

Bài
26

KIM LOẠI KIỀM THỔ VÀ HỢP CHẤT QUAN TRỌNG CỦA KIM LOẠI KIỀM THỔ

- Biết vị trí của kim loại kiềm thổ trong bảng tuần hoàn, cấu tạo nguyên tử, tính chất vật lí, tính chất hoá học và phương pháp điều chế kim loại kiềm thổ.
- Biết tính chất, ứng dụng của một số hợp chất quan trọng của kim loại kiềm thổ.
- Biết thế nào là nước cứng, nguyên tắc và phương pháp làm mềm nước cứng.

A. KIM LOẠI KIỀM THỔ

I - VỊ TRÍ TRONG BẢNG TUẦN HOÀN, CẤU HÌNH ELECTRON NGUYÊN TỬ

Kim loại kiềm thổ thuộc nhóm IIA của bảng tuần hoàn, gồm các nguyên tố bери (Be), magie (Mg), canxi (Ca), stronti (Sr), bari (Ba) và radí (Ra)*.

Nguyên tử của các kim loại kiềm thổ đều có cấu hình electron lớp ngoài cùng là ns^2 (n là số thứ tự của lớp).



II - TÍNH CHẤT VẬT LÍ

Các kim loại kiềm thổ có màu trắng bạc, có thể dát mỏng. **Nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi** của các kim loại kiềm thổ **tuy cao hơn** các kim loại kiềm nhưng vẫn **tương đối thấp**. Khối lượng riêng tương đối nhỏ, nhẹ hơn nhôm (trừ bari). Độ cứng hơi cao hơn các kim loại kiềm nhưng vẫn tương đối mềm (xem bảng 6.2).

* Ra là nguyên tố phóng xạ (được phát hiện có trong quặng urani vào năm 1898).

Bảng 6.2. Một số hằng số vật lí quan trọng và kiểu mạng tinh thể của kim loại kiềm thổ

Nguyên tố	Nhiệt độ nóng chảy (°C)	Nhiệt độ sôi (°C)	Khối lượng riêng (g/cm ³)	Kiểu mạng tinh thể
Be	1280	2770	1,85	Lục phương
Mg	650	1110	1,74	Lục phương
Ca	838	1440	1,55	Lập phương tâm diện
Sr	768	1380	2,6	Lập phương tâm diện
Ba	714	1640	3,5	Lập phương tâm khối

Nhiệt độ nóng chảy, nhiệt độ sôi và khối lượng riêng của các kim loại kiềm thổ không biến đổi theo một quy luật nhất định như các kim loại kiềm. Đó là do các kim loại kiềm thổ có kiểu mạng tinh thể không giống nhau.

III - TÍNH CHẤT HÓA HỌC

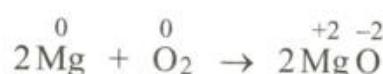
Các nguyên tử kim loại kiềm thổ có năng lượng ion hoá tương đối nhỏ, vì vậy kim loại kiềm thổ có tính khử mạnh. Tính khử tăng dần từ beri đến bari.



Trong hợp chất, các kim loại kiềm thổ có số oxi hoá +2.

1. Tác dụng với phi kim

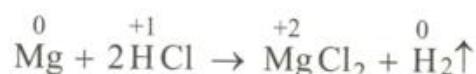
Kim loại kiềm thổ khử các nguyên tử phi kim thành ion âm.



2. Tác dụng với dung dịch axit

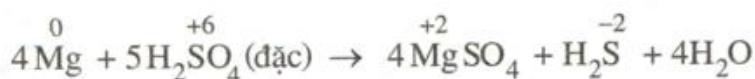
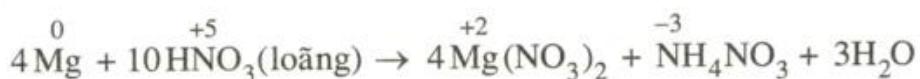
a) Vói axit HCl , H_2SO_4 loãng

Kim loại kiềm thổ khử mạnh ion H^+ trong các dung dịch HCl , H_2SO_4 loãng thành khí H_2 .



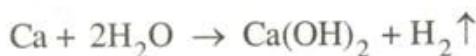
b) Với axit HNO_3 , H_2SO_4 đặc

Kim loại kiềm thổ có thể khử N trong HNO_3 loãng xuống N⁻³; S trong H_2SO_4 đặc xuống S⁻²:



3. Tác dụng với nước

Ở nhiệt độ thường, Be không khử được nước, Mg khử chậm. Các kim loại còn lại khử mạnh nước giải phóng khí hiđro.



B. MỘT SỐ HỢP CHẤT QUAN TRỌNG CỦA CANXI

Trong số các hợp chất của kim loại kiềm thổ, quan trọng nhất là các hợp chất của canxi vì chúng có nhiều ứng dụng trong thực tiễn.

1. Canxi hiđroxít

Canxi hiđroxít ($Ca(OH)_2$) còn gọi là vôi tơi, là chất rắn màu trắng, ít tan trong nước. Nước vôi trong là dung dịch $Ca(OH)_2$.

$Ca(OH)_2$ hấp thụ dễ dàng khí CO_2 :

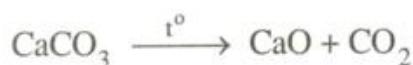


Phản ứng trên thường được dùng để nhận biết khí CO_2 .

$Ca(OH)_2$ là một bazơ mạnh, lại rẻ tiền nên được sử dụng rộng rãi trong nhiều ngành công nghiệp: sản xuất amoniac (NH_3), clorua vôi ($CaOCl_2$), vật liệu xây dựng,...

2. Canxi cacbonat

- Canxi cacbonat ($CaCO_3$) là chất rắn, màu trắng, không tan trong nước, bị phân huỷ ở nhiệt độ khoảng $1000^\circ C$.



Phản ứng trên xảy ra trong quá trình nung vôi.

Trong tự nhiên, canxi cacbonat tồn tại ở dạng đá vôi, đá hoa, đá phấn và là thành phần chính của vỏ và mai các loài ốc, sò, hến, mực,...

Ở nhiệt độ thường, CaCO_3 tan dần trong nước có hoà tan khí CO_2 tạo ra canxi hiđrocacbonat ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$), chất này chỉ tồn tại trong dung dịch.



Khi đun nóng, hoặc áp suất CO_2 giảm đi thì $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ bị phân huỷ tạo ra CaCO_3 kết tủa.

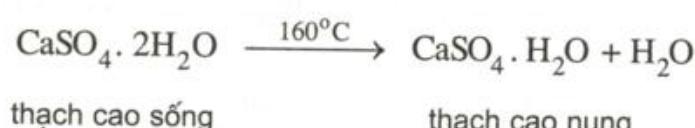
Phản ứng trên giải thích sự tạo thành thạch nhũ trong các hang đá vôi, cặn trong ẩm nước,...

- Đá vôi dùng làm vật liệu xây dựng, sản xuất vôi, xi măng, thuỷ tinh,... Đá hoa dùng trong các công trình mĩ thuật (tạc tượng, trang trí,...). Đá phấn dễ nghiền thành bột mịn làm phụ gia của thuốc đánh răng,...

3. Canxi sunfat

Trong tự nhiên, canxi sunfat (CaSO_4) tồn tại dưới dạng muối ngậm nước $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ gọi là **thạch cao sống**.

Khi đun nóng đến 160°C , thạch cao sống mất một phần nước biến thành thạch cao nung.



Thạch cao nung là chất rắn màu trắng, dễ nghiền thành bột mịn. Khi nhào bột đó với nước tạo thành một loại bột nhão có khả năng đông cứng nhanh.

Thạch cao khan là CaSO_4 . Loại thạch cao này được điều chế bằng cách nung thạch cao sống ở nhiệt độ 350°C .

Khi nghiền clanhke, người ta trộn thêm 5 – 10% thạch cao để điều chỉnh tốc độ đông cứng của xi măng. Thạch cao nung còn được dùng để nặn tượng, đúc khuôn và bó bột khi gãy xương.

C. NƯỚC CỨNG

1. Khái niệm

Nước có vai trò cực kì quan trọng đối với đời sống và sản xuất nông nghiệp, công nghiệp. Nước thường dùng là nước tự nhiên được lấy từ sông, suối, hồ và nước ngầm.

Nước tự nhiên thường chứa nhiều muối của các kim loại như canxi, magie, sắt,...

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

Nước chứa ít hoặc không chứa các ion Ca^{2+} và Mg^{2+} được gọi là nước mềm.

Người ta phân biệt **nước cứng** có tính **cứng tạm thời**, **vĩnh cửu** và **toàn phần**.

- a) **Tính cứng tạm thời** là tính cứng gây nên bởi các muối $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ và $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Gọi là **tính cứng tạm thời** vì chỉ cần đun sôi nước, các muối $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ và $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ bị phân huỷ tạo ra kết tủa CaCO_3 và MgCO_3 nên sẽ làm mất tính cứng gây ra bởi các muối này.

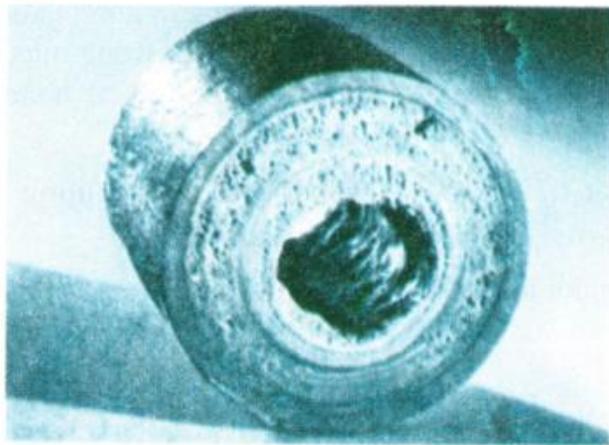


- b) **Tính cứng vĩnh cửu** là **tính cứng** gây nên bởi **các muối sunfat, clorua** của **canxi và magie**. Khi đun sôi, các muối này không bị phân huỷ nên **tính cứng vĩnh cửu** không mất đi.
- c) **Tính cứng toàn phần** gồm cả **tính cứng tạm thời** và **tính cứng vĩnh cửu**.

2. Tác hại

Nước cứng gây nhiều tác hại trong đời sống cũng như trong sản xuất.

- Đun nước cứng lâu ngày trong nồi hơi, nồi sẽ bị phủ một lớp cặn. Lớp cặn dày 1 mm làm tăng thêm 5% nhiên liệu, thậm chí có thể gây nổ.
- Các ống dẫn nước cứng lâu ngày bị đóng cặn, làm giảm lưu lượng của nước.
- Quần áo giặt bằng nước cứng thì xà phòng không ra bọt, tốn xà phòng và làm quần áo chóng hư hỏng do những kết tủa khó tan bám vào quần áo.
- Pha trà bằng nước cứng sẽ làm giảm hương vị của trà. Nấu ăn bằng nước cứng sẽ làm cho thực phẩm lâu chín và giảm mùi vị.



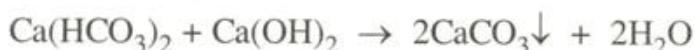
Hình 6.2. Cặn CaCO_3 làm tắc ống dẫn nước nóng

3. Cách làm mềm nước cứng

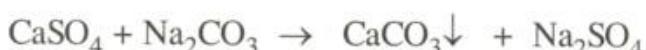
Nguyên tắc làm mềm nước cứng là làm giảm nồng độ các ion Ca^{2+} , Mg^{2+} trong nước cứng.

a) Phương pháp kết tủa

- Khi đun sôi nước, các muối $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ và $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ bị phân huỷ tạo ra muối cacbonat không tan. Loại bỏ kết tủa, chẳng hạn bằng l้าง, gạn người ta được nước mềm.
- Dùng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ với một lượng vừa đủ để trung hoà muối axit, tạo ra kết tủa làm mất tính cứng tạm thời.



- Dùng Na_2CO_3 (hoặc Na_3PO_4) để làm mất tính cứng tạm thời và tính cứng vĩnh cửu.



Trên thực tế, người ta dùng đồng thời một số hoá chất, thí dụ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ và Na_2CO_3 .

b) Phương pháp trao đổi ion

Những vật liệu vô cơ hoặc hữu cơ có khả năng trao đổi một số ion có trong thành phần cấu tạo của chúng với các ion có trong dung dịch được gọi là vật liệu trao đổi ion. Trong xử lý nước cứng, người ta thường dùng các vật liệu

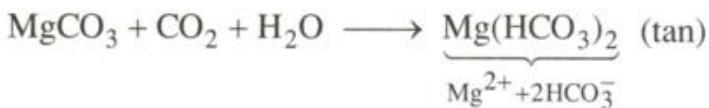
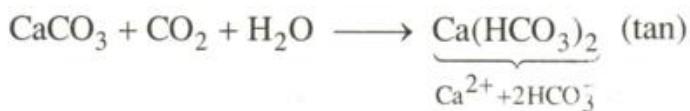
polime có khả năng trao đổi cation, gọi chung là nhựa cationit. Khi đi qua cột chứa nhựa trao đổi ion, các ion Ca^{2+} và Mg^{2+} có trong nước cứng đi vào các lỗ trống trong cấu trúc polime, thế chỗ cho các ion Na^+ hoặc H^+ của cationit đã đi vào dung dịch.

Các zeolit* là vật liệu trao đổi ion vô cơ cũng thường được dùng để làm mềm nước.

Phương pháp trao đổi ion có thể làm giảm cả độ cứng vĩnh cửu lẫn độ cứng tạm thời của nước.

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

Nếu trong dung dịch chỉ có cation Ca^{2+} hoặc Mg^{2+} (không kể các anion) thì để chứng minh sự có mặt của Ca^{2+} hoặc Mg^{2+} , ta dùng dung dịch muối chứa CO_3^{2-} sẽ tạo ra kết tủa CaCO_3 hoặc MgCO_3 . Sục khí CO_2 dư vào dung dịch, nếu kết tủa tan chứng tỏ sự có mặt của Ca^{2+} hoặc Mg^{2+} trong dung dịch ban đầu.



BÀI TẬP

1. Xếp các kim loại kiềm thổ theo chiều tăng của điện tích hạt nhân, thì
- bán kính nguyên tử giảm dần.
 - năng lượng ion hoá giảm dần.
 - tính khử giảm dần.
 - khả năng tác dụng với nước giảm dần.

* Zeolit là các khoáng aluminosilicat kết tinh ở dạng tinh thể có các lỗ trống, có trong tự nhiên hoặc điều chế nhân tạo.

- 2.** Cho dung dịch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ vào dung dịch $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ sẽ
- A. có kết tủa trắng.
 - B. có bọt khí thoát ra.
 - C. có kết tủa trắng và bọt khí.
 - D. không có hiện tượng gì.
- 3.** Cho 2,84 gam hỗn hợp CaCO_3 và MgCO_3 tác dụng hết với dung dịch HCl thấy bay ra 672 ml khí CO_2 (đktc). Phần trăm khối lượng của 2 muối (CaCO_3 , MgCO_3) trong hỗn hợp là
- A. 35,2% và 64,8%.
 - B. 70,4% và 29,6%.
 - C. 85,49% và 14,51%.
 - D. 17,6% và 82,4%.
- 4.** Cho 2 gam một kim loại thuộc nhóm IIA tác dụng hết với dung dịch HCl tạo ra 5,55 gam muối clorua. Kim loại đó là kim loại nào sau đây ?
- A. Be ;
 - B. Mg ;
 - C. Ca ;
 - D. Ba.
- 5.** Cho 2,8 gam CaO tác dụng với một lượng nước lấy dư thu được dung dịch A. Sục 1,68 lít CO_2 (đktc) vào dung dịch A.
- a) Tính khối lượng kết tủa thu được.
 - b) Khi đun nóng dung dịch A thì khối lượng kết tủa thu được tối đa là bao nhiêu ?
- 6.** Khi lấy 14,25 gam muối clorua của một kim loại chỉ có hoá trị II và một lượng muối nitrat của kim loại đó có số mol bằng số mol muối clorua thì thấy khác nhau 7,95 gam. Xác định tên kim loại.
- 7.** Hoà tan 8,2 gam hỗn hợp bột CaCO_3 và MgCO_3 trong nước cần 2,016 lít CO_2 (đktc). Xác định khối lượng mỗi muối trong hỗn hợp.
- 8.** Trong một cốc nước có chứa $0,01 \text{ mol Na}^+$, $0,02 \text{ mol Ca}^{2+}$, $0,01 \text{ mol Mg}^{2+}$, $0,05 \text{ mol HCO}_3^-$, $0,02 \text{ mol Cl}^-$. Nước trong cốc thuộc loại nào ?
- A. Nước cứng có tính cứng tạm thời.
 - B. Nước cứng có tính cứng vĩnh cửu.
 - C. Nước cứng có tính cứng toàn phần.
 - D. Nước mềm.
- 9.** Viết phương trình hoá học của phản ứng để giải thích việc dùng Na_3PO_4 làm mềm nước cứng có tính cứng toàn phần.