

LUYỆN TẬP TÍNH CHẤT CỦA KIM LOẠI KIỀM, KIM LOẠI KIỀM THỔ VÀ HỢP CHẤT CỦA CHÚNG

1. Tóm tắt lý thuyết

1.1. Vị trí của kim loại kiềm, kiềm thổ trong Bảng hệ thống tuần hoàn và cấu hình electron

- Kim loại kiềm:

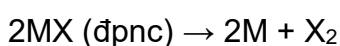
+ Vị trí trong bảng tuần hoàn: nhóm IA

+ Cấu hình electron lớp ngoài cùng: ns^1

+ Tính chất hóa học đặc trưng: Có tính khử mạnh nhất trong các kim loại



+ Điều chế: Điện phân muối halogen nóng chảy

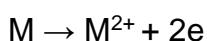


- Kim loại kiềm thổ:

+ Vị trí trong bảng tuần hoàn: nhóm IIA

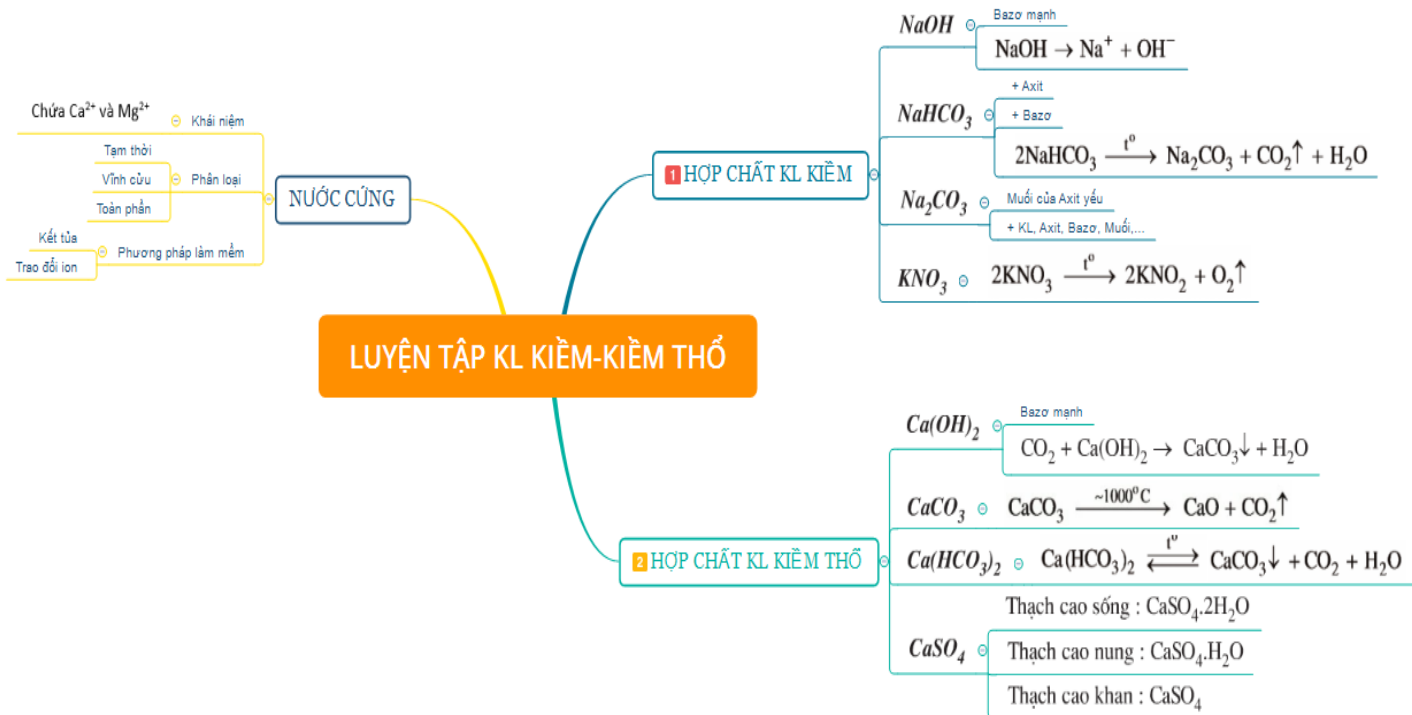
+ Cấu hình electron lớp ngoài cùng: ns^2

+ Tính chất hóa học đặc trưng: Có tính khử mạnh chỉ sau kim loại kiềm



+ Điều chế: $MX_2 (\text{đpnc}) \rightarrow M + X_2$

1.2. Một số hợp chất quan trọng của kim loại kiềm, kiềm thổ và Nước cứng



2. Bài tập minh họa

2.1. Dạng 1: Nước cứng và làm mềm nước cứng

Bài 1: Phát biểu nào sau đây đúng?

- A. Nước cứng là nước có chứa các muối CaCl_2 , MgCl_2 ,...
- B. Nước mềm là nước có chứa ít hoặc không chứa các ion Ca^{2+} , Mg^{2+}
- C. Nước trong tự nhiên đều là nước cứng vì có chứa cation Ca^{2+} , Mg^{2+}
- D. Nước khoáng đều là nước cứng

Hướng dẫn giải

Nước chứa nhiều ion Ca^{2+} và Mg^{2+} được gọi là nước cứng

Phân loại:

- Nước có tính cứng tạm thời: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ và $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$
- Nước có tính cứng vĩnh cửu: muối SO_4^{2-} , Cl^- của Ca^{2+} và Mg^{2+}
- Nước có tính cứng toàn phần : tạm thời + vĩnh cửu

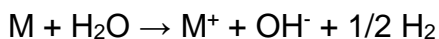
→ Đáp án B

2.2. Dạng 2: Hỗn hợp kim loại kiềm, kiềm thổ, nhôm tác dụng với nước

Phương pháp

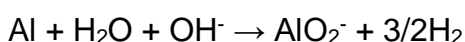
Cho kim loại kiềm, kiềm thổ vào nước thu được dung dịch chứa ion H^+

Phương trình phản ứng



Nhận thấy: $n_{OH^-} = 2n_{H_2}$

Nếu có kim loại Al thì OH^- tác dụng với Al



Bài 1: Cho 2,22 gam hỗn hợp kim loại gồm K, Na và Ba vào nước được 500ml dung dịch X có pH = 13. Cô cạn dung dịch X được m gam chất rắn. m là:

- A. 4,02
- B. 3,42
- C. 3,07
- D. 3,05

Hướng dẫn giải

Ta có pH = 13 \Rightarrow pOH = 14 - 13 = 1

$\Rightarrow [OH^-] = 0,1M \Rightarrow n_{OH^-} = 0,1 \cdot 0,5 = 0,05 \text{ mol}$

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng:

Ta có: $m_{(bazo)} = m_{(kim\ lo\ ai)} + m_{OH^-} = 2,22 + 0,05 \cdot 17 = 3,07 \text{ g}$

\rightarrow Đáp án C

Bài 2: Chia hỗn hợp X gồm K, Al, Fe thành 2 phần bằng nhau:

- Cho phần 1 vào dung dịch KOH dư thu được 0,784 lít khí H_2 (đktc).
- Cho phần 2 vào một lượng H_2O dư thu được 0,448 lít khí H_2 (đktc) và m gam hỗn hợp kim loại Y. Hòa tan hoàn toàn Y vào dung dịch HCl dư thu được 0,56 lít khí H_2 (đktc).

Khối lượng tính theo gam cả K, Al, Fe trong mỗi phần hỗn hợp X lần lượt là:

- A. 0,39; 0,54; 1,40
- B. 0,78; 0,54; 1,12

C. 0,39; 0,54; 0,56

D. 0,78; 1,08; 0,56

Hướng dẫn giải

Ta thấy lượng H_2 sinh ra khi tác dụng với H_2O ít hơn so với lượng H_2 khi tác dụng với KOH
 \Rightarrow Khi tác dụng với H_2O , Al còn dư

Gọi số mol K, Al, Fe trong mỗi hợp lần lượt là: x, y, z (mol)

$$n_{H_2} = 2x = 0,02 \Rightarrow x = 0,01, \text{ thay vào (1)} \Rightarrow y = 0,02$$

Hỗn hợp Y gồm Al dư và Fe phản ứng với HCl

$$n_{Al \text{ dư}} = y - x = 0,01 \text{ mol}$$

$$n_{H_2} = 1,5n_{Al \text{ dư}} + n_{Fe} = 0,025 \Rightarrow z = 0,01$$

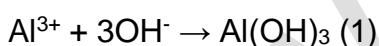
$$\text{Vậy } m_K = 0,39g; m_{Al} = 0,54g; m_{Fe} = 0,56g$$

\rightarrow Đáp án C

2.3. Dạng 3: Bài toán về tính lưỡng tính của nhôm, hợp chất của nhôm

Phương pháp

- Al, Al_2O_3 , $Al(OH)_3$ ngoài tác dụng với axit còn có khả năng phản ứng với dung dịch kiềm.
- Khi cho muối Al^{3+} tác dụng với dung dịch kiềm, tùy theo tỉ lệ mol mà phản ứng xảy ra theo thứ tự:



Nếu OH^- dư tiếp tục xảy ra phản ứng:



- Dung dịch muối có khả năng tác dụng với axit tạo kết tủa:



Các dạng bài thường gặp:

- Nếu tính được tỉ lệ = T

$$+ T \leq 3 \Rightarrow Al^{3+} \text{ dư} \Rightarrow \text{chỉ xảy ra phản ứng (1) và tạo kết tủa } n_{OH^-} = 3n_{Al^{3+}}$$

+ $T \geq 4 \Rightarrow OH^-$ dư sau phản ứng (1) và đủ hoặc dư phản ứng (2) do đó kết tủa bị hòa tan hết, không tạo kết tủa

+ $3 < T < 4 \Rightarrow$ Xảy ra cả phản ứng (1) và (2): Kết tủa tạo ra ở phản ứng (1) và bị tan 1 phần ở phản ứng (2) $n_{OH^-} = 4n_{Al^{3+}} - n_{\downarrow}$

- Nếu bài toán cho n_{\downarrow} và $n_{Al^{3+}}$

+ $n_{\downarrow} = n_{Al^{3+}} \Rightarrow$ Chỉ xảy ra phản ứng (1)

+ $n_{\downarrow} \neq n_{Al^{3+}}$

TH1: Al^{3+} dư, chỉ xảy ra phản ứng (1) $\Rightarrow n_{OH^-} = 3n_{\downarrow}$

TH2: OH^- dư sau phản ứng (1) \Rightarrow xảy ra phản ứng (2) và kết tủa bị hòa tan 1 phần

- Khi cho từ từ OH^- vào dung dịch Al^{3+} , dựa vào số liệu và hiện tượng để xét các trường hợp trên để giải toán

Chú ý:

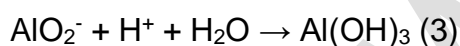
+ Lượng OH^- lớn nhất khi OH^- dư và hòa tan kết tủa:

$$n_{OH^-} = 4n_{Al^{3+}} - n_{\downarrow}$$

+ Lượng kết tủa lớn nhất khi kết tủa sinh ra chưa bị hòa tan:

$$n_{\downarrow} = n_{Al^{3+}}$$

+ Khi cho từ từ H^+ (hoặc sục khí CO_2) vào dung dịch chứa AlO_2^- (hay $Al(OH)_4^-$) thì các phản ứng xảy ra theo thứ tự



Sau đó H^+ dư xảy ra phản ứng:



Tùy vào tỉ lệ số mol của AlO_2^- và H^+ mà có thể kết tủa lại hoặc tạo kết tủa và kết tủa tan

+ Nếu AlO_2^- dư \Rightarrow Chỉ xảy ra phản ứng (3)

$$n_{H^+} = n_{\downarrow}$$

+ Nếu H^+ dư, tạo kết tủa rồi kết tủa lại tan một phần \Rightarrow Xảy ra cả phản ứng (3) và (4)

$$n_{H^+} = 4n_{AlO_2^-} - 3n_{\downarrow}$$

Bài 1: Cho V (lít) dung dịch $Ba(OH)_2$ 0,5M vào 200ml dung dịch $Al(NO_3)_3$ 0,75M thu được 7,8g kết tủa. Vậy giá trị của V là:

A. 0,3 và 0,6

B. 0,3 và 0,7

C. 0,4 và 0,8

D. 0,3 và 0,5

Hướng dẫn giải

$$n_{\downarrow} = n_{\text{Al}(\text{OH})_3} = 7,8/78 = 0,1 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Al}^{3+}} = 0,75 \cdot 0,2 = 0,15 \neq n_{\downarrow}$$

$$\Rightarrow \text{TH2: Al}^{3+} \text{ dư; } n_{\text{OH}^-} = 3n_{\downarrow} = 0,3 \Rightarrow n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = 0,15 \Rightarrow V = 0,3$$

\Rightarrow TH2: OH^- dư hòa tan một phần kết tủa

$$n_{\text{OH}^-} = 4n_{\text{Al}^{3+}} - n_{\downarrow} = 0,5 \Rightarrow n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = 0,25 \Rightarrow V = 0,5$$

\rightarrow Đáp án D

Bài 2: Cho từ từ 0,7 mol NaOH vào dung dịch chứa 0,1 mol $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Số mol kết tủa thu được là:

A. 0,2

B. 0,15

C. 0,1

D. 0,05

Hướng dẫn giải

$$n_{\text{Al}^{3+}} = 0,2$$

$$n_{\text{OH}^-} : n_{\text{Al}^{3+}} = 0,7 : 0,2 = 3,5$$

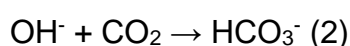
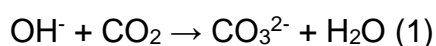
\Rightarrow Tạo kết tủa $\text{Al}(\text{OH})_3$ và kết tủa tan một phần

$$n_{\text{OH}^-} = 4n_{\text{Al}^{3+}} - n_{\downarrow} \Rightarrow n_{\downarrow} = 4 \cdot 0,2 - 0,7 = 0,1 \text{ mol}$$

\rightarrow Đáp án C

2.4. Dạng 4: Bài toán CO_2 , SO_2 tác dụng với dung dịch bazơ

Phương pháp



Lập tỉ số: $K = n_{\text{CO}_2} : n_{\text{NaOH}}$

Nếu : $K \geq 2$: Chỉ tạo muối cacbonat (CO_3^{2-}), chỉ xảy ra phản ứng (1)

$K \leq 1$: Chỉ tạo axit (HCO_3^-), chỉ xảy ra phản ứng (2)

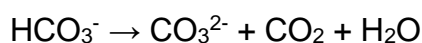
$1 < K < 2$: tạo ra hỗn hợp muối (HCO_3^- và CO_3^{2-}) xảy ra cả 2 phản ứng (1) và (2)

Lưu ý: Với những bài toán không tính được K, ta phải dựa vào dữ kiện đề bài để tìm ra khả năng tạo muối như:

+ Hấp thu CO_2 vào chỉ dung dịch bazơ dư \Rightarrow chỉ tạo muối CO_3^{2-}

+ Hấp thu CO_2 dư vào chỉ dung dịch bazơ \Rightarrow chỉ tạo muối HCO_3^-

+ Nếu dung dịch sau phản ứng thêm OH^- vào lại sinh ra CO_3^{2-} (hoặc đun nóng) \Rightarrow Trong dung dịch có HCO_3^- :



+ Nếu bài toán không cho bất kì dữ liệu nào thì phải chia trường hợp để giải

Bài 1: Hấp thụ hoàn toàn 4,48l khí CO_2 ở đktc vào 500ml dung dịch hỗn hợp gồm NaOH 0,1M và $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,2M, sinh ra m gam kết tủa. Giá trị của m là:

A. 19,70

B. 17,73

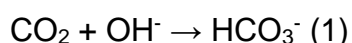
C. 9,85

D. 11,82

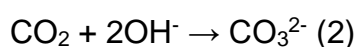
Hướng dẫn giải

$$n_{\text{CO}_2} = 0,2 \text{ mol}; n_{\text{OH}^-} = n_{\text{NaOH}} + 2n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = 0,25 \text{ mol}$$

$1 < n_{\text{OH}^-} : n_{\text{CO}_2} < 2 \Rightarrow$ Tạo hỗn hợp muối CO_3^{2-} và HCO_3^-



$$x \quad x \quad x$$

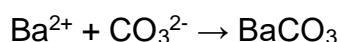


$$y \quad 2y \quad y$$

$$n_{\text{CO}_2} = x + y = 0,2$$

$$n_{\text{OH}^-} = x + 2y = 0,25$$

$$\Rightarrow x = 0,15; y = 0,05$$



$$0,1 \quad 0,05$$

$$\Rightarrow n_{\text{Ba}^{2+}} = n_{\text{CO}_3^{2-}} = 0,05 \Rightarrow m = 0,05 \cdot 197 = 9,85\text{g}$$

→ Đáp án C

Bài 2: Sục a mol khí CO_2 vào dung dịch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ thu được 3g kết tủa. Lọc tách kết tủa rồi đun nóng nước lọc lại thu được thêm 2g kết tủa nữa. Giá trị của a là:

A. 0,05 mol

B. 0,06 mol

C. 0,07 mol

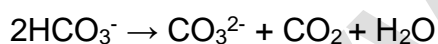
D. 0,08 mol

Hướng dẫn giải

$$n_{\text{CaCO}_3} \text{ lúc đầu} = 0,03 \text{ mol}$$

Đun thêm nước lọc lại thu được kết tủa → trong dung dịch có muối HCO_3^-

$$n_{\text{CaCO}_3} \text{ thêm} = n_{\text{CO}_3^{2-}} = 0,02$$



$$0,04 \quad \quad 0,02$$

$$\text{Bảo toàn C: } n_{\text{CO}_2} = n_{\text{CaCO}_3} \text{ lúc đầu} + n_{\text{HCO}_3^-} = 0,03 + 0,04 = 0,07 \text{ mol}$$

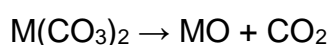
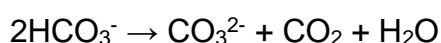
→ Đáp án C

2.5. Dạng 5: Bài toán về muối cacbonat

Phương pháp

Với muối cacbonat ta thường gặp hai dạng bài:

- Phản ứng nhiệt phân:



- Phản ứng trao đổi (với axit → khí; với muối → kết tủa)

Chú ý :

- Khi cho từ từ HCl vào hỗn hợp muối cacbonat và hidrocacbonat phản ứng xảy ra theo trình tự:



- Khi cho từ từ hỗn hợp muối cacbonat và hidrocacbonat vào dung dịch HCl, xảy ra đồng thời theo đúng tỉ lệ của 2 muối để tạo khí CO₂

Bài 1: Nhỏ từ từ từng giọt đến hết 30ml dung dịch HCl 1M vào 100ml dung dịch chứa Na₂CO₃ 0,2M và NaHCO₃ 0,2M, sau phản ứng thu được số mol CO₂ là:

A. 0,03

B. 0,01

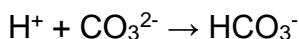
C. 0,02

D. 0,015

Hướng dẫn giải

$$n_{\text{HCl}} = 0,03 \text{ mol}; n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0,02 \text{ mol}; n_{\text{NaHCO}_3} = 0,02 \text{ mol}$$

Khi cho từ từ HCl vào dung dịch xảy ra phản ứng theo thứ tự:



$$0,02 \quad 0,02 \quad 0,02 \text{ (mol)}$$

$$n_{\text{H}^+ \text{ còn}} = 0,01 \text{ mol}; n_{\text{HCO}_3^{2-}} = 0,02 + 0,02 = 0,04 \text{ mol}$$



$$0,01 \quad 0,04$$

$$\Rightarrow n_{\text{CO}_2} = n_{\text{H}^+} = 0,01 \text{ mol}$$

→ Đáp án B

Bài 2: Nhỏ từ từ 200ml dung dịch X (K₂CO₃ 1M và NaHCO₃ 0,5M) vào 200ml dung dịch HCl 2M thì thể tích khí CO₂ thu được là:

A. 4,48 lít

B. 5,376 lít

C. 8,96 lít

D. 4,48 lít

Hướng dẫn giải

$n_{\text{CO}_3^{2-}} = 0,2 \text{ mol}$; $n_{\text{HCO}_3^-} = 0,1 \text{ mol}$; $n_{\text{H}^+} = 0,4 \text{ mol}$

$n_{\text{CO}_3^{2-}} : n_{\text{HCO}_3^-} = 2:1$

$\Rightarrow 5\text{H}^+ + 2\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^- \rightarrow 3\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

0,4 0,2 0,1

$\Rightarrow \text{H}^+$ hết; $n_{\text{CO}_2} = \frac{3}{5} n_{\text{H}^+} = 0,24 \Rightarrow V_{\text{CO}_2} = 5,376 \text{ lít}$

→ Đáp án B

2.6. Dạng 6: Phản ứng nhiệt nhôm (Cho bột Al tác dụng với oxit kim loại)

Phương pháp

$2y\text{Al} + 3\text{M}_x\text{O}_y \rightarrow y\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{X}_m$

M là các kim loại có tính khử trung bình và yếu

Thường gặp: $2y\text{Al} + 3\text{Fe}_x\text{O}_y \rightarrow y\text{Al}_2\text{O}_3 + 3x\text{Fe}$

Các trường hợp có thể xảy ra:

- Hiệu suất phản ứng $H = 100\%$ (phản ứng xảy ra hoàn toàn) . Nếu cho sản phẩm tác dụng với dung dịch kiềm có H_2 thoát ra, thì sản phẩm có Al dư, Fe và Al_2O_3

- Nếu $H < 100\%$ (phản ứng không hoàn toàn). Khi đó hỗn hợp sau phản ứng gồm: Al, Fe_xO_y , Al_2O_3 , Fe.

Bài 1: Nung hỗn hợp gồm 10,8g Al và 16,0g Fe_2O_3 (trong điều kiện không có không khí), sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được chất rắn Y. Khối lượng kim loại trong Y là:

A. 5,6g

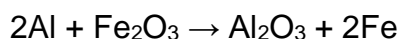
B. 22,4g

C. 11,2g

D. 16,6g

Hướng dẫn giải

$$n_{\text{Al}} = 0,4; n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,1 \text{ mol}$$



$$\Rightarrow n_{\text{Al dư}} = 0,4 - 0,2 = 0,2 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow n_{\text{Fe}} = 2 n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,2$$

$$\Rightarrow m_{\text{kl}} = m_{\text{Al}} + m_{\text{Fe}} = 0,2 \cdot 27 + 0,2 \cdot 56 = 16,6\text{g}$$

→ Đáp án D

Bài 2: Đốt nóng một hỗn hợp gồm Al và Fe_2O_3 (trong điều kiện không có không khí). Nếu cho những chất sau phản ứng tác dụng với NaOH dư sẽ thu được 0,3mol H_2 ; còn nếu cho tác dụng với dung dịch HCl dư sẽ thu được 0,4 mol H_2 . Vậy số mol Al trong hỗn hợp X là:

A. 0,3

B. 0,4

C. 0,25

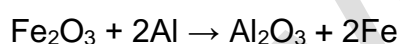
D. 0,6

Hướng dẫn giải

Cho hỗn hợp sau phản ứng tác dụng với NaOH → H_2

$$\Rightarrow \text{Trong hỗn hợp có Al dư; } n_{\text{Al}} = 2/3 n_{\text{H}_2} = 0,2 \text{ mol}$$

Cho tác dụng với HCl: $n_{\text{H}_2} = 3/2 n_{\text{Al}} + n_{\text{Fe}} \Rightarrow n_{\text{Fe}} = 0,1 \text{ mol}$



$$0,1 \leftarrow 0,1 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow n_{\text{Al}} = 0,2 + 0,1 = 0,3 \text{ mol}$$

→ Đáp án A

3. Luyện tập

3.1. Bài tập tự luận

Câu 1: Hỗn hợp rắn A gồm $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$; CaCO_3 ; NaHCO_3 ; Na_2CO_3 . Nung A đến khối lượng không đổi được chất rắn B gồm?

Câu 2: Cho các chất: Na_2CO_3 ; NaHCO_3 ; NaHSO_4 ; HCl; BaCl_2 ; CuO; Fe. Số cặp chất có thể tác dụng trực tiếp với nhau ở nhiệt độ thường là?

Câu 3: Hoà tan hoàn toàn 14,52 gam hỗn hợp X gồm NaHCO_3 , KHCO_3 và MgCO_3 bằng dd HCl dư, thu được 3,36 lít khí CO_2 (đktc) và dd chứa m gam muối KCl. Giá trị của m là?

Câu 4: Hấp thụ hoàn toàn 3,36 lít khí CO_2 (đktc) vào dung dịch chứa 0,15 mol NaOH và 0,1 mol $\text{Ba}(\text{OH})_2$, thu được m gam kết tủa. Giá trị của m là?

Câu 5: Hỗn hợp X gồm Na, Ba, Na_2O và BaO. Hòa tan hoàn toàn 131,4 gam X vào nước, thu được 6,72 lít khí H_2 (đktc) và dung dịch Y, trong đó có 123,12 gam $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Hấp thụ hoàn toàn 40,32 lít khí CO_2 (đktc) vào Y, thu được m gam kết tủa. Giá trị của m là?

3.2. Bài tập trắc nghiệm

Câu 1: Để bảo quản các kim loại kiềm, có thể thực hiện cách nào sau đây ?

- A. Để trong lọ thủy tinh có không khí nhưng đậy nắp kín.
- B. Ngâm trong ancol nguyên chất.
- C. Để trong lọ thủy tinh có chất hút ẩm và đặt trong bóng tối.
- D. Ngâm trong dầu hỏa.

Câu 2: Một loại nước cứng tạm thời chứa ion Ca^{2+} . Cô cạn 100 ml dung dịch nước cứng này thu được 156,8 ml CO_2 (đktc). Để loại bỏ tính cứng tạm thời của 1 lít nước cứng này cần dùng tối thiểu số ml dung dịch NaOH 0,1M là:

- A 140 ml.
- B. 700 ml.
- C. 70 ml.
- D. 1400 ml.

Câu 3: Cho 7,1 gam hỗn hợp gồm một kim loại kiềm X và một kim loại kiềm thổ Y tác dụng với lượng dư dung dịch HCl loãng thu được 5,6 lít khí. Hai kim loại X, Y có thể là:

- A K và Ba
- B. K và Ca.
- C. Na và Mg.
- D. Li và Be.

Câu 4: Hoà tan 46 gam một hỗn hợp Ba và hai kim loại kiềm A, B thuộc hai chu kì kế tiếp nhau vào nước thu được dung dịch C và 11,2 lít khí (đktc). Nếu thêm 0,18 mol Na_2SO_4 vào

dung dịch C thì dung dịch sau phản ứng vẫn chưa kết tủa hết Ba. Nếu thêm 0,21 mol Na_2SO_4 vào dung dịch C thì dung dịch sau phản ứng còn dư Na_2SO_4 . A và B là:

- A. Li và Na.
- B. Na và K.
- C. K và Rb.
- D. Rb và Cs.

Câu 5: Hòa tan hoàn toàn 8,94 gam hỗn hợp gồm Na, K và Ba vào nước thu được dung dịch X và 2,688 lit khí H_2 (đktc) . Dung dịch Y gồm HCl và H_2SO_4 có tỉ lệ mol tương ứng: 4:1. Trung hòa dung dịch X bởi dung dịch Y, tổng khối lượng các muối được tạo ra là:

- A. 13,7
- B. 12,78
- C. 18,46
- D. 14,62

4. Kết luận

Sau bài học cần nắm:

- Tính chất của kim loại kiềm, kim loại kiềm thổ.
- Kỹ năng giải các bài tập và các dạng toán quan trọng.