

Tên đề tài:
Áp dụng phương trình ion thu gọn để giải một số bài toán hoá học vô cơ xảy ra trong dung dịch

MỤC LỤC

STT	NỘI DUNG	TRANG
1	MỤC LỤC	1
2	A. ĐẶT VẤN ĐỀ	2
3	B. GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ I. Phản ứng trao đổi. 1. Phản ứng giữa hỗn hợp axit với hỗn hợp bazơ. 2. Phản ứng giữa hỗn hợp muối với hỗn hợp muối. 3. Phản ứng giữa hỗn hợp muối cacbonat với axit. 4. Phản ứng giữa oxit axit (CO_2 , SO_2) và axit H_2S , H_2SO_3 , H_3PO_4 với hỗn hợp dung dịch kiềm. 5. Phản ứng giữa muối của kim loại mà hiđroxit lưỡng tính (Al^{3+} , Zn^{2+} , Cr^{3+}) với hỗn hợp dung dịch kiềm (NaOH , KOH , Ca(OH)_2 , Ba(OH)_2).	4
4	II. Phản ứng oxi hoá khử xảy ra trong dung dịch. 1. Kim loại phản ứng với hỗn hợp axit không có tính oxi hoá mạnh 2. Tính oxi hoá của ion NO_3^- với kim loại phụ thuộc vào môi trường.	16
5	C. KẾT LUẬN	19
6	TÀI LIỆU THAM KHẢO	20

A. ĐẶT VẤN ĐỀ

Một bài tập hoá học có thể giải theo nhiều phương pháp khác nhau và đều đi đến một kết quả, nhưng với từng bài toán, dạng toán giải theo phương pháp nào là dễ nhất, ngắn gọn nhất, nhanh nhất và chính xác nhất là vấn đề không dễ đối với giao viên cũng như học sinh.

Chẳng hạn khi gặp bài toán sau: Có 500 ml dung dịch chứa hỗn hợp axit gồm HCl 1,98M và H₂SO₄ 1,1M. Tính thể tích dung dịch chứa đồng thời NaOH 3M và Ba(OH)₂ 4M cần phải lấy để trung hoà vừa đủ dung dịch axit đã cho.

Việc giải bài toán này bằng các phương pháp thông thường như viết phương trình hoá học thì có thể thực hiện được nhưng sẽ gặp những vướng mắc nhất định dẫn tới bài toán trở nên phức tạp, mất thời gian. Để khắc phục được những nhược điểm đó ta nên nghĩ đến “**phương trình ion thu gọn**”.

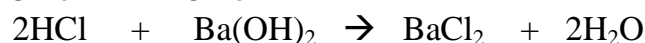
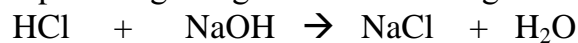
Để thấy rõ nhưng ưu điểm nhược điểm của từng phương pháp ta giải bài toán trên theo hai cách và so sánh.

Cách giải 1. Dùng phương pháp thông thường

Số mol HCl trong 500ml dung dịch là: $1,98 \cdot 0,5 = 0,99 \text{ mol}$

Số mol H₂SO₄ trong 500ml dung dịch là: $1,1 \cdot 0,5 = 0,55 \text{ mol}$

Phương trình phản ứng trung hoà các axit bằng kiềm :

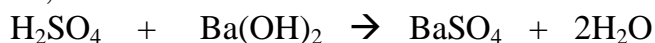
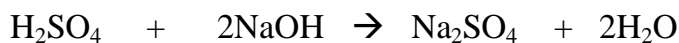


Như vậy, muối trung hoà 11 mol HCl cần 1000ml dung dịch kiềm đã cho

Vậy thì muối trung hoà 0,99mol HCl cần x ml dung dịch kiềm đã cho

$$\Rightarrow x = 90 \text{ ml}$$

Với H₂SO₄



Muối trung hoà 5,5 mol H₂SO₄ cần 1000ml dung dịch kiềm đã cho

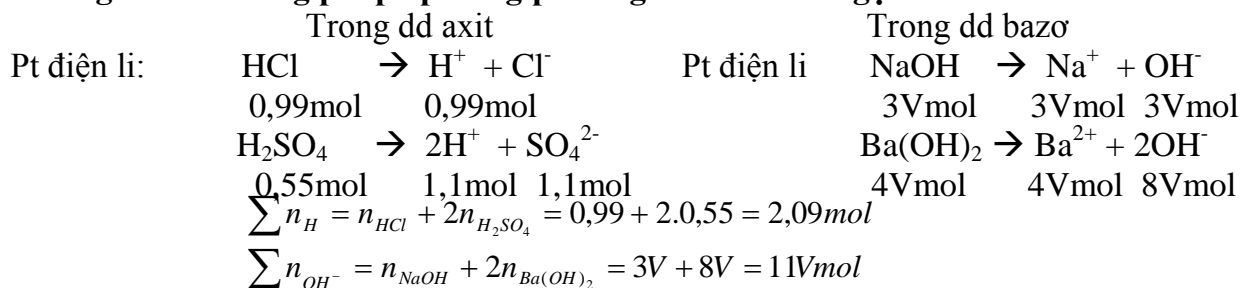
Vậy trung hoà 0,55mol H₂SO₄ cần y ml dung dịch kiềm đã cho

$$\Rightarrow y = 100 \text{ ml}$$

Vậy thể tích dung dịch kiềm phải lấy là:

$$V = x + y = 90 + 100 = 190 \text{ ml}$$

Cách giải 2. Phương pháp áp dụng phương trình ion thu gọn



Phản ứng trung hoà xảy ra: $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

$$\sum n_{\text{H}^+} = \sum n_{\text{OH}^-} \Rightarrow 2,09 = 11V \Rightarrow V = 0,19 \text{ lít}$$

$$\Rightarrow V = 190 \text{ ml}$$

So sánh phương pháp cũ và phương pháp mới

PHƯƠNG PHÁP CŨ	PHƯƠNG PHÁP MỚI
- Phương pháp này phổ biến nhưng dài dòng, khó hiểu mất nhiều thời gian.	- Ngắn gọn, chính xác, dễ hiểu, không mất nhiều thời gian. - Học sinh còn hiểu bản chất của phản ứng xảy ra trong dung dịch chất điện li là do sự kết hợp của các ion đối kháng với nhau. - Đáp ứng mục tiêu cải cách giáo dục hiện nay và trong thi cử của học sinh - Trong những năm gần đây bộ giáo dục đã ra đề thi đa nhiều câu hỏi cùng dạng.

Bằng kinh nghiệm thực tế, tôi giảng dạy cho học sinh ở trường THPT Số 3 Bảo Thắng cụ thể là học sinh ở các lớp 12A, 12B, 12E nhất là tôi đã áp dụng dạy cho đội tuyển học sinh giỏi và đạt được kết quả cao khi các em đi thi gặp các bài dạng này. Từ những thực tế nêu trên và kinh nghiệm giảng dạy tôi xin giới thiệu bài viết “ **áp dụng phương trình ion thu gọn để giải một số bài toán hoá học vô cơ xảy ra trong dung dịch** ”

Trong quá trình nghiên cứu không tránh những thiếu sót. Mong độc giả góp ý kiến cho tác giả hoàn thiện bài viết tốt hơn. Tôi xin chân trọng cảm ơn!

Tác giả

Nguyễn Thị Xuân Mai

B. GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ

➤ Phạm vi áp dụng

Áp dụng hiệu quả với nhiều bài toán hỗn hợp nhiều chất tác dụng với một hoặc nhiều chất khác nhưng đều do ion đối kháng cùng loại kết hợp với nhau xảy ra trong dung dịch.

I. PHẢN ỨNG TRAO ĐỔI.

Lưu ý: Đối với phản ứng trao đổi xảy ra thực tế là do các ion đối kháng kết hợp với nhau tạo ra chất kết tủa, chất bay hơi hoặc chất điện li yếu.

1. Phản ứng giữa hỗn hợp axit với hỗn hợp bazơ.

Bài 1: Để trung hoà hết 2 lít hỗn hợp axit gồm HCl 1M, H₂SO₄ 0,5M, H₃PO₄ 0,5M cần vừa đủ V lít hỗn hợp dung dịch bazơ gồm NaOH 1M, KOH 1M. Cô cạn dung dịch sau phản ứng thu được m gam muối khan. Thì V và m lần lượt có giá trị nào sau đây.

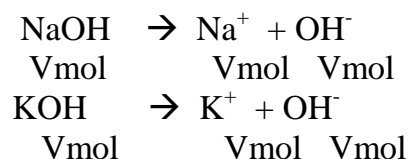
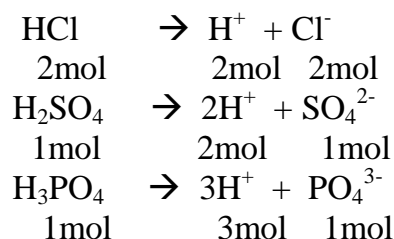
- A. 3,5 lít và 479 gam
C. 2,5 lít và 749 gam

- B. 1,5 lít và 497 gam
D. 3,5 lít và 974 gam

Bài giải

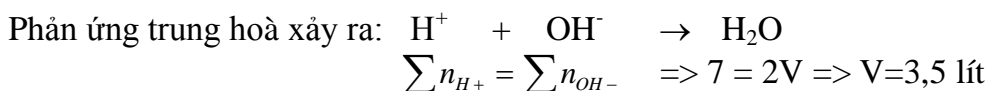
Phương trình điện li: Trong dd axit

Trong dd bazơ



$$\sum n_{\text{H}^+} = n_{\text{HCl}} + 2n_{\text{H}_2\text{SO}_4} + 3n_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 2 + 2 + 3 = 7\text{mol}$$

$$\sum n_{\text{OH}^-} = n_{\text{NaOH}} + n_{\text{KOH}} = V + V = 2V\text{mol}$$



Khối lượng muối thu được khi cô cạn là:

$$\begin{aligned} m &= m_{\text{K}^+} + m_{\text{Na}^+} + m_{\text{Cl}^-} + m_{\text{SO}_4^{2-}} + m_{\text{PO}_4^{3-}} \\ &= 3,5 \cdot 39 + 3,5 \cdot 23 + 2 \cdot 35,5 + 1 \cdot 96 + 1 \cdot 95 = \mathbf{479 \text{ gam}} \end{aligned}$$

\Rightarrow Đáp án A đúng

2. Phản ứng giữa hỗn hợp muối với hỗn hợp muối

Bài 2. Cho 11,38 gam hỗn hợp gồm Ba(NO₃)₂, BaCl₂, tác dụng vừa đủ với V lít dung dịch gồm (NH₄)₂SO₄ 0,5M, Na₂SO₄ 1M, K₂SO₄ 0,5M thu được 11,65 gam kết tủa và dung dịch X, cô cạn cẩn thận dung dịch X thu được m gam muối khan. Thì V và m lần lượt có giá trị nào sau đây.

- A. 0,025 lít và 7,96 gam
C. 0,25 lít và 9,69 gam

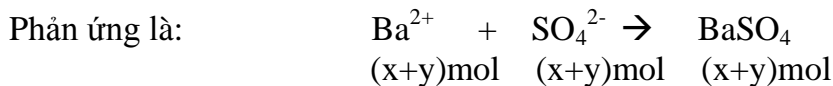
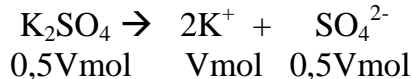
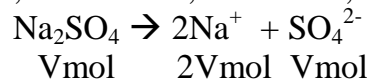
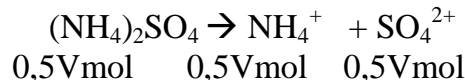
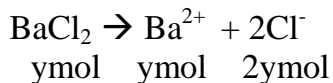
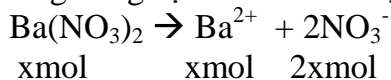
- B. 0,025 lít và 6,96 gam
D. 2,5 lít và 6,96 gam

Bài giải

$$\text{Ta có: } n_{\text{BaSO}_4} = \frac{11,65}{233} = 0,05 \text{ mol}$$

Gọi x, y lần lượt là số mol của $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ và BaCl_2 .

Trong dung dịch các muối điện li theo phương trình sau



Ta có hệ phương trình:

$$\begin{cases} 261x + 208y = 11,46 \\ x + y = 0,05 \end{cases} \quad \begin{cases} x \approx 0,02 \\ y \approx 0,03 \end{cases}$$

Thể tích cần dùng là:

$$\sum n_{\text{Ba}^{2+}} = \sum n_{\text{SO}_4^{2-}} \Rightarrow 0,05 = 0,5V + V + 0,5V = 2V \Rightarrow V = \frac{0,05}{2} = 0,025 \text{ lit}$$

Khối lượng muối khan là:

$$m = m_{\text{NH}_4^+} + m_{\text{Na}^+} + m_{\text{K}^+} + m_{\text{NO}_3^-} + m_{\text{Cl}^-} =$$

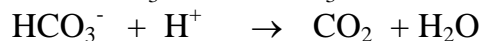
$$= 0,5 \cdot 0,025 \cdot 18 + 2 \cdot 0,025 \cdot 23 + 0,025 \cdot 39 + 2 \cdot 0,02 \cdot 62 + 2 \cdot 0,03 \cdot 35,5 = 6,96 \text{ g}$$

\Rightarrow Đáp án B đúng

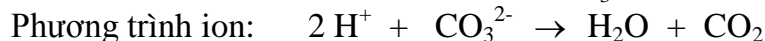
3. Phản ứng giữa hỗn hợp cacbonat với hỗn hợp axit.

Lưu ý. Phản ứng của muối cacbonat với axit

+ Nếu cho từ từ axit vào muối CO_3^{2-} .



+ Nếu cho từ từ muối CO_3^{2-} vào axit.



Bài 1. Cho 35 gam hỗn hợp X gồm Na_2CO_3 và K_2CO_3 . Thêm từ từ, khuấy đều 0,8 lit HCl 0,5 M vào dung dịch X trên thấy có 2,24 lit khí CO_2 thoát ra ở đktc và dung dịch Y. Thêm $\text{Ca}(\text{OH})_2$ vào dung dịch Y được kết tủa A.

Khối lượng của Na_2CO_3 và K_2CO_3 trong X và khối lượng kết tủa A lần lượt là ?

A. 21,2 gam; 13,8 gam; 20 gam

B. 4,4 gam; 30,8 gam; 10 gam

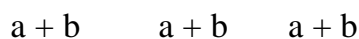
C. 17,5 gam; 17,5 gam; 30 gam

D. 12,21 gam; 22,79 gam; 20 gam

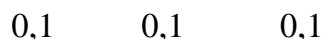
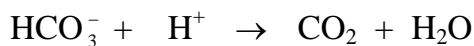
Bài giải

Gọi số mol của Na_2CO_3 là a, K_2CO_3 là b.

Khi thêm từ từ dd HCl vào dd X lần lượt xảy ra phản ứng :



Khi trong dung dịch tất cả ion CO_3^{2-} biến thành ion HCO_3^-



$$\Rightarrow n_{\text{CO}_2} = 2,24 / 22,4 = 0,1 \text{ mol.}$$

Dung dịch sau phản ứng tác dụng Ca(OH)_2 cho kết tủa. Vậy HCO_3^- dư, H^+ hết.



$$\text{Ta có} \quad \sum n_{\text{H}^+} = a + b + 0,1 = 0,5 \cdot 0,8 = 0,4 \text{ mol}$$

$$a + b = 0,3 \quad (1)$$

$$106a + 138b = 35 \quad (2).$$

Giải hệ có $a = 0,2 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$, $b = 0,1 \text{ mol K}_2\text{CO}_3$.

Do đó khối lượng 2 muối là :

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0,2 \cdot 106 = 21,2 \text{ (g)} \quad \text{và} \quad m_{\text{K}_2\text{CO}_3} = 0,1 \cdot 138 = 13,8 \text{ (g)}$$

Khối lượng kết tủa :

$$n_{\text{CaCO}_3} = n_{\text{HCO}_3^- \text{ dư}} = a + b - 0,1 = 0,2 \text{ mol} \Rightarrow m_{\text{CaCO}_3} = 0,2 \cdot 100 = 20 \text{ (g)}$$

\Rightarrow Đáp án A đúng

Bài 2. Cho 10,5 gam hỗn hợp X gồm Na_2CO_3 và K_2CO_3 tác dụng với HCl dư thì thu được 2,016 lit CO_2 ở đktc.

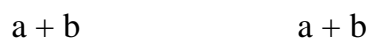
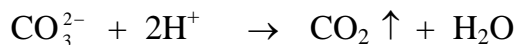
a. Tính % khối lượng X ?

b. Lấy 21 gam hỗn hợp Na_2CO_3 và K_2CO_3 với thành phần % như trên tác dụng với dung dịch HCl vừa đủ (đến khi bắt đầu có khí CO_2 bay ra thì dừng lại). Tính thể tích dung dịch HCl 2M cần dùng?

c. Nếu thêm từ từ 0,12 lit dung dịch HCl 2M vào dung dịch chứa 21 gam hỗn hợp X trên. Tính thể tích CO_2 thoát ra ở đktc?

Bài giải

a. Gọi a, b lần lượt là số mol của Na_2CO_3 và K_2CO_3 . do HCl dư nên CO_3^{2-} biến thành CO_2

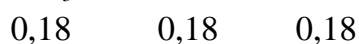


$$\text{Ta có :} \quad \begin{cases} a + b = 2,016 / 22,4 = 0,09 \text{ mol} \\ 106a + 138b = 10,5 \end{cases} \text{ giải hệ :} \quad \begin{cases} a = 0,06 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3 \\ b = 0,03 \text{ mol K}_2\text{CO}_3 \end{cases}$$

$$\% \text{ Na}_2\text{CO}_3 = \frac{0,06 \cdot 106 \cdot 100}{10,5} = 60,57\%$$

$$\% \text{ K}_2\text{CO}_3 = 100\% - 60,57\% = 39,43\%$$

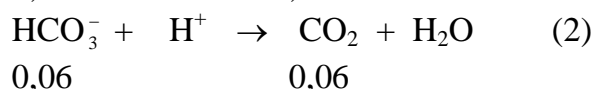
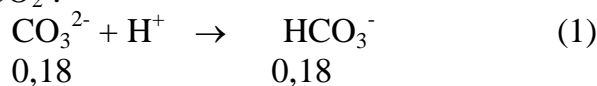
b. Khi cho từ từ dung dịch HCl vào dung dịch X : Na_2CO_3 , K_2CO_3 (21 gam = 2 . 10,5 gam hỗn hợp trên).



khi bắt đầu có khí CO_2 bay ra thì dừng lại, tức là phản ứng dừng lại ở đây.

$$n_{\text{HCl}} = n_{\text{H}^+} = 0,18 \text{ mol} \Rightarrow V_{\text{HCl } 2\text{M}} = 0,18/2 = 0,09(\text{l})$$

c. Nếu dùng 0,12 lít dung dịch HCl 2M hay $0,12 \cdot 2 = 0,24 \text{ mol } \text{H}^+ > 0,18 \text{ mol}$. Nên sẽ có phương trình tạo khí CO_2 :



$$4. V_{\text{CO}_2} = 0,06 \cdot 22,4 = 1,344 (\text{l})$$

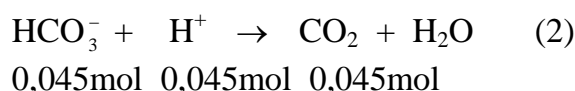
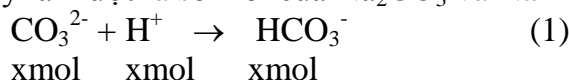
Bài 3. Hoà tan a gam hỗn hợp gồm (Na_2CO_3 và NaHCO_3) vào nước thu được 400ml dung dịch A. Cho từ từ 100 ml dung dịch HCl 1,5M vào dung dịch A thu được dung dịch B và 1,008 lít khí (đktc). Cho B tác dụng với $\text{Ba}(\text{OH})_2$ dư thu được 29,55 gam kết tủa.

- Tính a
- Tính nồng độ các ion trong dd A
- Người ta cho từ từ dd A vào 100ml dd HCl 1,5M. Tính V CO_2 (đktc) thoát ra.

Bài giải

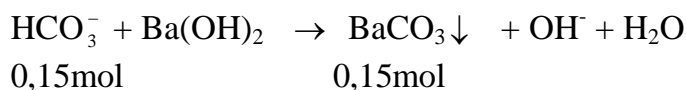
$$a. \text{ Ta có: } n_{\text{CO}_2} = \frac{1,008}{22,4} = 0,045 \text{ mol} \quad ; \quad n_{\text{BaCO}_3} = \frac{29,55}{233} = 0,15 \text{ mol}$$

Gọi x, y lần lượt là số mol của Na_2CO_3 và NaHCO_3



Dung dịch sau phản ứng tác dụng $\text{Ba}(\text{OH})_2$ dư cho kết tủa. Vậy HCO_3^- dư, H^+ hết.

$$\text{Ta có} \quad \sum n_{\text{H}^+} = x + 0,045 = 0,15 \text{ mol} \Rightarrow x = 0,105 \text{ mol}$$



$$\begin{array}{l} x + y - 0,045 = 0,15 \\ x = 0,105 \end{array} \quad \begin{array}{l} x = 0,105 \text{ mol } \text{Na}_2\text{CO}_3 \\ y = 0,09 \text{ mol } \text{K}_2\text{CO}_3 \end{array}$$

Do đó khối lượng 2 muối là:

$$a = m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} + m_{\text{NaHCO}_3} = 0,105 \cdot 126 + 0,09 \cdot 84 = 18,96 (\text{g})$$

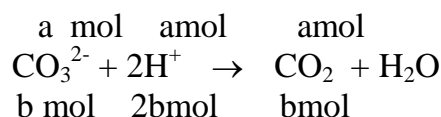
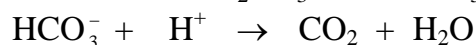
$$b. \quad n_{\text{Na}^+} = 2x + y = 0,3 \text{ mol} \Leftrightarrow [\text{Na}^+] = \frac{0,3}{0,4} = 0,75 \text{ M}$$

$$n_{\text{CO}_3^{2-}} = x = 0,105 \text{ mol} \Leftrightarrow [\text{CO}_3^{2-}] = \frac{0,105}{0,4} = 0,2625 \text{ M}$$

$$n_{\text{HCO}_3^-} = y = 0,09 \text{ mol} \Leftrightarrow [\text{HCO}_3^-] = \frac{0,09}{0,4} = 0,225 \text{ M}$$

c. Khi cho từ từ dung dịch A vào 100ml dd HCl 1,5M đều có khí CO₂ thoát ra ở cả hai muối

Gọi a, b lần lượt là số mol của Na₂CO₃ và NaHCO₃



$$\text{Ta có : } \begin{cases} a + 2b = 0,15 \\ \frac{a}{b} = \frac{0,09}{0,105} \end{cases} \quad \begin{cases} a = 0,045 \\ b = 0,0525 \end{cases}$$

$$n_{\text{CO}_2} = a + b = 0,045 + 0,0525 = 0,0975 \text{ mol}$$

$$V_{\text{CO}_2} = 0,0975 \cdot 22,4 = \mathbf{2,184 \text{ lit}}$$

Bài tập tương tự

Bài 1: Trộn 100 ml dd A gồm (K₂CO₃ 1M + KHCO₃ 1M) vào dd B (NaHCO₃ 1M + Na₂CO₃ 1M) thu được dd C. Nhỏ từ từ 100 ml dd D gồm (H₂SO₄ 1M + HCl 1M) vào dd C thu được V lít CO₂ (đktc) và dd E. Cho Ba(OH)₂ tới dư vào dd E thu được m gam kết tủa. Tìm m và V.

Bài 2: Cho 5,64 gam hỗn hợp gồm (K₂CO₃ + KHCO₃) vào một thể tích chứa dung dịch (Na₂CO₃ + NaHCO₃) thu được 600ml dung dịch A. Chia dung dịch A thành hai phần bằng nhau, cho từ từ 100ml dung dịch HCl vào phần thứ nhất thấy thoát ra 448 cm³ khí đktc và thu được dung dịch B. Cho dung dịch B phản ứng với nước vôi dư thấy xuất hiện 2,5 gam kết tủa. Phần hai cho tác dụng vừa hết với 150 ml dung dịch NaOH 0,1M. Cho khí HBr dư đi qua phần thứ 3 sau đó cô cạn dung dịch thu được 8,125 gam chất rắn khan.

- Tính nồng độ các chất trong dung dịch A.
- Tính nồng độ dd HCl đã dùng.

Bài 3: Một hỗn hợp A (M₂CO₃ + MHCO₃ + MCl) M là KLK. Cho 43,71 gam A tác dụng với Vml dư dd HCl 10,52% (d= 1,05) thu được dung dịch B và 17,6 gam khí C. Chia B thành hai phần bằng nhau.

Phần 1: Phản ứng vừa đủ với 125ml dung dịch KOH 0,8M, cô cạn dung dịch thu được m gam muối khan.

Phần 2: Tác dụng hoàn toàn với dung dịch AgNO₃ dư thu được 68,88 gam kết tủa.

- Tính khối lượng mol nguyên tử M. Tính % về khối lượng các chất trong A.
- Tính giá trị V và m
- Lấy 10,93 gam hh A rồi đun nhẹ đến khi không còn khí thoát ra. Cho khí thu được qua 250ml dung dịch Ca(OH)₂ 0,02M. Tính khối lượng muối tạo thành trong dung dịch thu được.

Bài 4: Hoà tan hoàn toàn 4,25 gam Na_2CO_3 vào nước thu được dung dịch A. Cho từ từ 20 gam dung dịch HCl 9,125% vào dung dịch A và khuấy mạnh, tiếp theo cho thêm vào dung dịch đó 0,02mol $\text{Ba}(\text{OH})_2$.

- Cho biết chất gì được hình thành và khối lượng từng chất trong dd.
- Nếu cho từ từ dd A vào 20 gam dd HCl 9,125% và khuấy đều sau đó cho thêm vào dd chứa 0,02mol $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Hãy giải thích các hiện tượng xảy ra và tính khối lượng các chất sau phản ứng. Giả sử phản ứng xảy ra hoàn toàn.

Bài 5: Cho từ từ 300ml dd HCl 1M vào 300ml dd ($\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$) thì thu được 2,24 lít khí đktc và dd A. Nừu lấy dd A cho phản ứng với dd $\text{Ba}(\text{OH})_2$ dư thì thấy xuất hiện 19,7 gam kết tủa. Tính nồng độ mol từng muối trong dd đầu. Biết khi cô cạn dd đầu thu được 24,4 gam chất rắn.

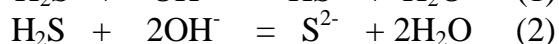
4. Phản ứng giữa oxit axit (CO_2 , SO_2) và axit H_2S , H_2SO_3 , H_3PO_4 với hỗn hợp dung dịch kiềm.

Bài tập tổng quát: Dẫn X vào dung dịch có chứa ion OH^-

Biết n_X (X là CO_2 , SO_2 , H_2S , H_2SO_3 , H_3PO_4) và n_{OH^-}

Nguyên tắc : Đặt $T = \frac{n_{\text{OH}^-}}{n_X}$

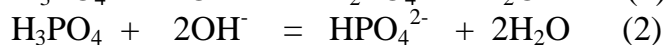
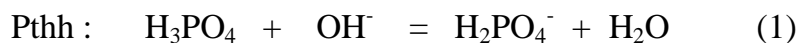
Ví dụ : Dẫn khí H_2S vào dung dịch hỗn hợp gồm NaOH, KOH và $\text{Ba}(\text{OH})_2$



T	Số phản ứng xảy ra	Sản phẩm tạo ra
$T=1$	(1)	HS^-
$T < 1$	(1)	HS^- và H_2S dư
$T = 2$	(2)	S^{2-}
$T > 2$	(2)	S^{2-} và OH^- dư
$1 < T < 2$	(1) và (2)	S^{2-} và HS^-

Bài tập tổng quát . Cho từ từ dung dịch H_3PO_4 vào dung dịch hỗn hợp gồm NaOH, KOH và $\text{Ba}(\text{OH})_2$

Đặt $T = \frac{n_{\text{OH}^-}}{n_{\text{H}_3\text{PO}_4}}$



T	Số phản ứng xảy ra	Sản phẩm tạo ra
$T \leq 1$	(1)	H_2PO_4^- và H_3PO_4 có thể dư
$1 < T < 2$	(1) và (2)	H_2PO_4^- và HPO_4^{2-}
$T = 2$	(2)	HPO_4^{2-}