

Bài
31

MỘT SỐ HỢP CHẤT QUAN TRỌNG CỦA KIM LOẠI KIỀM THỔ

- Hiểu tính chất hóa học của một số hợp chất kim loại kiềm thổ : hiđroxit, cacbonat, sunfat.
- Biết những ứng dụng của các hợp chất kim loại kiềm thổ.
- Biết thế nào là nước cứng và các biện pháp làm mềm nước cứng.

I – MỘT SỐ HỢP CHẤT CỦA CANXI

Hợp chất kim loại kiềm thổ phổ biến nhất và có ứng dụng rộng rãi hơn cả là hợp chất của canxi.

1. Canxi hiđroxít, $\text{Ca}(\text{OH})_2$

a) Tính chất

Canxi hiđroxít là chất rắn màu trắng, ít tan trong nước (độ tan ở 25°C là $0,12 \text{ g}/100 \text{ g H}_2\text{O}$).

Dung dịch canxi hiđroxít (nước vôi trong) là một bazơ mạnh :



Dung dịch canxi hiđroxít có những tính chất chung của một bazơ tan (tác dụng với oxit axit, axit, muối).

b) Úng dụng

Trộn vữa xây nhà. Khử chua đất trồng trọt. Sản xuất clorua vôi dùng để tẩy trắng và khử trùng.

2. Canxi cacbonat, CaCO_3

a) Tính chất

Canxi cacbonat là chất rắn màu trắng, không tan trong nước (độ tan ở 25°C là $0,00013 \text{ g}/100 \text{ g H}_2\text{O}$).

Canxi cacbonat là muối của axit yếu và không bền, nên tác dụng được với nhiều axit hữu cơ và vô cơ giải phóng khí cacbon đioxit :



Canxi cacbonat tan dần trong nước có chứa khí cacbon đioxit, tạo ra muối tan là canxi hiđrocacbonat $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$: $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

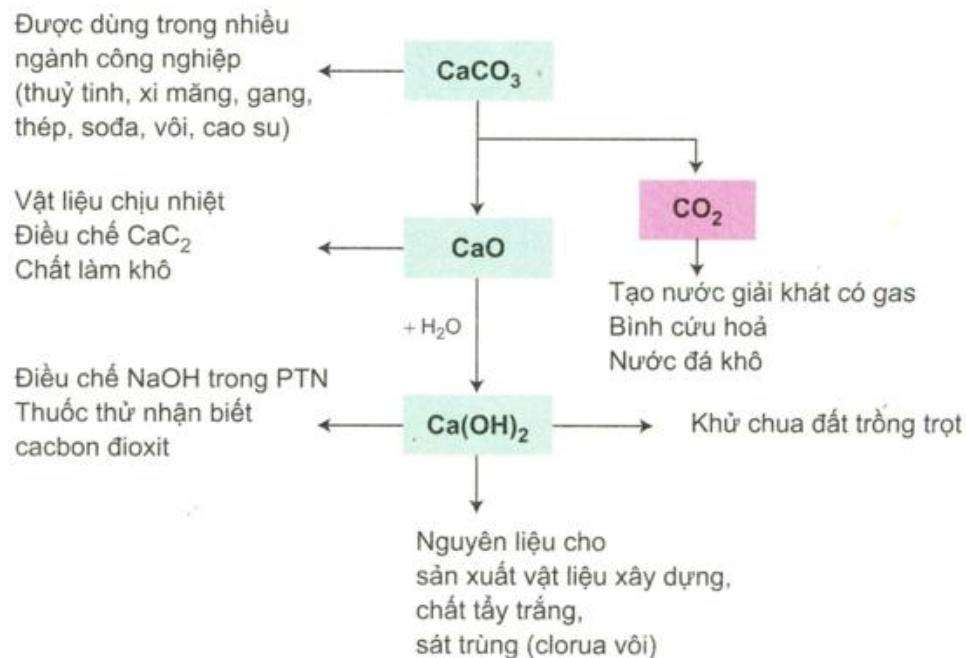
Phản ứng thuận giải thích sự xâm thực của nước mưa (có chứa CO_2) đối với đá vôi.

Phản ứng nghịch giải thích sự tạo thành thạch nhũ trong các hang động núi đá vôi (hình 6.2), sự tạo thành lớp cặn canxi cacbonat (CaCO_3) trong ẩm đun nước, phích đựng nước nóng,...



Hình 6.2. Thạch nhũ trong các hang động

b) Ứng dụng



3. Canxi sunfat, CaSO_4

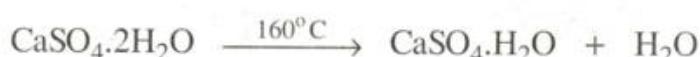
a) Tính chất

Canxi sunfat là chất rắn, màu trắng, tan ít trong nước (độ tan ở 25°C là $0,15 \text{ g}/100 \text{ g H}_2\text{O}$).

Tuỳ theo lượng nước kết tinh trong muối canxi sunfat, ta có 3 loại :

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ có trong tự nhiên là thạch cao sống, bền ở nhiệt độ thường.

$\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ hoặc $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ là thạch cao nung, được điều chế bằng cách nung thạch cao sống ở nhiệt độ khoảng 160°C :



CaSO_4 có tên là thạch cao khan, được điều chế bằng cách nung thạch cao sống ở nhiệt độ cao hơn. Thạch cao khan không tan và không tác dụng với nước.

b) Ứng dụng

Thạch cao nung có thể kết hợp với nước tạo thành thạch cao sống và khi đong cứng thì dãn nở thể tích, do vậy thạch cao rất ăn khuôn. Thạch cao nung thường được đúc tượng, đúc các mẫu chi tiết tinh vi dùng trang trí nội thất, làm phẩn viết bảng, bó bột khi gãy xương,...

Thạch cao sống dùng để sản xuất xi măng.

II – NƯỚC CỨNG

1. Nước cứng

Nước có vai trò cực kì quan trọng đối với đời sống con người và hầu hết các ngành sản xuất, chăn nuôi, trồng trọt. Nước thường dùng là nước tự nhiên, được lấy từ sông, suối, hồ, nước ngầm. Nước này có hoà tan một số muối, như $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, CaSO_4 , MgSO_4 , CaCl_2 , MgCl_2 . Vì vậy nước trong tự nhiên có các cation Ca^{2+} , Mg^{2+} .

Nước cứng là nước có chứa nhiều cation Ca^{2+} , Mg^{2+} . Nước chứa ít hoặc không chứa các ion trên được gọi là nước mềm.

2. Phân loại nước cứng

Căn cứ vào thành phần của anion gốc axit có trong nước cứng, người ta phân thành 3 loại : Nước có tính cứng tạm thời, nước có tính cứng vĩnh cửu và nước có tính cứng toàn phần.

a) Tính cứng tạm thời của nước cứng là do các muối $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ gây ra :



- b) Tính cứng vĩnh cửu của nước cứng là do các muối CaCl_2 , MgCl_2 , CaSO_4 , MgSO_4 gây ra :



Nước tự nhiên thường có cả tính cứng tạm thời và vĩnh cửu.

- c) Nước có tính cứng toàn phần là nước có cả tính cứng tạm thời và vĩnh cửu.

3. Tác hại của nước cứng

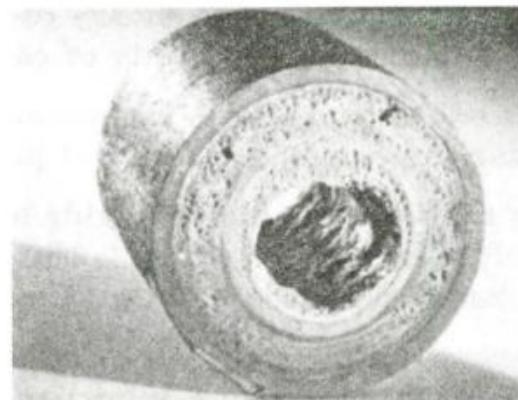
Thí nghiệm : Cho 2 – 3 cm³ dung dịch $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ vào ống nghiệm. Thêm vào ống nghiệm một ít xà phòng hoặc vài giọt dung dịch xà phòng. Lắc mạnh ống nghiệm. Rút ra nhận xét.

Cho 2 – 3 cm³ nước cất vào ống nghiệm rồi làm thí nghiệm như trên. Rút ra nhận xét và so sánh.

Nước cứng gây nhiều trở ngại cho đời sống thường ngày. Giặt bằng xà phòng (natri stearat $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$) trong nước cứng sẽ tạo ra muối không tan là canxi stearat $(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2\text{Ca}$, chất này bám trên vải sợi, làm cho quần áo mau mục nát. Mặt khác, nước cứng làm cho xà phòng có ít bọt, giảm khả năng tẩy rửa của nó. Nếu dùng nước cứng để nấu thức ăn, sẽ làm cho thực phẩm lâu chín và giảm mùi vị.

Nước cứng cũng gây tác hại cho các ngành sản xuất, như tạo ra các cặn trong nồi hơi, gây lãng phí nhiên liệu và không an toàn. Nước cứng gây ra hiện tượng làm tắc ống dẫn nước nóng trong sản xuất và trong đời sống (hình 6.3). Nước cứng cũng làm hỏng nhiều dụng dịch cần pha chế.

Vì vậy, việc làm mềm nước cứng trước khi dùng có ý nghĩa rất quan trọng.



Hình 6.3.

Cặn CaCO_3 làm tắc ống dẫn nước nóng

4. Các biện pháp làm mềm nước cứng

Nguyên tắc làm mềm nước cứng là **giảm nồng độ các cation Ca^{2+} , Mg^{2+} trong nước cứng**. Thực hiện nguyên tắc này, người ta dùng phương pháp chuyển những cation tự do này vào hợp chất không tan (phương pháp kết tủa) hoặc thay thế những cation này bằng những cation khác (phương pháp trao đổi ion).

a) Phương pháp kết tủa

Đối với nước có tính cứng tạm thời

Đun sôi nước có tính cứng tạm thời trước khi dùng, muối hiđrocacbonat chuyển thành muối cacbonat không tan :

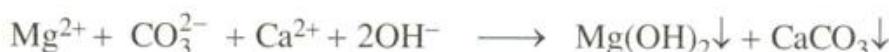


Lọc bỏ kết tủa, được nước mềm.

Dùng một khối lượng vừa đủ dung dịch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ để trung hoà muối hiđrocacbonat thành muối cacbonat kết tủa. Lọc bỏ chất không tan, được nước mềm : $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow 2\text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

Đối với nước có tính cứng vĩnh cửu

Dùng dung dịch Na_2CO_3 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ và dung dịch Na_3PO_4 để làm mềm nước cứng :



Dung dịch Na_2CO_3 cũng được dùng để làm mềm nước có tính cứng tạm thời.

b) Phương pháp trao đổi ion

Phương pháp trao đổi ion được dùng phổ biến để làm mềm nước. Phương pháp này dựa trên khả năng trao đổi ion của các hạt zeolit (các alumino silicat kết tinh, có trong tự nhiên hoặc được tổng hợp, trong tinh thể có chứa những lỗ trống nhỏ) hoặc nhựa trao đổi ion. *Thí dụ* : cho nước cứng đi qua chất trao đổi ion là các hạt zeolit thì một số ion Na^+ của zeolit rời khỏi mạng tinh thể, đi vào trong nước nhường chỗ cho các ion Ca^{2+} và Mg^{2+} bị giữ lại trong mạng tinh thể silicat.

BÀI TẬP

1. Chất nào sau đây không bị phân huỷ khi nung nóng ?
A. $Mg(NO_3)_2$ B. $CaCO_3$
C. $CaSO_4$ D. $Mg(OH)_2$.
2. Theo thuyết Bron – stet, ion nào sau đây (trong dung dịch) có tính lưỡng tính ?
A. CO_3^{2-} B. OH^-
C. Ca^{2+} D. HCO_3^- .
3. Nước tự nhiên có chứa những ion nào dưới đây thì được gọi là nước có tính cứng tạm thời ?
A. Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cl^- B. $Ca^{2+}, Mg^{2+}, SO_4^{2-}$
C. Cl^-, SO_4^{2-}, HCO_3^- , Ca^{2+} D. $HCO_3^-, Ca^{2+}, Mg^{2+}$.
4. Một loại nước cứng khi được đun sôi thì mất tính cứng. Trong loại nước cứng này có hoà tan những hợp chất nào sau đây ?
A. $Ca(HCO_3)_2, MgCl_2$ B. $Ca(HCO_3)_2, Mg(HCO_3)_2$
C. $Mg(HCO_3)_2, CaCl_2$ D. $MgCl_2, CaSO_4$.
5. Cho các chất :
A. $NaCl$ C. Na_2CO_3 E. $BaCl_2$
B. $Ca(OH)_2$ D. HCl F. Na_2SO_4
Những chất nào có thể :
a) Làm mềm nước có tính cứng tạm thời ?
b) Làm mềm nước có tính cứng vĩnh cửu ?
Viết phương trình hoá học.
6. a) Có 4 chất rắn đựng trong 4 lọ riêng biệt : Na_2CO_3 , $CaCO_3$, Na_2SO_4 , $CaSO_4 \cdot 2H_2O$. Bằng cách nào để phân biệt được các chất, nếu ta chỉ dùng nước và dung dịch axit clohiđric ?
b) Có 3 chất rắn đựng trong 3 lọ riêng biệt là $NaCl$, $CaCl_2$ và $MgCl_2$. Hãy trình bày phương pháp hoá học để phân biệt các chất (có đủ dụng cụ và những hoá chất cần thiết).
7. Trong tự nhiên, các nguyên tố canxi và magie có trong quặng đôlômit : $CaCO_3 \cdot MgCO_3$. Từ quặng này, hãy trình bày phương pháp hoá học điều chế :
a) Hai chất riêng biệt là $CaCO_3$ và $MgCO_3$;
b) Hai kim loại riêng biệt là Ca và Mg.
Viết các phương trình hoá học.

8. Dựa vào bảng tính tan của một số hợp chất kim loại kiềm thổ (xem phần tư liệu), hãy xét xem phản ứng nào sau đây xảy ra :



9. Cho 10 lít (đktc) hỗn hợp khí gồm N_2 và CO_2 tác dụng với 2 lít dung dịch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ nồng độ 0,02 mol/l, thu được 1 g chất kết tủa.

Hãy xác định thành phần phần trăm theo thể tích của mỗi khí trong hỗn hợp ban đầu.

10. Có 3 cốc đựng lần lượt : nước mưa, nước có tính cứng tạm thời, nước có tính cứng vĩnh cửu. Hãy nhận biết nước đựng trong mỗi cốc bằng phương pháp hoá học. Viết phương trình hoá học.

11. Cần bao nhiêu gam Na_2CO_3 vừa đủ để làm mềm một lượng nước cứng, biết lượng CaSO_4 có trong lượng nước cứng trên là $6 \cdot 10^{-5}$ mol.

12. Tính tổng khối lượng theo mg/lít của các ion Ca^{2+} và Mg^{2+} có trong một loại nước tự nhiên. Biết rằng trong nước này có chứa đồng thời các muối $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ và CaSO_4 với khối lượng tương ứng là 112,5 mg/l, 11,9 mg/l và 54,5 mg/l.

Tư liệu

BẢNG ĐỘ TAN (Ở 25°C)
CỦA MỘT SỐ HỢP CHẤT KIM LOẠI KIỀM THỔ

Hợp chất	Độ tan (mol/100g H_2O)	Hợp chất	Độ tan (mol/100g H_2O)
MgSO_4	$3600 \cdot 10^{-4}$	MgCO_3	$1,3 \cdot 10^{-4}$
CaSO_4	$11 \cdot 10^{-4}$	CaCO_3	$0,13 \cdot 10^{-4}$
SrSO_4	$0,62 \cdot 10^{-4}$	SrCO_3	$0,07 \cdot 10^{-4}$
BaSO_4	$0,009 \cdot 10^{-4}$	BaCO_3	$0,09 \cdot 10^{-4}$

Hợp chất	Độ tan (mol/100g H_2O)	Hợp chất	Độ tan (mol/100g H_2O)
$\text{Mg}(\text{OH})_2$	$0,2 \cdot 10^{-4}$	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	$4,9 \cdot 10^{-1}$
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$16 \cdot 10^{-4}$	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	$7,7 \cdot 10^{-1}$
$\text{Sr}(\text{OH})_2$	$330 \cdot 10^{-4}$	$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$	$3,4 \cdot 10^{-1}$
$\text{Ba}(\text{OH})_2$	$240 \cdot 10^{-4}$	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	$0,35 \cdot 10^{-1}$