

KIM LOẠI KIỀM THỔ VÀ HỢP CHẤT QUAN TRỌNG CỦA CHÚNG

1. Tóm tắt lý thuyết

1.1. Kim loại kiềm thổ

a. Vị trí trong bảng tuần hoàn, cấu hình electron nguyên tử

- Kim loại kiềm thổ thuộc nhóm IIA, gồm các nguyên tố: Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra
- Cấu tạo: cấu hình e lớp ngoài cùng ns^2 (n là thứ tự của chu kỳ) KL kiềm thổ có 2e lớp ngoài cùng

b. Tính chất vật lí của kim loại kiềm thổ

- Có màu trắng bạc, có thể dát mỏng, nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi thấp, khối lượng riêng nhỏ.

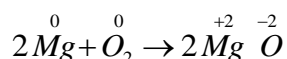
c. Tính chất hóa học của kim loại kiềm thổ

- KL kiềm thổ có năng lượng ion hoá tương đối nhỏ. Vì vậy KLIK thổ có tính khử mạnh. Tính khử tăng dần từ Be \rightarrow Ba .

Ta có: $M \rightarrow M^{2+} + 2e$

- Trong hợp chất KLIK thổ có số oxi hoá = +2

Tác dụng với phi kim

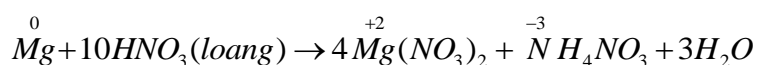
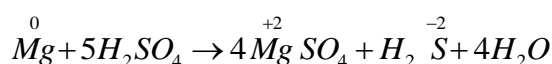


Tác dụng với dung dịch Axit



Tác dụng với axit HNO₃, H₂SO₄ đặc

KLIK thổ có thể khử N⁺⁵ trong HNO₃ loãng xuống N⁻³, S⁺⁶ trong H₂SO₄ đặc xuống S⁻²



Tác dụng với nước

Thí nghiệm Canxi tác dụng với nước: $Ca + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2$

1.2. Một số hợp chất quan trọng của Canxi

a. Canxi hidroxit

- Ca(OH)₂ là bazơ mạnh, dễ dàng hấp thụ khí CO₂. Phương trình: Ca(OH)₂ + CO₂ → CaCO₃ + H₂O

- Ứng dụng: Sản xuất amoniac (NH₃), Clorua vôi (CaOCl₂)...

b. Canxi cacbonat (CaCO₃)

- Dễ bị nhiệt phân huỷ: CaCO₃ → CaO + CO₂

- CaCO₃ tan dần trong nước có hoà tan CO₂: CaCO₃ + CO₂ + H₂O → Ca(HCO₃)₂

- Ứng dụng: Dùng làm vật liệu xây dựng, sản xuất vôi, xi măng, ...

c. Canxi sunfat

- Là chất rắn màu trắng, tồn tại dưới dạng muối ngậm nước CaSO₄.2H₂O gọi là thạch cao sống.

- Khi đun nóng đến 160⁰C thạch cao sống biến thành thạch cao nung.



- Ứng dụng: Dùng để nặn tượng, đúc khuôn, bó bột khi gãy xương, ...

1.3. Nước cứng

a. Khái niệm

Nước cứng là nước có chứa ion Ca²⁺, Mg²⁺

- Nước cứng tạm thời: Là tính cứng gây nên bởi các muối Ca(HCO₃)₂ và Mg(HCO₃)₂



- Nước cứng vĩnh cửu: Là tính cứng gây nên bởi các muối sunfat, clorua của canxi và magie (CaCl₂, CaSO₄, MgCl₂, MgSO₄)

b. Tác hại của nước cứng

- Trong đời sống : dùng nước cứng để tắm giặt không sạch, làm quần áo chóng hỏng

- Trong sản xuất : Tạo cặn, lãng phí nhiên liệu tắc đường ống nước

c. Cách làm mềm nước cứng

- Phương pháp kết tủa:

+ Đun nóng

+ Dùng NaOH

+ Dùng Na_2CO_3 hoặc Na_3PO_4

- Phương pháp trao đổi ion

d. Nhận biết ion Ca^{2+} , Mg^{2+} trong dung dịch

Dùng dd muối chứa CO_3^{2-} sẽ tạo kết tủa CaCO_3 , MgCO_3 . Sục khí CO_2 dư vào dd nếu kết tủa tan chứng tỏ có mặt của Ca^{2+} , Mg^{2+}

2. Bài tập minh họa

2.1. Dạng 1: Hỗn hợp kim loại kiềm, kiềm thổ, nhôm tác dụng với nước

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

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

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng:

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

\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

2.2. Dạng 2: Bài toán CO_2 , SO_2 tác dụng với dung dịch bazơ

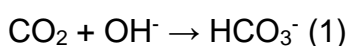
Hấp thụ hoàn toàn 4,48l khí CO_2 ở (đktc) vào 500ml dung dịch hỗn hợp gồm NaOH 0,1M và $Ba(OH)_2$ 0,2M, sinh ra m gam kết tủa. Giá trị của m là:

- A. 19,70
- B. 17,73
- C. 9,85
- D. 11,82

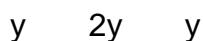
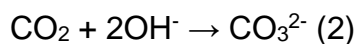
Hướng dẫn giải

$$n_{CO_2} = 0,2 \text{ mol}; n_{OH^-} = n_{NaOH} + 2n_{Ba(OH)_2} = 0,25 \text{ mol}$$

$1 < n_{OH^-} : n_{CO_2} < 2 \Rightarrow$ Tạo hỗn hợp muối CO_3^{2-} và HCO_3^-



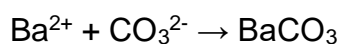
$$x \quad x \quad x$$



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

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

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



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

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

→ Đáp án C

2.3. Dạng 3: Bài toán về muối cacbonat

Nhỏ từ từ từng giọt đến hết 30ml dung dịch HCl 1M vào 100ml dung dịch chứa Na_2CO_3 0,2M và NaHCO_3 0,2M, sau phản ứng thu được số mol CO_2 là:

A. 0,03

B. 0,01

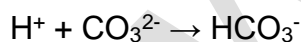
C. 0,02

D. 0,015

Hướng dẫn giải

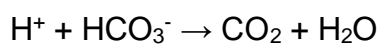
$$n_{\text{HCl}} = 0,03 \text{ mol}; n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0,02 \text{ mol}; n_{\text{NaHCO}_3} = 0,02 \text{ mol}$$

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

2.4. Dạng 4: Bài tập về nước cứng

Bài 1: Phát biểu nào sau đây là 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 cứng là nước có chứa nhiều ion Ca^{2+} , Mg^{2+} .

Nếu nước có chứa Ca^{2+} , Mg^{2+} nhưng dưới mức tới hạn thì không gọi là nước cứng.

Bài 2: Trong thể tích nước cứng có chứa $6 \cdot 10^{-5}$ mol CaSO_4 cần số gam Na_2CO_3 đủ làm mềm thể tích nước đó là:

- A. 7,20 mg
- B. 6,82 mg
- C. 7,00 mg
- D. 6,36 mg

Hướng dẫn giải

Phản ứng: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaSO}_4 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$

Số mol $\text{Na}_2\text{CO}_3 =$ số mol $\text{CaSO}_4 = 6 \cdot 10^{-5}$ (mol)

Khối lượng Na_2CO_3 cần dùng là: $106 \cdot 6 \cdot 10^{-5}$ gam = $636 \cdot 10^{-5}$ (gam) = 6,36 (mg)

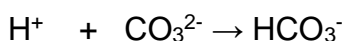
2.5. Dạng 5: Bài tập về muối cacbonat

Bài 1: Nhỏ từ từ từng giọt đến hết 30ml dung dịch HCl 1M vào 100 ml dung dịch chứa Na_2CO_3 0,2M và NaHCO_3 0,2M, sau phản ứng thu được số mol CO_2 là:

- A. 0,03
- B. 0,01
- C. 0,02
- D. 0,015

Hướng dẫn giải

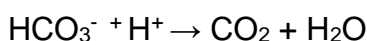
Phản ứng:



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

n_{H^+} còn = 0,01 mol và trong dd đang có $n_{\text{HCO}_3^-} = 0,02 + 0,02 = 0,04$ mol

Do H^+ dư nên tiếp tục xảy ra phản ứng:



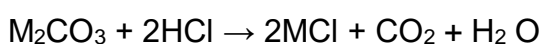
$$0,01 \quad 0,01$$

Đáp án B.

Bài 2: Cho 19,2 gam hỗn hợp muối cacbonat của kim loại hóa trị I và muối cacbonat của kim loại hóa trị II tác dụng với dung dịch HCl dư, thu được 4,48 lít một chất khí (đktc). Tính khối lượng muối tạo ra trong dung dịch.

Hướng dẫn giải

Gọi công thức hai muối cacbonat là M_2CO_3 và $\text{M}'\text{CO}_3$



Áp dụng phương pháp tăng giảm khối lượng:

1 mol muối cacbonat tạo thành muối clorua \Rightarrow khối lượng tăng.

$$35,5 \cdot 2 - 60 = 11 \text{ (gam)} \Rightarrow n_{\text{CO}_2} = n_{\text{muối cacbonat}} = 0,2 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow m_{\text{muối clorua}} = m_{\text{muối cacbonat}} + 0,2 \cdot 11 = 19,2 + 2,2 = 21,4 \text{ (gam)}$$

3. Luyện tập

3.1. Bài tập tự luận

Câu 1: Dẫn V lít CO_2 (đktc) vào dung dịch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ thu được 20 gam kết tủa và dung dịch X, đun nóng dung dịch lại thu thêm được 10 gam kết tủa nữa. Giá trị của V là?

Câu 2: Cho 10 ml dung dịch muối Canxi tác dụng với dung dịch Na_2CO_3 dư tách ra một kết tủa, lọc và đem nung kết tủa đến lượng không đổi còn lại 0,28 gam chất rắn. Khối lượng ion Ca^{2+} trong 1 lít dung dịch ban đầu là?

Câu 3: Dẫn V lít CO_2 (đktc) vào 2 lít dung dịch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0,1M thì được 10 gam kết tủa. Giá trị của V là?

Câu 4: Khi nung 30g hỗn hợp CaCO_3 và MgCO_3 thì khối lượng chất rắn thu được sau phản ứng chỉ bằng một nửa khối lượng ban đầu. Thành phần % theo khối lượng các chất ban đầu là?

Câu 5: Hấp thụ hoàn toàn 3,36 lít CO_2 (đktc) vào 125ml dd $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 1M, thu được dung dịch X. Coi thể tích dung dịch không thay đổi, nồng độ mol chất tan trong dung dịch X là?

3.2. Bài tập trắc nghiệm

Câu 1: Công thức của thạch cao sống là

- A. $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- B. $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$.
- C. $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$.
- D. CaSO_4 .

Câu 2: Hóa chất nào sau đây thường được sử dụng để bó bột khi bị gãy xương?

- A. CaSO_4 .
- B. $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- C. $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$.
- D. CaCO_3 .

Câu 3: Canxi có trong thành phần của các khoáng chất: Canxit, thạch cao, florit. Công thức của các khoáng chất tương ứng là

- A. CaCO_3 , CaSO_4 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.
- B. CaCO_3 , $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, CaF_2 .
- C. CaSO_4 , CaCO_3 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.
- D. CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, CaSO_4 .

Câu 4: Thạch cao dùng để đúc tượng là

- A. Thạch cao sống.
- B. Thạch cao nung.

C. Thạch cao khan.

D. Thạch cao tự nhiên.

Câu 5: Sục từ từ khí CO_2 đến dư vào dung dịch nước vôi trong thì hiện tượng quan sát được là

A. nước vôi bị vẩn đục ngay.

B. nước vôi bị đục dần sau đó trong trở lại.

C. nước vôi bị đục dần.

D. nước vôi vẫn trong.

4. Kết luận

Qua bài học này các em cần nắm một số nội dung sau đây, cùng với đó là vận dụng kiến thức để giải các bài tập trong sách giáo khoa.

- Biết được vị trí của kim loại kiềm thổ trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học.
- Nắm bắt được cách cấu tạo nguyên tử, tính chất vật lý – hóa học cũng như phương pháp điều chế. Biết được tính chất và ứng dụng của một số hợp chất quan trọng của kim loại kiềm thổ như $\text{Ca}(\text{OH})_2$ và CaCO_3
- Bên cạnh đó là nêu các nguyên tắc và phương pháp làm mềm nước cứng.