanh là CuSO₄.



- Mẫu thử tạo kết tủa trắng xanh, sau đó hóa nâu đỏ là FeSO₄.



- Mẫu thử tạo kết tủa xanh rêu, sau đó tan trong kiềm dư là Cr₂(SO₄)₃.

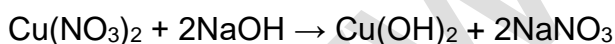


Bài 2: Cho 5 lọ mất nhãn đựng các dung dịch : KNO₃, Cu(NO₃)₂, FeCl₃ và NH₄Cl. Chỉ sử dụng duy nhất một thuốc thử, hãy nhận biết các dung dịch trên?

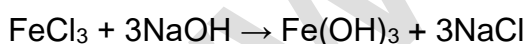
Hướng dẫn giải

Trích mẫu thử cho mỗi lần thí nghiệm. cho dung dịch NaOH lần lượt vào các mẫu thử.

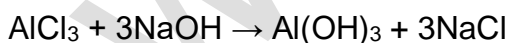
Mẫu thử tạo kết tủa xanh là Cu(NO₃)₂



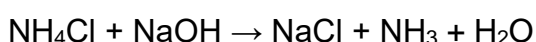
Mẫu thử tạo kết tủa nâu đỏ là FeCl₃



Mẫu thử tạo kết tủa keo trắng tan trong kiềm dư là AlCl₃



Mẫu thử có khí mùi khai bay ra là NH₄Cl



Bài 3: Có 5 bình mất nhãn đựng 5 dung dịch sau: HCl, H₂SO₄, BaCl₂, Na₂SO₄, Ca(HCO₃)₂.

Hãy nhận biết hình nào đựng dung dịch gì?(mà không dùng bất cứ thuốc thử nào)?

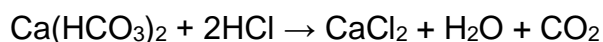
Hướng dẫn giải

Đun nhẹ 5 mẫu dung dịch trong 5 ống nghiệm, mẫu nào có sủi bọt khí và có kết tủa là $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

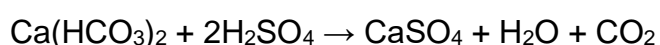


Dùng dung dịch $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ vừa nhận biết trở lại làm thuốc thử tác dụng với 4 mẫu dung dịch còn lại

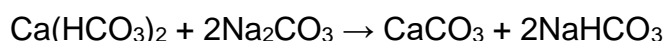
Mẫu nào có khí bay ra không có kết tủa là HCl



Mẫu nào vừa có khí vừa có kết tủa là H_2SO_4



Mẫu nào chỉ có kết tủa không có khí là Na_2CO_3



Mẫu nào không có hiện tượng gì là BaCl_2

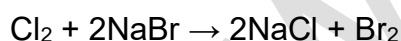
Bài 4: Một loại muối ăn bị lẫn các tạp chất là Na_2SO_4 , NaBr , MgCl_2 , CaCl_2 và CaSO_4 . Hãy trình bày phương pháp hóa học để thu được NaCl tinh khiết.

Hướng dẫn giải

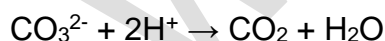
Hòa tan vào nước, thêm BaCl_2 dư để loại muối SO_4^{2-}

Lọc bỏ kết tủa, lấy nước lọc cho thêm Na_2CO_3 dư để loại hết các cation Ca^{2+} , Mg^{2+} , Ba^{2+} .

Lọc bỏ kết tủa, lấy nước lọc sục Cl_2 dư vào để loại anion Br^-



Vì chỉ có một lượng nhỏ Cl_2 tác dụng với nước, do đó phải cho thêm dung dịch HCl dư để loại hết CO_3^{2-} .



Cô cạn dung dịch được NaCl tinh khiết.

2.2. Dạng 2: Bài toán về chuẩn độ axit bazơ, chuẩn độ oxi hóa khử

a. Phương pháp chuẩn độ trung hòa (chuẩn độ axit - bazơ)

- Dùng những dung dịch kiềm (NaOH hoặc KOH) đã biết chính xác nồng độ làm dung dịch chuẩn để chuẩn độ các dung dịch axit và dùng các dung dịch axit mạnh (HCl, HNO₃, H₂SO₄) đã biết chính xác nồng độ làm dung dịch chuẩn để độ các dung dịch bazơ.

- Để nhận ra điểm tương đương (thời điểm dung dịch chuẩn vừa phản ứng hết với dung dịch cần xác định) của phản ứng chuẩn độ trung hòa, người ta dùng chất chỉ thị axit - bazơ (hay chỉ thị pH, là những axit yếu có màu sắc thay đổi theo pH)

Bài 1: Cần thêm vào bao nhiêu ml dung dịch NaOH 0,25M vào 50 ml dung dịch hỗn hợp HCl 0,1M và H₂SO₄ 0,05M để thu được dung dịch có pH = 2?

Hướng dẫn giải

$$n_{\text{NaOH}} = n_{\text{OH}} = 0,25.V \text{ (mol)}$$

$$n_{\text{H}^+} = n_{\text{HCl}} + 2n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,05.0,1 + 0,05.2.0,05$$

$$\text{pH} = 2 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-2} \text{ M} = 0,01 \text{ mol}$$

$$\text{Ta có: } (0,01 - 0,25V)/(0,05 + V) = 10^{-2}$$

$$0,01 - 0,25.V = 0,01.0,05 + 0,01 V \Rightarrow 0,26.V = 0,01 - 0,01.0,05$$

$$V = 0,0365 \text{ l} = 36,5 \text{ ml}$$

b. Chuẩn độ oxi hóa khử bằng phương pháp pemangant

- Chuẩn độ oxi hóa - khử (phương pháp pemangant): được dùng để chuẩn độ dung dịch của các chất khử (Ví dụ: Fe²⁺, H₂O₂, H₂C₂O₄, ..) trong môi trường axit mạnh (thường dùng dung dịch H₂SO₄ loãng), khi đó MnO₄⁻ bị khử về Mn²⁺ không màu:



- Trong phương pháp này chất chỉ thị chính là KMnO₄ vì ion Mn²⁺ không màu do đó khi dư một giọt KMnO₄ dung dịch từ không màu chuyển sang màu hồng rất rõ giúp ta kết thúc chuẩn độ.

Bài 1: Lấy 25ml dung dịch A gồm FeSO₄ và Fe₂(SO₄)₃ rồi chuẩn độ bằng dung dịch hỗn hợp KMnO₄ 0,025M thì hết 18,10ml. Mặt khác, thêm lượng dư dung dịch NH₃ vào 25ml dung dịch A thì thu được kết tủa, lọc kết tủa rồi nung đỏ trong không khí ở nhiệt độ cao đến khối lượng không đổi, cân được 1,2g. Nồng độ mol/l của FeSO₄ và Fe₂(SO₄)₃ lần lượt là:

A. 0,091 và 0,25

B. 0,091 và 0,265

C. 0,091 và 0,255

D. 0,087 và 0,255

Hướng dẫn giải

Ta có:

$$n_{\text{FeSO}_4} = 5 \cdot n_{\text{KMnO}_4} = 2,2615 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$C_{\text{MFeSO}_4} = 2,2625 / 0,025 = 0,091\text{M}$$

$$n_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} = \frac{2,7,5 \cdot 10^{-3} - 2,2625 \cdot 10^{-3}}{2} = 6,369 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$C_{\text{MFe}_2(\text{SO}_4)_3} = \frac{6,369 \cdot 10^{-3}}{0,025} \approx 0,255\text{M}$$

3. Luyện tập

3.1. Bài tập tự luận

Câu 1: Có các dung dịch riêng biệt không dán nhãn: NH_4Cl , AlCl_3 , FeCl_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Dung dịch thuốc thử cần thiết để nhận biết các dung dịch trên là?

Câu 2: Cho hai dd riêng biệt là Na_2SO_3 và K_2CO_3 . Cho các phương pháp nhận biết sau, hỏi phương pháp hóa học nào nhận biết nhanh và chính xác nhất?

(1) dd nước vôi trong dư

(2) đốt và quan sát ngọn lửa

(3) dd BaCl_2

(4) dd nước brom loãng

Câu 3: Để xác định nồng độ dung dịch NaOH người ta tiến hành như sau: cân 1,26 gam axit oxalic ngậm nước ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) hòa tan hoàn toàn vào nước, định mức thành 100 ml. lấy 10 ml dung dịch này thêm vào đó vài giọt phenolphthalein, đem chuẩn độ bằng dung dịch NaOH đến xuất hiện màu hồng (ở $\text{pH} = 9$) thì hết 17,5 ml dung dịch NaOH . Tính nồng độ dung dịch NaOH đã dùng.

Câu 4: Chuẩn độ 20 ml dung dịch hỗn hợp HCl 0,1M + HNO_3 a mol/l cần dùng hết 16,5 ml dung dịch hỗn hợp KOH 0,1M và $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,05M. Giá trị của a là?

Câu 5: Có 5 dung dịch riêng rẽ, mỗi dung dịch chứa một cation: NH_4^+ , Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , Na^+ có nồng độ khoảng 0,1M. Nếu dùng dung dịch NaOH thì có thể nhận biết được mấy dung dịch?

3.2. Bài tập trắc nghiệm

Câu 1: Để phân biệt hai khí SO_2 và H_2S thì nên sử dụng thuốc thử nào dưới đây?

- A. Dung dịch KMnO_4
- B. Dung dịch Br_2
- C. Dung dịch CuCl_2
- D. Dung dịch NaOH

Câu 2: Có 5 dung dịch mất nhãn gồm CuCl_2 , NaNO_3 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, NH_4NO_3 và $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$. Có thể dùng kim loại nào sau đây để phân biệt cả 5 dung dịch?

- A. Na
- B. Fe
- C. Cu
- D. Ag

Câu 3: Có hai dung dịch $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ và $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Dùng dung dịch nào sau đây để nhận biết được cả hai dung dịch trên?

- A. Dung dịch NaOH.
- B. Dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$.
- C. Dung dịch KOH.
- D. Dung dịch HCl.

Câu 4: Để xác định nồng độ dung dịch H_2O_2 , người ta hòa tan 0,5 gam nước oxi già vào nước, thêm H_2SO_4 tạo môi trường axit. Chuẩn độ dung dịch thu được cần vừa đủ 10 ml dung dịch KMnO_4 0,1M. Xác định hàm lượng H_2O_2 trong nước oxi già.

- A. 9%
- B. 17%
- C. 12%

D. 21%

Câu 5: Để xác định hàm lượng FeCO_3 trong quặng xi đê rit, người ta làm như sau: còn 0,6g mẫu quặng, chế hóa nó theo một quy trình hợp lí, thu được FeSO_4 trong môi trường H_2SO_4 loãng. Chuẩn độ dung dịch thu được bằng dung dịch chuẩn KMnO_4 0,025M thì dùng vừa hết 25,2ml. % theo khối lượng của FeCO_3 là:

A. 12,18%

B. 24,26%

C. 60,9%

D. 30,45%

4. Kết luận

Nội dung bài học là giúp các em hệ thống, tổng hợp lại một số cách nhận biết hóa học, chất vô cơ.