

## Chương 6: Kim loại kiềm – Kim loại kiềm thổ - Nhôm

### A. LÝ THUYẾT

#### A<sub>1</sub>. KIM LOẠI KIỀM

##### I - Vị trí và cấu tạo:

##### 1. Vị trí của kim loại kiềm trong bảng tuần hoàn.

- Các kim loại kiềm thuộc nhóm IA, gồm 6 nguyên tố hóa học: Liti(Li), Kali(K), Natri(Na), Rubiđi(Rb), Xesi(Cs), Franxi(Fr). Franxi là nguyên tố phóng xạ tự nhiên. Sở dĩ được gọi là kim loại kiềm vì hidroxit của chúng là chất kiềm mạnh.

##### 2. Cấu tạo và tính chất của kim loại kiềm.

- Cấu hình electron chung:  $ns^1$
- Năng lượng ion hóa: Các nguyên tử kim loại kiềm có năng lượng ion hóa  $I_1$  nhỏ nhất so với các kim loại khác cùng chu kì.
- Năng lượng ion hóa  $I_2$  lớn hơn năng lượng ion hóa  $I_1$  nhiều lần (6 đến 14 lần), năng lượng ion hóa  $I_1$  giảm dần từ Li đến Cs.
- Liên kết kim loại trong kim loại kiềm là liên kết yếu.
- Cấu tạo mạng tinh thể: Lập Phương Tâm Khối. (Rỗng → nhẹ + mềm).

##### II - Tính chất vật lý

- Các kim loại kiềm có cấu tạo mạng tinh thể lập phương tâm khối là kiểu mạng kém đặc khít, có màu trắng bạc và có ánh kim rất mạnh, biến mất nhanh chóng khi kim loại tiếp xúc với không khí. (Bảo quản trong dầu hỏa).

**1. Nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi:** Nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi của kim loại kiềm thấp hơn nhiều so với các kim loại khác, giảm dần từ Li đến Cs do liên kết kim loại trong mạng tinh thể kim loại kiềm kém bền vững, yếu dần khi kích thước nguyên tử tăng lên.

**2. Khối lượng riêng:** Khối lượng riêng của kim loại kiềm cũng nhỏ hơn so với các kim loại khác do nguyên tử của các kim loại kiềm có bán kính lớn và do cấu tạo mạng tinh thể của chúng kém đặc khít.

**3. Tính cứng:** Các kim loại kiềm đều mềm, có thể cắt chúng bằng dao do liên kết kim loại trong mạng tinh thể yếu.

**4. Độ dẫn điện:** Các kim loại kiềm có độ dẫn điện cao nhưng kém hơn nhiều so với bạc do khối lượng riêng tương đối bé làm giảm số hạt mang điện tích.

**5. Độ tan:** Tất cả các kim loại kiềm có thể hòa tan lẫn nhau và đều dễ tan trong thủy ngân tạo nên hỗn hống. Ngoài ra chúng còn tan được trong amoniac lỏng và độ tan của chúng khá cao.

- ♥ **LƯU Ý:** Các kim loại tự do cũng như hợp chất dễ bay hơi của chúng khi được đưa vào ngọn lửa không màu làm ngọn lửa trở nên có màu đặc trưng:

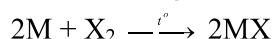
- Li cho màu đỏ tía
- Na màu vàng
- K màu tím
- Rb màu tím hồng
- Cs màu xanh lam.

##### III. Tính chất hóa học

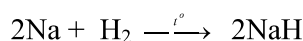
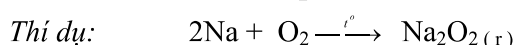
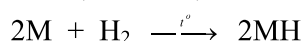
- **Tính khử mạnh** hay dễ bị oxi hoá.  
 $M - 1e \rightarrow M^+$  ( quá trình oxi hoá kim loại )

##### 1. Tác dụng với phi kim

- Ở nhiệt độ thường : tạo oxit có công thức  $M_2O$  (Li, Na) hay tạo  $M_2O_2$  (K, Rb, Cs, Fr).
- Ở nhiệt độ cao : tạo  $M_2O_2$  (Na) hay  $MO_2$  (K, Rb, Cs, Fr) ( trừ trường hợp Li tạo LiO).
- Phản ứng mãnh liệt với halogen ( $X_2$ ) để tạo muối halogenuA.

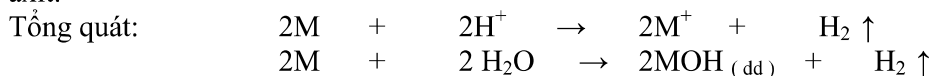


- Phản ứng với hidro tạo kim loại hidruA.



## 2. Tác dụng với nước và dung dịch axit ở điều kiện thường: (gây nổ ☠\* → ☠)

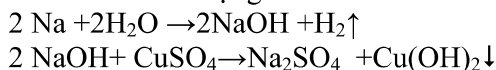
- Do hoạt động hóa học mạnh nên các kim loại kiềm phản ứng mãnh liệt với nước và các dung dịch axit.



## 3. Tác dụng với cation kim loại

- Với oxit kim loại:  $2Na + CuO \xrightarrow{t^o} Na_2O + Cu$
- Với cation kim loại của muối tan trong nước thì kim loại kiềm tác dụng với nước trước mà không tuân theo quy luật bình thường là kim loại hoạt động mạnh đẩy kim loại hoạt động yếu ra khỏi muối của chúng.

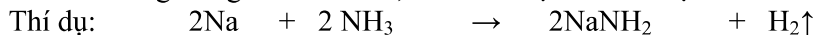
*Thí dụ:* Khi cho Na tác dụng với dd muối  $CuSO_4$ .



## 4. Tác dụng với các kim loại khác : Một số kim loại kiềm tạo thành hợp kim rắn với các kim loại khác, natri tạo hợp kim rắn với thủy ngân – hỗn hợp natri (Na-Hg).

## 5. Tác dụng với $NH_3$

- Khi đun nóng trong khí amoniac, các kim loại kiềm dễ tạo thành amidua:



## IV – Ứng dụng và điều chế

### 1. Ứng dụng của kim loại kiềm

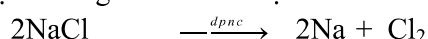
- Kim loại kiềm có nhiều ứng dụng quan trọng :
  - Chế tạo hợp kim có nhiệt độ nóng chảy thấp dùng trong thiết bị báo cháy,...
  - Các kim loại Na và K dùng làm chất trao đổi nhiệt trong 1 vài loại lò phản ứng hạt nhân.
  - Kim loại xesi dùng chế tạo tế bào quang điện.
  - Điều chế 1 số kim loại hiếm bằng phương pháp nhiệt luyện.
  - Dùng nhiều trong tổng hợp hữu cơ.

### 2. Điều chế kim loại kiềm:

- Trong tự nhiên kim loại kiềm chỉ tồn tại ở dạng hợp chất.
- Phương pháp thường dùng để điều chế kim loại kiềm là điện phân nóng chảy muối halogenua hoặc hidroxit của kim loại kiềm trong điều kiện không có không khí.

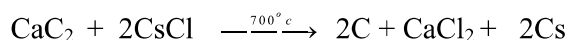
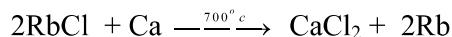
♥ *Thí dụ :*

Na được điều chế bằng cách điện phân nóng chảy hỗn hợp NaCl với 25% NaF và 12% KCl ở nhiệt độ cao, cực dương than chì và cực âm làm bằng Fe.



Li được điều chế bằng cách điện phân hỗn hợp LiCl và KCl

Rb và Cs được điều chế bằng cách dùng kim loại Ca khử các clorua ở nhiệt độ cao và trong chân không:



## A2. HỢP CHẤT CỦA KIM LOẠI KIỀM

### I.NATRI HIĐROXIT(NaOH).

#### 1.Tính chất

##### a) Tính chất vật lí:

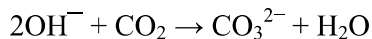
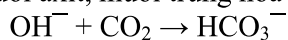
- Chất rắn màu trắng, hút ẩm mạnh, nhiệt độ nóng chảy tương đối thấp  $328^oC$ .
- Tan tốt trong nước và rượu, quá trình tan tỏa nhiều nhiệt.

##### b) Tính chất hóa học:

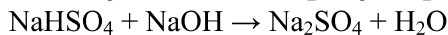
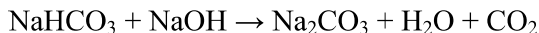
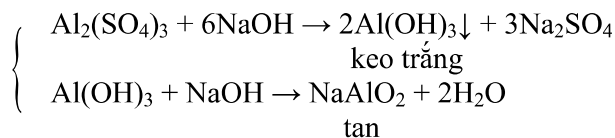
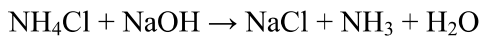
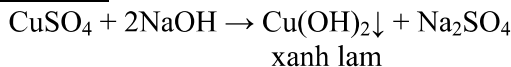
- Là bazơ mạnh( hay còn gọi là kiềm hay chất ăn da), làm đổi màu chất chỉ thị: làm quỳ tím hóa xanh, phenolphthalein hóa hồng.
- Phân li hoàn toàn trong nước:  $\text{NaOH}_{\text{dd}} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$
- NaOH có đầy đủ tính chất của một hidroxit.
  - \* Với axit :  $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
  - \* Với oxit axit :
    - $\text{CO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaHCO}_3$
    - $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
    - $\text{NaOH} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3$  (\*)

♥ **Lưu ý:**

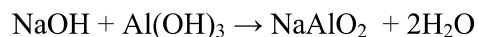
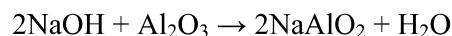
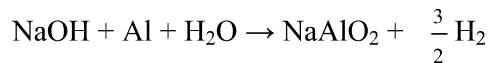
- Phản ứng (\*) là phản ứng ăn mòn thủy tinh (NaOH ở nhiệt độ nóng chảy) vì thế khi nấu chảy NaOH, người ta dùng các dụng cụ bằng sắt, niken hay bạc.
- Khi tác dụng với axit và oxit axit trung bình, yếu thì tùy theo tỉ lệ mol các chất tham gia mà muối thu được có thể là muối axit, muối trung hòa hay cả hai.



\* Với dung dịch muối :

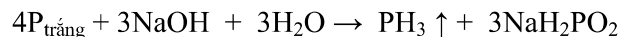
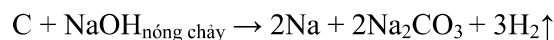
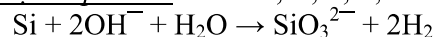


♥ **Chú ý :** Dung dịch NaOH có khả năng hoà tan : Al, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al(OH)<sub>3</sub>



Tương tự, NaOH có thể tác dụng với kim loại Be, Zn, Sb, Pb, Cr và oxit và hidroxit tương ứng của chúng

\* Tác dụng với một số phi kim : như Si, C, P, S, Halogen:

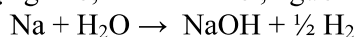


**2. Ứng dụng:**

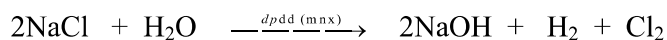
- Sản xuất xà phòng, giấy, tơ nhân tạo, tinh dầu thực vật và các sản phẩm chưng cất dầu mỏ, chế phẩm nhuộm và dược phẩm nhuộm, làm khô khí và là thuốc thử rất thông dụng trong phòng thí nghiệm.

**3. Điều chế:**

- Nếu cần một lượng nhỏ, rất tinh khiết, người ta cho kim loại kiềm tác dụng với nước:



- Trong công nghiệp, người ta dùng phương pháp điện phân dung dịch NaCl có màng ngăn.



## II. NATRI HIDROCARBONAT VÀ NATRI CACBONAT ( $\text{NaHCO}_3$ , $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ):

	Natri hidro cacbonat : $\text{NaHCO}_3$	Natri cacbonat : $\text{Na}_2\text{CO}_3$
<b>- Tính tan trong <math>\text{H}_2\text{O}</math></b>	Tinh thể màu trắng, ít tan	Natricacbonat (hay soda) là chất bột màu trắng, hút ẩm và $t_{nc}^{\circ} = 851^{\circ}\text{C}$ , Dễ tan trong nước và tỏa nhiều nhiệt.
<b>- Nhiệt phân</b>	$2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	Không bị nhiệt phân
<b>- Với bazơ</b>	$\text{NaHCO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	Không phản ứng
<b>- Với axit</b>	$\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\Rightarrow$ ion $\text{HCO}_3^-$ lưỡng tính.	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
<b>- Thủy phân</b>	$\text{d}^2$ có tính kiềm yếu $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$ $\text{pH} > 7$ (không làm đổi màu quỳ tím)	$\text{d}^2$ có tính kiềm mạnh $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$ $\text{pH} > 7$ (Làm quỳ tím hóa xanh)
<b>- Ứng dụng</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\text{NaHCO}_3</math> được dùng trong y khoa chữa bệnh dạ dày và ruột do thừa axit, khó tiêu, chữa chứng nôn mửa, giải độc axit.</li> <li>• Trong công nghiệp thực phẩm làm bột nở gây xốp cho các loại bánh</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nguyên liệu trong Công nghiệp sản xuất thủy tinh, xà phòng, giấy dệt và điều chế muối khác.</li> <li>• Tẩy sạch vết mỡ bám trên chi tiết máy trước khi sơn, tráng kim loại.</li> <li>• Công nghiệp sản xuất chất tẩy rửa</li> </ul>
<b>- Điều chế</b>	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaHCO}_3$	$\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$ $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{t^{\circ}} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

## III. NATRI CLORUA ( $\text{NaCl}$ )

### 1. Trạng thái tự nhiên:

- $\text{NaCl}$  là hợp chất rất phổ biến trong thiên nhiên. Nó có trong nước biển (khoảng 3% về khối lượng), nước của hồ nước mặn và trong khoáng vật halit (gọi là muối mỏ). Những mỏ muối lớn có lớp muối dày tới hàng trăm, hàng ngàn mét.
- Người ta thường khai thác muối từ mỏ bằng phương pháp ngầm, nghĩa là qua các lỗ khoan dùng nước hòa tan muối ngầm ở dưới lòng đất rồi bơm dung dịch lên để kết tinh muối ăn.
- Cô đặc nước biển bằng cách đun nóng hoặc phơi nắng tự nhiên, người ta có thể kết tinh muối ăn.

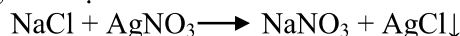
## 2. Tính chất:

\* *Tính chất vật lí:*

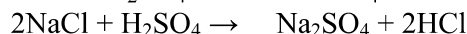
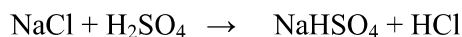
- Là hợp chất ion có dạng mạng lưới lập phương tâm diện. Tinh thể NaCl không có màu và hoàn toàn trong suốt.
- Nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi cao,  $t_{nc}^{\circ} = 800^{\circ}\text{C}$ ,  $t_s^{\circ} = 1454^{\circ}\text{C}$ .
- Dễ tan trong nước và độ tan không biến đổi nhiều theo nhiệt độ nên không dễ tinh chế bằng cách kết tinh lại.
- Độ tan của NaCl ở trong nước giảm xuống khi có mặt NaOH, HCl,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ , ... Lợi dụng tính chất này người ta sục khí HCl vào dung dịch muối ăn bão hòa để điều chế NaCl tinh khiết.

\* *Tính chất hóa học:*

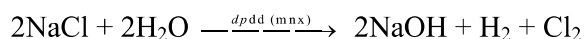
- Khác với các muối khác, NaCl không phản ứng với kim loại, axit, bazơ ở điều kiện thường. Tuy nhiên, NaCl vẫn phản ứng với một muối:



- Ở trạng thái rắn, NaCl phản ứng với  $\text{H}_2\text{SO}_4$  đậm đặc (phản ứng sản xuất HCl, nhưng hiện nay rất ít dùng vì phương pháp tạo ra nhiều khí độc hại, gây nguy hiểm tới hệ sinh thái, ô nhiễm môi trường).



- Điện phân dung dịch NaCl:



## 3. Ứng dụng:

- Là nguyên liệu để điều chế Na,  $\text{Cl}_2$ , HCl, NaOH và hầu hết các hợp chất quan trọng khác của natri. Ngoài ra, NaCl còn được dùng nhiều trong các ngành công nghiệp như thực phẩm (muối ăn...), nhuộm, thuộc da và luyện kim.

### A<sub>3</sub>: Kim loại kiềm thổ

#### I. VỊ TRÍ CẤU TẠO:

##### 1) Vị trí của kim loại kiềm thổ trong bảng tuần hoàn:

- Kim loại kiềm thổ thuộc nhóm IIA của bảng tuần hoàn; trong một chu kì, kiềm thổ đứng sau kim loại kiềm.
- Kim loại kiềm thổ gồm: Beri (Be); Magie (Mg); Canxi (Ca); Stronti (Sr); Bari (Ba); Radium (Ra) (Radium là nguyên tố phóng xạ không bền).

##### 2) Cấu tạo và tính chất của kim loại kiềm thổ:

Nguyên tố	Be	Mg	Ca	Sr	Ba
Cấu hình electron	$[\text{He}]2s^2$	$[\text{Ne}]3s^2$	$[\text{Ar}]4s^2$	$[\text{Kr}]5s^2$	$[\text{Xe}]6s^2$
Bán kính nguyên tử (nm)	0,089	0,136	0,174	0,191	0,220
Năng lượng ion hóa $I_2$ (kJ/mol)	1800	1450	1150	1060	970
Độ âm điện	1,57	1,31	1,00	0,95	0,89
Thế điện cực chuẩn $E_{\text{M}^{2+}/\text{M}}^{\circ}$ (V)	-1,85	-2,37	-2,87	-2,89	-2,90
Mạng tinh thể	Lục phương		Lập phương tâm diện		Lập phương

			tâm khối
--	--	--	----------

♥ **Lưu ý :**

- + Be tạo nên chủ yếu những hợp chất trong đó liên kết giữa Be với các nguyên tố khác là liên kết cộng hóa trị.
- + Ca, Sr, Ba và Ra chỉ tạo nên hợp chất ion.
- + Khác với kim loại kiềm, nhóm kim loại kiềm thổ không tuân theo một quy luật nhất định về cấu tạo mạng tinh thể, dẫn đến tính chất vật lý khác nhau

## II. TÍNH CHẤT VẬT LÝ :

- Màu sắc : kim loại kiềm thổ có màu trắng bạc hoặc xám nhạt.
- Một số tính chất vật lý quan trọng của kim loại kiềm thổ :

Nguyên tố	Be	Mg	Ca	Sr	Ba
Nhiệt độ nóng chảy (°C)	1280	650	838	768	714
Nhiệt độ sôi (°C)	2770	1110	1440	1380	1640
Khối lượng riêng (g/cm <sup>3</sup> )	1,85	1,74	1,55	2,6	3,5
Độ cứng (lấy kim cương = 10)		2,0	1,5	1,8	

➤ **Nhận xét:**

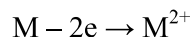
- Nhiệt độ nóng chảy, nhiệt độ sôi thấp (trừ Be) và biến đổi không theo một chiều. Vì các nguyên tố có cấu trúc tinh thể khác nhau Be, Mg, Ca<sub>β</sub> có mạng lưới lục phương ; Ca<sub>α</sub> và Sr có mạng lưới lập phương tâm diện ; Ba lập phương tâm khối.
- Độ cứng : kim loại kiềm thổ cứng hơn kim loại kiềm, nhưng nhìn chung kim loại kiềm thổ có độ cứng thấp ; độ cứng giảm dần từ Be → Ba (Be cứng nhất có thể vạch được thủy tinh ; Ba chỉ hơi cứng hơn chì).
- Khối lượng riêng : tương đối nhỏ, nhẹ hơn nhôm (trừ Ba).

- ♥ **Lưu ý :** Trừ Be, Mg ; các kim loại kiềm thổ tự do và hợp chất dễ bay hơi, cháy khi đưa vào ngọn lửa không màu, làm cho ngọn lửa có màu đặc trưng.

- Ca : màu đỏ da cam
- Sr : màu đỏ son
- Ba : màu lục hơi vàng.

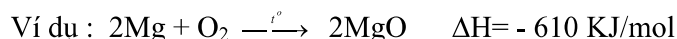
## III. TÍNH CHẤT HOÁ HỌC:

- Các kim loại kiềm thổ có tính **khử mạnh**, yếu hơn so với kim loại kiềm. Tính khử của các kim loại kiềm thổ tăng từ Be → BA.

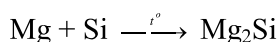
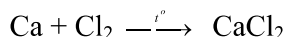


### 1) Tác dụng với phi kim :

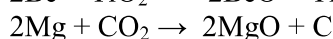
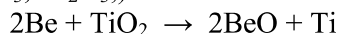
- Khi đốt nóng trong không khí, các kim loại kiềm thổ đều bốc cháy tạo oxit, phản ứng phát ra nhiều nhiệt.



- Trong không khí ẩm Ca, Sr, Ba tạo nên lớp cacbonat (phản ứng với không khí như oxi) cho nên cần cất giữ các kim loại này trong bình rất kín hoặc dầu hỏa khan.
- Khi đun nóng, tất cả các kim loại kiềm thổ tương tác mãnh liệt với halogen, nitơ, lưu huỳnh, photpho, cacbon, silic.

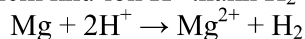


- Do có ái lực lớn hơn oxi, khi đun nóng các kim loại kiềm thổ khử được nhiều oxit bền ( $B_2O_3$ ,  $CO_2$ ,  $SiO_2$ ,  $TiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Cr_2O_3$ ,).

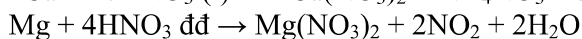
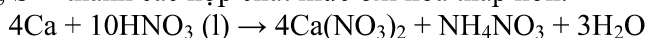


### 2) Tác dụng với axit:

- $HCl$ ,  $H_2SO_4$  (l) : Kim loại kiềm khử ion  $H^+$  thành  $H_2$

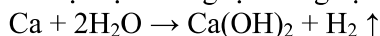


- $HNO_3$ ,  $H_2SO_4$  đđ : Khử  $N^{+5}$ ,  $S^{+6}$  thành các hợp chất mức oxi hoá thấp hơn.

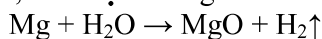


### 3) Tác dụng với nước:

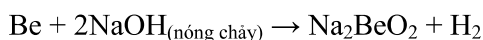
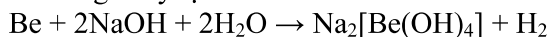
- Ca, Sr, Ba tác dụng với nước ở nhiệt độ thường tạo dung dịch bazơ:



- Mg không tan trong nước lạnh, tan **chậm** trong nước nóng tạo thành MgO.



- Be không tan trong nước dù ở nhiệt độ cao vì có lớp oxit bền bảo vệ. Nhưng Be có thể tan trong dung dịch kiềm mạnh hoặc kiềm nóng chảy tạo berilat:



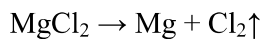
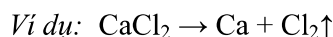
## IV. ỨNG DỤNG VÀ ĐIỀU CHẾ

### 1) Ứng dụng:

- Kim loại Be: làm chất phụ gia để chế tạo hợp kim có tính đàn hồi cao, bền, chắc, không bị ăn mòn.
- Kim loại Ca: dùng làm chất khử để tách oxi, lưu huỳnh ra khỏi thép, làm khô 1 số hợp chất hữu cơ.
- Kim loại Mg có nhiều ứng dụng hơn cả: tạo hợp kim có tính cứng, nhẹ, bền để chế tạo máy bay, tên lửa, ô tô... Mg còn được dùng để tổng hợp nhiều hợp chất hữu cơ. Bột Mg trộn với chất oxi hóa dùng để chế tạo chất chiếu sáng ban đêm dùng trong pháo sáng, máy ảnh.

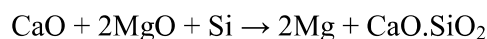
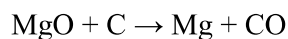
### 2) Điều chế kim loại kiềm thổ:

- Trong tự nhiên, kim loại kiềm thổ chỉ tồn tại dạng ion  $M^{2+}$  trong các hợp chất.
- Phương pháp cơ bản là điện phân muối nóng chảy của chúng.

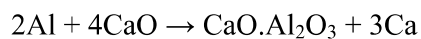


- Một số phương pháp khác:

- + Dùng than cốc khử MgO; CaO từ dolomit bằng febositic (hợp chất Si và Fe) ở nhiệt độ cao và trong chân không.



- + Dùng nhôm hay magie khử muối của Ca, Sr, Ba trong *chân không* ở  $1100^\circ C \rightarrow 1200^\circ C$ .



## A4. HỢP CHẤT CỦA KIM LOẠI KIỀM THỔ

**I. CaO (Canxi oxit) :** Vôi sống.

- Tác dụng với nước, tỏa nhiệt :  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$  ít tan.
- Với axit :  $\text{CaO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- Với oxit axit :  $\text{CaO} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$  ( vôi chết )

**II. Những hidroxit M(OH)<sub>2</sub> của các kim loại kiềm thổ:**

**1) Tính chất:**

- Các hidroxit M(OH)<sub>2</sub> khan đều ở dạng màu trắng.
- Tính tan: Be(OH)<sub>2</sub>; Mg(OH)<sub>2</sub> rất ít tan trong nước.  
Ca(OH)<sub>2</sub> tương đối ít tan ( 0,12g/100g H<sub>2</sub>O).  
Các hidroxit còn lại tan nhiều trong nước.
- Độ bền nhiệt của hidroxit tăng từ Be→Ba: Mg(OH)<sub>2</sub> mất nước ở 150°C; Ba(OH)<sub>2</sub> mất nước ở 1000°C tạo thành oxit.
- Tính bazơ: Be(OH)<sub>2</sub> là bazơ rất yếu, Mg(OH)<sub>2</sub> là bazơ trung bình, Ca(OH)<sub>2</sub>; Ba(OH)<sub>2</sub>; Sr(OH)<sub>2</sub> là bazơ mạnh.

**\* Ca(OH)<sub>2</sub> Canxi hidroxit :** Vôi tôi

- + Ít tan trong nước :  $\text{Ca(OH)}_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$
- + Với axit :  $\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- + Với oxit axit :  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$  (1)  
 $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2$  (2)
- + Với d<sup>2</sup> muối :  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{NaOH}$

**2) Ứng dụng:**

- Hợp chất hidroxit kim loại kiềm thổ Ca(OH)<sub>2</sub> ứng dụng rộng rãi hơn cả :trộn vữa xây nhà, khử chua đất trồng, sản xuất clorua vôi dùng để tẩy trắng và khử trùng.

**III. CANXICARBONAT (CaCO<sub>3</sub>) VÀ CANXI HIDRO CACBONAT (CaHCO<sub>3</sub>)**

	<b>CaCO<sub>3</sub> : Canxi cacbonat</b>	<b>Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> : Canxi hidro cacbonat</b>
Với nước	Canxi cacbonat là chất rắn màu trắng, không tan trong nước. nhưng tan trong amoniaclorua: $\text{CaCO}_3 + 2\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{t^o} \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$	Tan trong nước: $\text{Ca(HCO}_3)_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$
Với bazơ mạnh	Không phản ứng	$\text{Ca(HCO}_3)_2 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow 2\text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
Với axit mạnh	$\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	$\text{Ca(HCO}_3)_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ⇒ lưỡng tính
Nhiệt phân	Bị phân hủy ở nhiệt độ cao: $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{1000^o\text{C}} \text{CaO} + \text{CO}_2$	Bị phân hủy khi đun nóng nhẹ: $\text{Ca(HCO}_3)_2 \xrightarrow{t^o} \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Phản ứng trao đổi với CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Không	$\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3\downarrow$ (trắng) $3\text{Ca}^{2+} + 2\text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\downarrow$
Với CO <sub>2</sub>	$\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons$ không tan	$\text{Ca(HCO}_3)_2$ tan
	Chiều thuận : Giải thích sự xâm thực của nước mưa đối với đá vôi tạo hang động.	



Chiều nghịch : Giải thích sự tạo thành thạch nhũ trong hang động.

## VI. CANXISUNFAT (CaSO<sub>4</sub>)

### 1) Tính chất:

- Là chất rắn màu trắng tan ít trong nước ( ở 25°C tan 0,15g/100g H<sub>2</sub>O).
- Tùy theo lượng nước kết tinh trong muối sunfat, ta có 3 loại:
  - + CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O : thạch cao sống trong tự nhiên, bền ở nhiệt độ thường.
  - + CaSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O hoặc CaSO<sub>4</sub>.0,5H<sub>2</sub>O : thạch cao nung ( hemihidrat)
$$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O} + 1,5\text{H}_2\text{O} \quad (125^\circ\text{C})$$
- Đun nóng 200°C; thạch cao nung thành thạch cao khan. (CaSO<sub>4</sub>)
 
$$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 + 0,5\text{H}_2\text{O} \quad (200^\circ\text{C})$$
- CaSO<sub>4</sub>: không tan trong nước, không tác dụng với nước, chỉ phân hủy ở nhiệt độ rất cao.
 
$$2\text{CaSO}_4 \rightarrow 2\text{CaO} + 2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \quad (960^\circ\text{C})$$

### 2) Ứng dụng:

- Thạch cao nung có thể kết hợp với nước tạo thành thạch cao sống và khi đông cứng thì giãn 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 phấn viết bảng, bó bột khi gãy xương...
- Thạch cao sống dùng để sản xuất xi măng.

## V. NƯỚC CỨNG:

### 1).Khái niệm Nước cứng.

- Nước cứng là nước có **chứa nhiều** cation Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>. Nước chứa ít hoặc không chứa các ion trên được gọi là nước mềm.

### 2) Phân loại:

- Căn cứ vào thành phần các anion gốc axit có trong nước cứng, người ta chia nước cứng ra 3 loại:
  - a) **Nước cứng tạm thời:** Tính cứng tạm thời của nước cứng là do các muối Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> gây ra:
 
$$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$$
  - ☞ Gọi là tạm thời vì độ cứng sẽ mất đi khi đun sôi:  $\text{M}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{\text{t}^\circ} \text{MCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
  - b) **Nước cứng vĩnh cửu:** Tính cứng vĩnh cửu của nước là do các muối CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>, CaSO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub> gây ra, gọi là vĩnh cửu vì khi đun nóng muối đó sẽ không phân hủy:
  - c) **Nước có tính cứng toàn phần:** Là nước có cả tính cứng tạm thời và vĩnh cửu.
    - Nước tự nhiên thường có cả tính cứng tạm thời và vĩnh cửu.

### 3) Tác hại của nước cứng:

\* Về mặt đời sống thường ngày:

- Giặt áo quần bằng xà phòng (natri stearat C<sub>17</sub>H<sub>35</sub>COONa) trong nước cứng sẽ tạo ra muối không tan là canxi stearat (C<sub>17</sub>H<sub>35</sub>COO)<sub>2</sub>Ca, chất này bám trên vải sợi, làm cho quần áo mau mục nát.
 
$$2\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa} + \text{MCl}_2 \rightarrow (\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2\text{M} \downarrow + 2\text{NaCl}$$
- Nước cứng làm cho xà phòng có ít bọt, giảm khả năng tẩy rửa.
- Nếu dùng nước cứng để nấu thức ăn, sẽ làm cho thực phẩm lâu chín và giảm mùi vị do phản ứng của các ion và các chất trong thực phẩm.
  - \* Về mặt sản xuất công nghiệp:
  - Khi đun nóng, ở đáy nồi hay ống dẫn nước nóng sẽ gây ra lớp cặn đá kềm dẫn nhiệt làm hao tổn chất đốt, gây nổ nồi hơi và tắt nghẽn ống dẫn nước nóng (không an toàn).
  - Làm hỏng nhiều dụng cụ cần pha chế.

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

#### **4. Các phương pháp làm mềm nước cứng:**

- Nguyên tắc làm mềm nước cứng là giảm nồng độ các cation  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  trong nước cứng.

##### **a) Phương pháp kết tủa:**

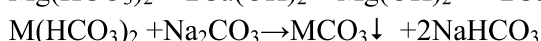
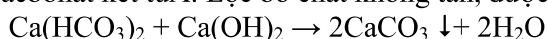
*\* Đối với nước có tính cứng tạm thời*

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



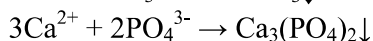
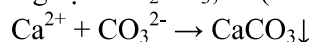
→ Lọc bỏ kết tủa được nước mềm.

- Dùng một khối lượng vừa đủ dung dịch  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  để trung hòa muối hidrocacbonat thành muối cacbonat kết tủa. Lọc bỏ chất không tan, được nước mềm:



*\* Đối với nước có tính cứng vĩnh cửu:*

- Dùng dung dịch  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  và dung dịch  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  để làm mềm nước cứng:



##### **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 aluminosilicat 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 số mol ion  $\text{Na}^+$  của zeolit rời khỏi mạng tinh thể, đi vào trong nước nhường chỗ cho các ion  $\text{Ca}^{2+}$  và  $\text{Mg}^{2+}$  bị giữ lại trong mạng tinh thể silicat.

## A5. NHÔM

### **I. VỊ TRÍ VÀ CẤU TẠO:**

#### **1) Vị trí của nhôm trong bảng tuần hoàn:**

- Nhôm có số hiệu nguyên tử 13, thuộc nhóm IIIA, chu kì 3.
- Cấu tạo của nhôm: Cấu hình electron:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ , hay  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^1$ . Al là nguyên tố p, Năng lượng ion hóa:  $I_3 : I_2 = 2744 : 1816 = 1,5 : 1$ . Độ âm điện 1,61. Mạng tinh thể: nhôm có cấu tạo kiểu mạng lập phương tâm diện.

### **II. TÍNH CHẤT VẬT LÝ**

- Nhôm là kim loại màu trắng bạc, mềm, dễ kéo sợi và dát mỏng. Có thể dát mỏng được, lá nhôm mỏng 0,01mm.
- Nhôm là kim loại nhẹ ( $2,7\text{g/cm}^3$ ), nóng chảy ở  $660^\circ\text{C}$ .
- Nhôm dẫn điện và nhiệt tốt. Độ dẫn nhiệt bằng 2/3 đồng nhưng lại nhẹ hơn đồng ( $8,92\text{g/cm}^3$ ) 3 lần. Độ dẫn điện của nhôm hơn sắt 3 lần.

### **III. TÍNH CHẤT HÓA HỌC**

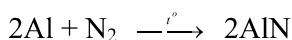
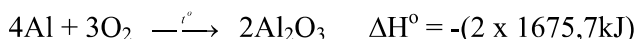
- Nhôm có tính khử mạnh.  $\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{e}$ . Nhìn chung tính khử của nhôm yếu hơn các kim loại kiềm và kiềm thổ.

### 1. Tác dụng với phi kim

- Nhôm tác dụng mãnh liệt với các phi kim, điển hình là với các halogen, oxi, lưu huỳnh...
- Nhôm tự bốc cháy khi tiếp xúc với các halogen



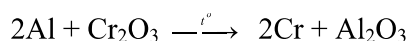
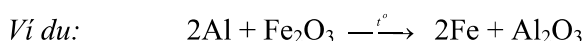
- Phản ứng với oxi: Bột nhôm cháy trong không khí cho ngọn lửa sáng chói và phát ra một nhiệt lượng lớn tạo ra nhôm oxit và một lượng nhỏ nitrua:



- Nhôm phản ứng với oxi tạo ra một màng oxit mỏng (không quá  $10^{-6}$  cm) ngăn cản không cho oxi tác dụng sâu hơn, màng oxit này lại rất đặc khít không thấm nước, vì vậy nó bảo vệ cho nhôm chống được sự ăn mòn.

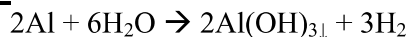
### 2. Tác dụng với oxit kim loại:

- Ở nhiệt độ cao, Al khử được nhiều oxit kim loại như ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CuO}$ ...) thành kim loại tự do.



- Nhiệt độ của phản ứng lên tới gần  $3000^\circ\text{C}$  làm nhôm oxit nóng chảy. Do đó phản ứng của Al với oxit kim loại gọi là phản ứng nhiệt nhôm.

### 3. Tác dụng với nước.



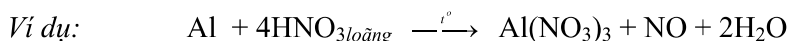
- Phản ứng nhanh chóng ngừng lại vì lớp  $\text{Al}(\text{OH})_3$  không tan trong nước đã ngăn cản không cho nhôm tiếp xúc với nước  $\rightarrow$  vật liệu bằng nhôm không phản ứng với nước.

### 4. Tác dụng với axit.

a. **HCl,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (loãng):** Nhôm khử  $\text{H}^+$  thành  $\text{H}_2$



b. **Nhôm khử  $\text{N}^{+5}$  trong  $\text{HNO}_3$  ở dung dịch loãng hoặc đặc, nóng và  $\text{S}^{+6}$  trong  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ở dung dịch đặc, nóng xuống số oxi thấp hơn:**

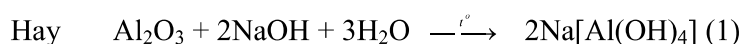
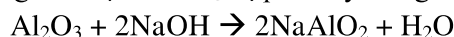


- Nhôm không tác dụng với  $\text{H}_2\text{SO}_4$  và  $\text{HNO}_3$  đặc, nguội. Những axit này đã oxi hóa bề mặt kim loại tạo thành một màng oxit có tính trơ, làm cho nhôm thụ động. Nhôm thụ động sẽ không tác dụng với các dung dịch HCl,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  loãng.

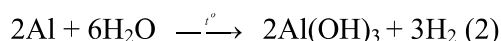
### 5. Tác dụng với dung dịch kiềm

- Nhôm bị hòa tan trong dung dịch kiềm như NaOH,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,... Hiện tượng này được giải thích như sau:

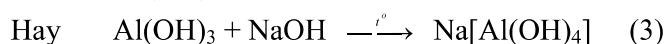
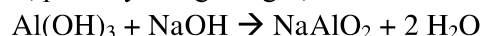
- Trước hết, màng bảo vệ là  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bị phá hủy trong dung dịch kiềm:



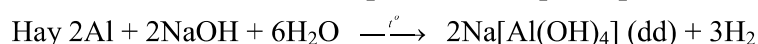
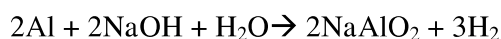
- Tiếp đến, kim loại nhôm khử  $\text{H}_2\text{O}$ :



- Màng  $\text{Al}(\text{OH})_3$  bị phá hủy trong dung dịch bazơ:



- Các phản ứng (2) và (3) xảy ra luân phiên nhau cho đến khi nhôm bị hòa tan hết.
- Có thể viết gọn thành:



## IV. ỨNG DỤNG VÀ SẢN XUẤT

### 1. Ứng dụng

- Nhôm có nhiều ưu điểm nhưng vì nó khá mềm lại kém dai nên người ta thường chế tạo hợp kim nhôm với magie, đồng, silic... để tăng độ bền. Sau đây là vài hợp kim và ứng dụng của nó:
    - Đura (95% Al, 4%Cu, 1%Mg, Mn, Si). Hợp kim đura nhẹ bằng  $\frac{1}{3}$  thép, cứng gần như thép.
    - Silumin (~90% Al, 10%Si): nhẹ, bền.
    - Almelec (98,5% Al. còn lại là Mg, Si, Fe) dùng làm dây cáp.
    - Hợp kim electron (10,5% Al, 83,3% Mg, còn lại là Zn, Mn...), hợp kim này chỉ nặng bằng 65% Al lại bền hơn thép, chịu được sự thay đổi đột ngột nhiệt độ trong một giới hạn lớn nên được dùng làm vỏ tên lửa.
  - Nhôm được dùng chế tạo các thiết bị trao đổi nhiệt và dụng cụ nấu ăn gia đình, nhôm còn được dùng làm khung cửa và trang trí nội thất.
- Bột nhôm dùng để chế tạo hỗn hợp tecmit (hỗn hợp bột Al và  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), được dùng để hàn đường ray,...

### 2. Trạng thái tự nhiên và sản xuất

#### 2.1 Trạng thái tự nhiên.

- Trong tự nhiên nhôm chiếm khoảng 5,5% tổng số nguyên tử trong vỏ đất.
- Phần lớn tập trung vào các alumosilicat, ví dụ như orthoclazo( $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ ), mica ( $\text{K}_2\text{O} \cdot 2\text{H}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ ). nefelin [ $(\text{Na},\text{K})_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ].
- Hai khoáng vật quan trọng đối với công nghiệp của nhôm là boxit( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ) và criolit( $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ ).
- Boxit có hàm lượng lớn ở nhiều tỉnh như Lạng Sơn, Hà Tuyên, Sơn La, Lai Châu, Hải Hưng, Nghệ Tĩnh, Lâm Đồng.

#### 2.2 Sản xuất: Gồm 3 giai đoạn:

- **Giai đoạn 1:** làm sạch quặng boxit lẫn  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ 
  - Cho quặng vào dung dịch NaOH dư,  $\text{SiO}_2$   $\text{Al}_2\text{O}_3$  và tan ra, lọc bỏ  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 

$$\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{NaAlO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
  - Sục  $\text{CO}_2$  vào dung dịch sẽ thu được kết tủa  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 

$$\text{NaAlO}_2 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaHCO}_3$$
  - Lọc kết tủa đem đun nung thu được oxit:
 
$$2\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$$
- **Giai đoạn 2:** Chuẩn bị chất điện ly nóng chảy: criolit  $3\text{NaF} \cdot \text{AlF}_3$  nhằm:
  - Giảm nhiệt độ nóng chảy của  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ( $2050^\circ\text{C} \rightarrow 900^\circ\text{C}$ )  $\rightarrow$  Tiết kiệm năng lượng
  - Hỗn hợp chất lỏng dẫn điện tốt hơn.
  - Criolit Nhẹ, nổi lên ngăn cản nhôm nóng chảy sinh ra tác dụng với không khí.
- **Giai đoạn 3:** đpnc  $\text{Al}_2\text{O}_3$ :  $2\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow 4\text{Al} + 3\text{O}_2$   

Catot
anot

☞ Sản phẩm thu được khá tinh khiết và có hàm lượng vào khoảng 99,4 - 99,8%. Điện phân lần hai có thể đến hàm lượng 99,9998%.

## **A6. MỘT SỐ HỢP CHẤT QUAN TRỌNG CỦA NHÔM**

### I. NHÔM OXIT $\text{Al}_2\text{O}_3$

#### 1. Tính chất vật lí:

- $\text{Al}_2\text{O}_3$  là chất rắn màu trắng, chịu nhiệt rất tốt, rất cứng, không tan trong nước.

- Trong tự nhiên tồn tại ở cả dạng ngậm nước như  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  và dạng khan như emeri, corindon có độ cứng cao.
- Dạng thù hình nguyên chất là những tinh thể trong suốt, không lẫn màu của các loại đá quý: màu đỏ ngọc rubi (tạp chất  $\text{Cr}^{2+}$ , màu xanh ngọc xaphia (tạp chất  $\text{Fe}^{3+}$  và  $\text{Ti}^{4+}$ ).

## 2. Tính chất hóa học:

- Tính bền: Ion  $\text{Al}^{3+}$  có điện tích lớn(3+) và bán kính nhỏ(0.048nm), bằng  $\frac{1}{2}$  bán kính ion  $\text{Na}^+$  nên lực hút giữa ion  $\text{Al}^{3+}$  và ion  $\text{O}^{2-}$  rất mạnh, tạo ra liên kết rất bền vững. Vì thế  $\text{Al}_2\text{O}_3$  có nhiệt độ nóng chảy rất cao(2050°C) và rất khó bị khử thành kim loại Al.
- Tính lưỡng tính: Vừa tác dụng với dung dịch kiềm, vừa tác dụng với dung dịch axit.
 
$$\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$$

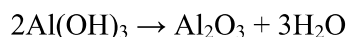
$$\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{NaAlO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
- Vì rất bền nên  $\text{Al}_2\text{O}_3$  rất khó bị khử thành kim loại:
- Khử  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bằng C không cho Al mà thu được  $\text{Al}_4\text{C}_3$ :
 
$$\text{Al}_2\text{O}_3 + 9\text{C} \xrightarrow{>2000^\circ\text{C}} \text{Al}_4\text{C}_3 + 6\text{CO}$$
- $\text{Al}_2\text{O}_3$  không tác dụng với  $\text{H}_2$ , CO ở bất kì nhiệt độ nào.

## 3. Ứng dụng:

- Điều chế đá quý nhân tạo bằng cách nấu chảy  $\text{Al}_2\text{O}_3$  với một lượng nhỏ oxit của kim loại tạo màu ở trong ngọn lửa hidro – oxi hoặc hồ quang rồi cho kết tinh thành những tinh thể lớn. Những đá quý này trong suốt, lấp lánh và có màu rất đẹp nên được dùng làm đồ trang sức.
- Tinh thể  $\text{Al}_2\text{O}_3$  còn được dùng để chế tạo các chi tiết trong các ngành kĩ thuật chính xác như chân kính đồng hồ, thiết bị phát tia laze,...
- Bột  $\text{Al}_2\text{O}_3$  có độ cứng cao(meri) được dùng làm vật liệu mài.
- Phần chủ yếu nhôm oxit được dùng để điều chế nhôm.
- Ngoài ra,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  còn được dùng làm vật liệu chịu lửa: chén nung, ống nung và lớp lót trong các lò điện. Nhôm oxit tinh khiết còn được dùng làm xi măng tram răng.

## 4. Điều chế:

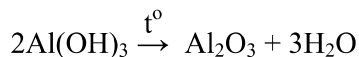
- Trong công nghiệp,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  được điều chế bằng cách nung  $\text{Al}(\text{OH})_3$  ở nhiệt độ cao 1200 – 1400°C:



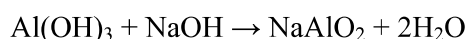
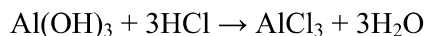
## II. NHÔM HIDROXIT $\text{Al}(\text{OH})_3$ :

### 1. Tính chất:

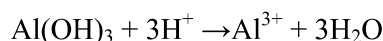
- Là hợp chất màu trắng, kết tủa keo, không tan trong nước, không bền nhiệt.
- Dễ bị nhiệt phân thành nhôm oxit:



- Tính lưỡng tính:

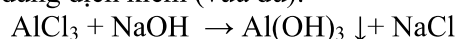


- Phương trình ion:

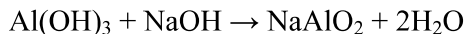


### 2. Điều chế:

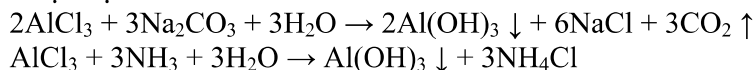
- Muối nhôm tác dụng với dung dịch kiềm (vừa đủ):



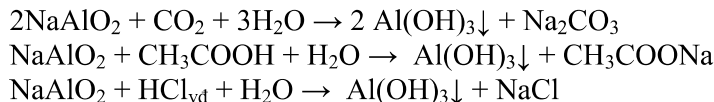
Nếu dư:



- Để thu được kết tủa trọn vẹn:

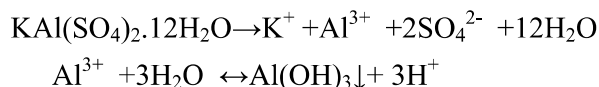


- Từ muối  $\text{NaAlO}_2$ :



### **III. NHÔM SUNFAT VÀ PHÈN CHUA:**

- Nhôm sunfat  $\text{Al}_2\text{SO}_4$  là chất bột màu trắng, bị phân hủy nhiệt trên  $770^\circ\text{C}$ . Nhôm sunfat kết hợp với kim loại kiềm tạo thành loại muối gọi là phèn nhôm, mà quan trọng nhất là phèn chua  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ .
- Phèn chua có dạng tinh thể, không màu, có vị hơi chua và chất.
- Phèn chua được dùng nhiều trong công nghiệp giấy, nhuộm, thuộc da và đánh trong nước. Những công dụng này đều xuất phát từ sự thủy phân khá mạnh trong nước của muối nhôm tạo thành nhôm hydroxit:



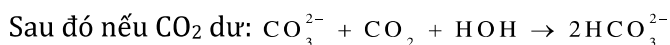
- Khi nhuộm vải, hydroxit đó được sợi vải hấp phụ và giữ chặt trên sợi sẽ kết hợp với phẩm nhuộm tạo thành màu bền, nên nó được gọi là chất cắn màu.
- Tác dụng đánh trong nước cũng là do hydroxit gây ra, nó kéo các chất bay lơ lửng trong nước cùng lắng xuống.
- Trong công nghiệp giấy, nhôm sunfat và phèn nhôm được cho vào bột giấy cùng với muối ăn. Nhôm clorua được tạo nên do phản ứng trao đổi, bị thủy phân mạnh hơn nên cho hydroxit. Hydroxit này sẽ kết dính các phân tử xenlulozơ với nhau làm giấy

## **B. CÁC DẠNG BÀI TẬP ĐIỂN HÌNH CÓ HƯỚNG DẪN**

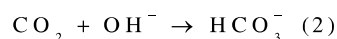
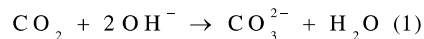
### **Dạng 1: Bài toán $\text{CO}_2$ tác dụng với dung dịch chứa ion $\text{OH}^-$ và $\text{Ca}^{2+}$ ( hoặc $\text{OH}^-$ và $\text{Ba}^{2+}$ )**

#### **☞ Phương pháp giải:**

Khi sục  $\text{CO}_2$  vào dung dịch chứa  $\text{OH}^-$  sẽ xảy ra phản ứng sau:

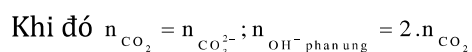


Như vậy khi cho  $\text{CO}_2$  phản ứng với dung dịch chứa ion  $\text{OH}^-$  có thể xảy ra các phản ứng sau:



Xét  $T = \frac{n_{\text{OH}^-}}{n_{\text{CO}_2}}$  để xác định sản phẩm tạo thành:

- $T \geq 2$  thì xảy ra (1) và ion  $\text{OH}^-$  còn dư sau phản ứng.



- $1 < T < 2$  thì xảy ra cả (1) và (2). sản phẩm thu được gồm  $\begin{cases} \text{CO}_3^{2-} \\ \text{HCO}_3^- \end{cases}$
- $$\Rightarrow \begin{cases} \text{Bảo toàn C: } n_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_3^{2-}} + n_{\text{HCO}_3^-} \\ \text{Bảo toàn điện tích: } 2 \cdot n_{\text{CO}_3^{2-}} + n_{\text{HCO}_3^-} = n_{\text{OH}^-} \end{cases}$$
- $T \leq 1 \rightarrow$  (2) xảy ra và  $\text{CO}_2$  dư. Bảo toàn điện tích  $n_{\text{HCO}_3^-} = n_{\text{OH}^-}$

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

- A. 14,775.                      B. 9,850.                      C. 29,550.                      D. 19,700.

**Bài giải**

$$\frac{n_{\text{OH}^-}}{n_{\text{CO}_2}} = \frac{n_{\text{NaOH}} + 2n_{\text{Ba(OH)}_2}}{n_{\text{CO}_2}} = \frac{0,15 + 2 \cdot 0,1}{0,15} = 2,33 > 2 \Rightarrow \text{OH}^- \text{ dư và } n_{\text{CO}_3^{2-}} = n_{\text{CO}_2} = 0,15 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow n_{\text{BaCO}_3} = n_{\text{Ba}^{2+}} = 0,1 \text{ mol} \Rightarrow m_{\text{BaCO}_3} = 0,1 \cdot 197 = 19,7 \text{ g}$$

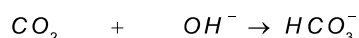
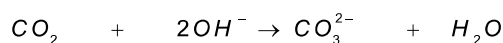
**⇒ Chọn D**

**Câu 2:** Hấp thụ hết 6,72 lít  $\text{CO}_2$  (đktc) vào 300ml dd hỗn hợp gồm  $\text{NaOH}$  0,1M và  $\text{Ba(OH)}_2$  0,6M. Tính Khối lượng kết tủa

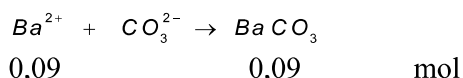
- A. 9,5gam                      B. 19,5 gam                      C. 13,6 gam                      D. 17,73 gam

**Bài giải:**

$$\begin{cases} n_{\text{CO}_2} = \frac{6,72}{22,4} = 0,3 \text{ mol} \\ n_{\text{NaOH}} = 0,3 \cdot 0,1 = 0,03 \text{ mol} \\ n_{\text{Ba(OH)}_2} = 0,6 \cdot 0,3 = 0,18 \text{ mol} \end{cases} \rightarrow \sum n_{\text{OH}^-} = 0,39 \text{ mol} \rightarrow \frac{n_{\text{OH}^-}}{n_{\text{CO}_2}} = \frac{0,39}{0,3} = 1,3 \rightarrow \begin{cases} \text{CO}_3^{2-} \\ \text{HCO}_3^- \end{cases}$$



$$\rightarrow \begin{cases} x + y = 0,3 \\ 2x + y = 0,39 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x = 0,09 \\ y = 0,21 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \text{CO}_3^{2-} & 0,09 \text{ mol} < n_{\text{Ba}^{2+}} = 0,18 \text{ mol} \\ \text{HCO}_3^{2-} & 0,21 \text{ mol} \end{cases}$$



$$m_{\downarrow} = m_{\text{BaCO}_3} = 0,09(137 + 60) = 17,73 \text{ gam} \rightarrow D$$

**Câu 3:** Sục 1 mol  $\text{CO}_2$  vào dung dịch X chứa 0,3 mol  $\text{NaOH}$ ; y mol  $\text{Ba(OH)}_2$ . Sau khi phản ứng kết tủa thu được là 118,2 gam. Tính y?

**Bài giải:**

$$\text{Kết tủa là BaCO}_3 \Rightarrow n_{\text{BaCO}_3} = \frac{118,2}{197} = 0,6 \text{ (mol)} < n_{\text{CO}_2} = 1 \text{ (mol)}$$

$$\text{Trường hợp 1: } n_{\text{Ba}^{2+}} \geq n_{\text{CO}_3^{2-}} \Rightarrow \text{CO}_3^{2-} \text{ phản ứng hết} \Rightarrow n_{\text{CO}_3^{2-}} = n_{\text{BaCO}_3} = 0,6 \text{ (mol)} < n_{\text{CO}_2} = 1 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow \text{Bảo toàn C ta tính được } n_{\text{HCO}_3^-} = n_{\text{CO}_2} - n_{\text{CO}_3^{2-}} = 1 - 0,6 = 0,4 \text{ (mol)}$$

Do tạo thành  $\text{HCO}_3^-; \text{CO}_3^{2-}$  nên  $\text{OH}^-$  hết.

Bảo toàn điện tích ta tính được  $n_{\text{OH}^-} = 0,3 + 2y = n_{\text{HCO}_3^-} + 2 \cdot n_{\text{CO}_3^{2-}} = 1,6 \text{ (mol)}$

$\Rightarrow y = 0,65 \text{ (mol)}$  (thỏa mãn  $n_{\text{Ba}^{2+}} \geq n_{\text{CO}_3^{2-}}$ )

☞ Trường hợp 2:  $n_{\text{Ba}^{2+}} < n_{\text{CO}_3^{2-}} \Rightarrow \text{Ba}^{2+}$  phản ứng hết,  $\Rightarrow n_{\text{Ba}^{2+}} = n_{\text{BaCO}_3} = 0,6 \text{ (mol)} \Rightarrow y = 0,6 \text{ (mol)}$

$\Rightarrow$  Dung dịch X có  $\begin{cases} 0,3 \text{ mol NaOH} \\ 0,6 \text{ mol Ba(OH)}_2 \end{cases} \Rightarrow$  Dung dịch có  $\begin{cases} 1,5 \text{ mol OH}^- \\ 0,6 \text{ mol Ba}^{2+} \end{cases}$

$T = \frac{n_{\text{OH}^-}}{n_{\text{CO}_2}} = \frac{1,5}{1} = 1,5 \Rightarrow \text{HCO}_3^-; \text{CO}_3^{2-} \Rightarrow n_{\text{CO}_3^{2-}} = n_{\text{OH}^-} - n_{\text{CO}_2} = 1,5 - 1 = 0,5 \text{ (mol)}$

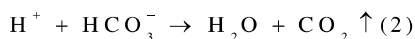
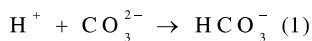
Không thỏa mãn  $n_{\text{Ba}^{2+}} < n_{\text{CO}_3^{2-}}$ .

Vậy  $y = 0,65 \text{ mol}$

## Dạng 2: Nhỏ dung dịch $\text{H}^+$ vào dung dịch chứa ion $\text{HCO}_3^-$ và $\text{CO}_3^{2-}$

☞ Trường hợp 1: Nhỏ từ từ dung dịch chứa  $\text{H}^+$  vào  $\text{HCO}_3^-$  và  $\text{CO}_3^{2-}$

Do tính bazơ của  $\text{CO}_3^{2-}$  mạnh hơn  $\text{HCO}_3^-$  nên  $\text{H}^+$  sẽ phản ứng với ion  $\text{CO}_3^{2-}$  trước. Thứ tự phản ứng xảy ra như sau:



Phản ứng xảy ra theo thứ tự (1);(2) do đó lúc đầu chưa có khí thoát ra, lượng khí thoát ra hay không phụ thuộc vào lượng  $\text{H}^+$ .

♥ Lưu ý: ion  $\text{CO}_3^{2-}$  là 1 ion bazơ; ion  $\text{HCO}_3^-$  là ion lưỡng tính

**Câu 1:** Nhỏ từ từ từng giọt cho đến hết 300 ml dung dịch  $\text{NaHCO}_3$  0,1M;  $\text{K}_2\text{CO}_3$  0,2M vào 100 ml dung dịch  $\text{HCl}$  0,2M;  $\text{NaHSO}_4$  0,6M và khuấy đều thu được V lít  $\text{CO}_2$  thoát ra (đktc) và dung dịch X. Thêm vào dung dịch X 100 ml dung dịch  $\text{KOH}$  0,6M;  $\text{BaCl}_2$  1,5M thu được m gam kết tủa. Biết các phản ứng đều xảy ra hoàn toàn. Tính giá trị của V và m

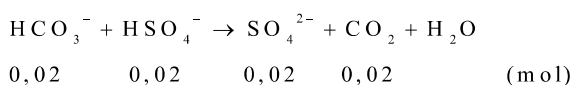
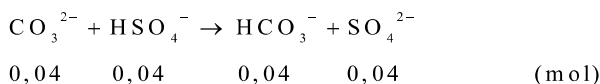
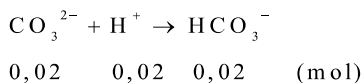
✍ **Bài làm:**

$$n_{\text{NaHCO}_3} = 0,3 \cdot 0,1 = 0,03 \text{ (mol)}; n_{\text{K}_2\text{CO}_3} = 0,3 \cdot 0,2 = 0,06 \text{ (mol)};$$

$$n_{\text{HCl}} = 0,1 \cdot 0,2 = 0,02 \text{ (mol)}; n_{\text{NaHSO}_4} = 0,1 \cdot 0,6 = 0,06 \text{ (mol)}.$$

$$\Rightarrow n_{\text{CO}_3^{2-}} = 0,06 \text{ (mol)}; n_{\text{HCO}_3^-} = 0,03 \text{ (mol)}; n_{\text{H}^+} = 0,02 \text{ (mol)}; n_{\text{HSO}_4^-} = 0,06 \text{ (mol)}$$

▪ Khi nhỏ từ từ dung dịch axit vào dung dịch muối có phản ứng như sau



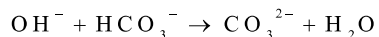
$$\Rightarrow V_{\text{CO}_2} = 0,02 \cdot 22,4 = 0,448 \text{ (l)}$$



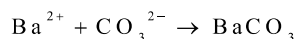
⇒ Dung dịch X gồm các ion:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$  (0,07 mol),  $\text{SO}_4^{2-}$  (0,06 mol)

$$n_{\text{OH}^-} = n_{\text{KOH}} = 0,1.0,6 = 0,06 \text{ (mol)}$$

$$n_{\text{Ba}^{2+}} = n_{\text{BaCl}_2} = 0,1.1,5 = 0,15 \text{ (mol)}$$



$$0,06 \quad 0,06 \quad 0,06 \quad \text{(mol)}$$

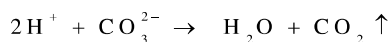
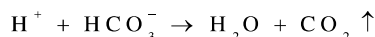


$$0,06 \quad 0,06 \quad 0,06 \quad \text{(mol)}$$

$$\Rightarrow m = m_{\text{BaSO}_4} + m_{\text{BaCO}_3} = 0,06.233 + 0,06.197 = 25,8 \text{ g}$$

☞ **Trường hợp 2:** Nhỏ từ từ dung dịch chứa ion  $\text{HCO}_3^-$  và  $\text{CO}_3^{2-}$  vào dung dịch  $\text{H}^+$

Khi nhỏ từ từ dung dịch  $\text{HCO}_3^-$  và  $\text{CO}_3^{2-}$  vào dung dịch  $\text{H}^+$ , ban đầu  $\text{H}^+$  rất dư vì vậy hai ion  $\text{HCO}_3^-$  và  $\text{CO}_3^{2-}$  phản ứng đồng thời. Khi đó tốc độ phản ứng của hai ion là như nhau. Phản ứng tạo khí luôn.



**Câu 1:** Nhỏ từ từ 200ml dung dịch X ( $\text{K}_2\text{CO}_3$  1M và  $\text{NaHCO}_3$  0,5M) vào 200ml dung dịch  $\text{HCl}$  2M thì thể tích khí  $\text{CO}_2$  thu được (đktc) là:

A.4,48lít

B.5,376lít

C.8,96lít

D.4,48lít

### Hướng dẫn

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

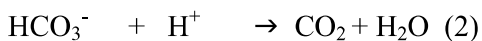
$$n_{\text{H}^+} < (2n_{\text{CO}_3^{2-}} + n_{\text{HCO}_3^-}) \text{ nên } \text{H}^+ \text{ hết}$$

$$\text{Ta có: } \frac{n_{\text{CO}_3^{2-}}}{n_{\text{HCO}_3^-}} = 2$$

Gọi số mol của  $\text{HCO}_3^-$  phản ứng là x, suy ra số mol của  $\text{CO}_3^{2-}$  phản ứng là 2x



$$2x \text{ mol} \quad 4x \text{ mol} \quad 2x \text{ mol}$$



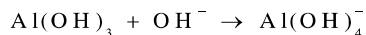
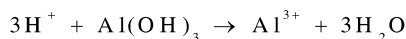
$$x \text{ mol} \quad x \text{ mol} \quad x \text{ mol}$$

$$\text{Số mol HCl: } 4x + x = 0,4 \Rightarrow x = 0,08 \text{ mol}$$

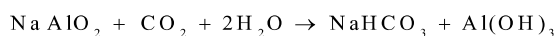
$$\Rightarrow V_{\text{CO}_2} = 3.0,08.22,4 = 5,376 \text{ (lít)}$$

### Dạng 3: Bài toán lưỡng tính của $\text{Al}(\text{OH})_3$

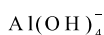
- $\text{Al}(\text{OH})_3$  là 1 hydroxit lưỡng tính, nó có thể tác dụng với dung dịch axit, dung dịch bazo.



- $\text{Al}(\text{OH})_3$  là một chất lưỡng tính nó có thể được viết dưới dạng bazo là  $\text{Al}(\text{OH})_3$  khi tác dụng với dung dịch axit. Nhưng có thể được viết dưới dạng axit  $\text{HAlO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  khi tác dụng với dung dịch bazo. Muối  $\text{NaAlO}_2$  có tên là natri aluminat, được coi là muối được tạo nên từ  $\text{NaOH}$  và  $\text{NaAlO}_2$ .  $\text{HAlO}_2$  là axit yếu, yếu hơn cả axit  $\text{H}_2\text{CO}_3$  nên dễ dàng bị axit  $\text{H}_2\text{CO}_3$  đẩy ra khỏi muối  $\text{NaAlO}_2$ , sản phẩm của phản ứng là muối  $\text{NaHCO}_3$  ( $\text{HAlO}_2$  tồn tại dưới dạng  $\text{HAlO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  tức là kết tủa  $\text{Al}(\text{OH})_3$ )

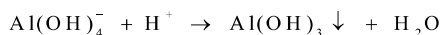


- ♥ Muối natri aluminat còn được viết dưới dạng thuận tiện hơn cho việc tính toán là  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ . Khi được hòa tan trong nước, muối này phân li hoàn toàn ra  $\text{Na}^+$  và

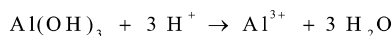


⇒ Nếu muốn thu được  $\text{Al}(\text{OH})_3$  từ dung dịch  $\text{NaAlO}_2$  ta có thể dùng các cách sau:

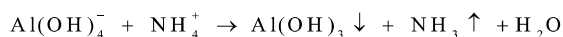
- Nhỏ thêm vào dung dịch một lượng  $\text{NaAlO}_2$  một lượng dung dịch  $\text{HCl}$



Tuy nhiên, nếu dùng lượng dư dung dịch  $\text{H}^+$ , thì kết tủa sau khi tạo thành sẽ bị hòa tan hết.



- Nhỏ từ từ dung dịch chứa  $\text{Al}(\text{OH})_4^-$  vào dung dịch muối  $\text{NH}_4^+$

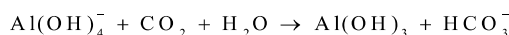


Dung dịch  $\text{NH}_4^+$  không thể hòa tan được  $\text{Al}(\text{OH})_3$

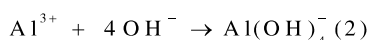
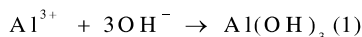
- Nhỏ từ từ dung dịch chứa  $\text{Al}(\text{OH})_4^-$  vào dung dịch muối  $\text{Al}^{3+}$



- Sục lượng dư khí  $\text{CO}_2$  vào dung dịch  $\text{Al}(\text{OH})_4^-$



#### 3.1. Bài toán nhỏ dung dịch chứa $\text{OH}^-$ vào dung dịch chứa $\text{Al}^{3+}$



- Khi nhỏ từ từ dung dịch  $\text{OH}^-$  vào dung dịch chứa  $\text{Al}^{3+}$  thì lượng kết tủa tăng dần đến cực đại sau đó giảm dần trở về dung dịch trong suốt.
- Sản phẩm tạo thành phụ thuộc vào tỉ lệ số mol  $\text{Al}^{3+}$  với số mol  $\text{OH}^-$
- Đặt  $T = \frac{n_{\text{OH}^-}}{n_{\text{Al}^{3+}}}$ .
  - Nếu  $T \leq 3$  thì chỉ xảy ra phản ứng (1), tức phản ứng chỉ tạo kết tủa
  - Nếu  $3 < T < 4$  thì xảy ra cả hai phản ứng (1) và (2).
  - Nếu  $T \geq 4$  thì chỉ xảy ra phản ứng (2), không có kết tủa tạo thành.

♥ Trong các bài toán trắc nghiệm ta có thể sử dụng nhanh các công thức như sau:

$$n_{\text{OH}^- (\text{min})} = 3n_{\downarrow}$$

$$n_{\text{OH}^- (\text{max})} = 4n_{\text{Al}^{3+}} - n_{\downarrow}$$

**Câu 1:** Cho 500ml dung dịch  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  0,1M vào V ml dung dịch  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  0,1M. Sau khi các phản ứng kết thúc thu được 12,045 gam kết tủa. Giá trị của V là

A. 75

B. 150

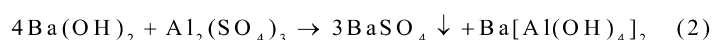
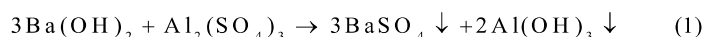
C. 300

D. 200

✍ **Bài giải:**

$$n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = 0,05 \text{ (mol)}$$

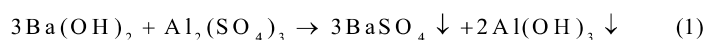
Các phản ứng có thể xảy ra:



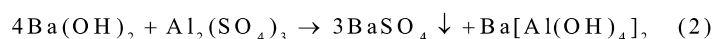
▪ TH1: chỉ xảy ra phản ứng (1)

$$m_{\text{kết tủa}} = m_{\text{BaSO}_4} + m_{\text{Al}(\text{OH})_3} = 0,05 \cdot 233 + \frac{2}{3} \cdot 0,05 \cdot 78 = 14,25 \text{ g} > 12,045 \text{ g (loại)}$$

▪ TH2: xảy ra cả 2 phản ứng



$$\begin{matrix} 3x & & x & & 3x & & 2x & & \text{(mol)} \end{matrix}$$



$$\begin{matrix} 4y & & y & & 3y & & & & \text{(mol)} \end{matrix}$$

$$\begin{cases} n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = 3x + 4y = 0,05 \text{ (mol)} \\ m_{\downarrow} = m_{\text{BaSO}_4} + m_{\text{Al}(\text{OH})_3} = 233 \cdot (3x + 3y) + 78 \cdot 2x = 12,045 \text{ (g)} \end{cases}$$

$$\Rightarrow x = 0,01 \text{ (mol)}; y = 0,005 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow n_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} = x + y = 0,015 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow V = \frac{0,015}{0,1} = 0,15 \text{ (l)} = 150 \text{ (ml)}$$

**Đáp án B**

**Câu 2:** Cho 300 ml dung dịch gồm  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  0,5M và  $\text{KOH}$  x mol/lít vào 50 ml dung dịch  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  1M. Sau khi kết thúc các phản ứng thu được 36,9 gam kết tủa. Giá trị của x là

A. 0,75.

B. 0,25.

C. 0,50.

D. 1,0.

✍ **Bài giải:**

▪ Theo bài ra ta tính được

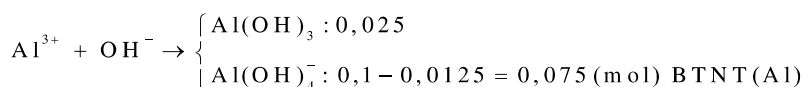
$$n_{\text{Ba}^{2+}} = 0,15 \text{ (mol)}; n_{\text{SO}_4^{2-}} = 0,15 \text{ (mol)}; n_{\text{Al}^{3+}} = 0,1 \text{ (mol)}; n_{\text{OH}^-} = 0,3 + 0,3 \cdot x \text{ (mol)}$$

▪ **Nhận thấy:**  $n_{\text{BaSO}_4} = 0,15 \text{ (mol)} \rightarrow m_{\text{BaSO}_4} = 34,95 \text{ (gam)}$

$$\Rightarrow m_{\text{Al}(\text{OH})_3} = 36,9 - 34,95 = 1,95 \text{ (gam)}$$

$$\rightarrow n_{\text{Al}(\text{OH})_3} = \frac{1,95}{78} = 0,025 \text{ (mol)} < n_{\text{Al}^{3+}}; n_{\text{OH}^- (\downarrow)} = 0,025 \cdot 3 = 0,075 < n_{\text{OH}^-} = 0,3 + 0,3 \cdot x$$

$\Rightarrow$  ion  $\text{Al}^{3+}$  tác dụng với dung dịch chứa  $\text{OH}^-$  đã tạo 2 phương trình.

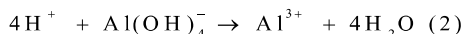


$$n_{\text{OH}^-} = 0,3 + 0,3 \cdot x = 0,025 \cdot 3 + 0,075 \cdot 4 \rightarrow x = 0,259 \text{ mol}$$

**Đáp án B.**

### Dạng 3.2. Bài toán nhỏ dung dịch chứa $\text{H}^+$ vào dung dịch chứa $\text{Al}(\text{OH})_4^-$

- Khi nhỏ dung dịch chứa  $\text{H}^+$  vào dung dịch chứa  $\text{Al}(\text{OH})_4^-$  thì phản ứng xảy ra như sau:



- Như vậy lượng kết tủa tăng dần đến cực đại, sau đó giảm dần dung dịch trở thành trong suốt.
- Sản phẩm tạo thành phụ thuộc vào tỉ lệ số mol của  $\text{H}^+$  và tỉ lệ số mol  $\text{Al}(\text{OH})_4^-$

- Đặt  $T = \frac{n_{\text{H}^+}}{n_{\text{Al}(\text{OH})_4^-}}$

- Nếu  $T \leq 1$  chỉ xảy ra phản ứng (1); tức phản ứng chỉ tạo kết tủa
- Nếu  $1 < T < 4$  thì xảy ra cả hai phản ứng (1) và (2).
- Nếu  $T \geq 4$  thì xảy ra phản ứng (2), phản ứng không có kết tủa tạo thành.

♥ Trong các bài toán trắc nghiệm ta có thể sử dụng nhanh các công thức như sau:

$$n_{\text{OH}^- (\text{min})} = 3n_{\downarrow} + n_{\text{H}^+}$$

$$n_{\text{OH}^- (\text{max})} = 4n_{\text{Al}^{3+}} - n_{\downarrow} + n_{\text{H}^+}$$

**Câu 1:** Cho 46,6 gam hỗn hợp X gồm Na, K, Ba và  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (trong đó oxi chiếm 30,9% về khối lượng) tan hết vào nước thu được dung dịch Y và 8,96 lít  $\text{H}_2$  (đktc). Cho 3,1 lít dung dịch HCl 0,5M vào dung dịch Y thu được m gam kết tủa. Giá trị của m là:

A. 7,8.

B. 35,1.

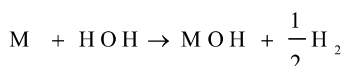
C. 27,3.

D. 0.

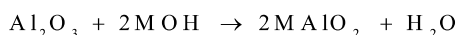
**Bài giải:**

- $m_{\text{O}} = 30,9\% \times 46,6 = 14,4 \text{ g} \Rightarrow n_{\text{O}} = 0,9 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 0,9 : 3 = 0,3 \text{ mol}$

- Quy đổi kim loại  $M = \{ \text{Na}, \text{K}, \text{Ba} \}$



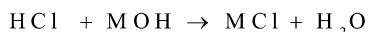
$$0,8 \rightarrow \quad \quad 0,8 \quad \rightarrow 0,4 \quad (\text{mol})$$



$$0,3 \rightarrow \quad 0,6 \quad \quad 0,6 \quad \quad (\text{mol})$$

- Dung dịch Y : 0,2 mol MOH dư ; 0,6 mol MAIO<sub>2</sub>

- $n_{\text{HCl}} = 1,55 \text{ mol}$  khi cho vào dung dịch Y :

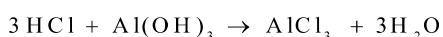


$$0,2 \quad \quad 0,2 \quad \quad \quad (\text{mol})$$



$$0,6 \quad \quad 0,6 \quad \quad \quad 0,6$$

- HCl vẫn còn dư 0,75 mol sau phản ứng trên nên kết tủa bị hòa tan 1 phần :



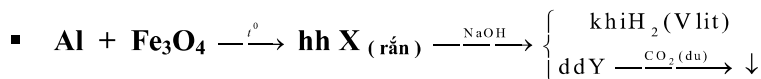
$$0,75 \rightarrow 0,25$$

$$\Rightarrow n_{\text{Al(OH)}_3} \text{ còn lại} = 0,6 - 0,25 = 0,35 \text{ mol}$$

$$\text{Vậy } m_{\text{kết tủa}} = m_{\text{Al(OH)}_3} = 0,35 \times 78 = 27,3 \text{ g}$$

⇒ **Đáp án C.**

### Dạng 4: Bài toán phản ứng nhiệt nhôm



▪ **Yêu cầu tính hiệu suất ....**

☞ PP Giải : Suy luận và kết hợp với phương pháp bảo toàn mol nguyên tố

- Từ khí => trong hh X có Al dư => mol Al (dư)

- Từ mol ↓ => mol Al<sup>3+</sup> trong dd Y => mol Al trong rắn X => mol Al đã phản ứng

- Tính hiệu suất ....

**Câu 1:** (A. 2014) Thực hiện phản ứng nhiệt nhôm hỗn hợp gồm Al và m gam hai oxit sắt trong khí trơ, thu được hỗn hợp rắn X. Cho X vào dung dịch NaOH dư, thu được dung dịch Y, chất không tan Z và 0,672 lít khí H<sub>2</sub> (đktc). Sục khí CO<sub>2</sub> dư vào Y, thu được 7,8 gam kết tủa. Cho Z tan hết vào dung dịch H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, thu được dung dịch chứa 15,6 gam muối sunfat và 2,464 lít khí SO<sub>2</sub> (ở đktc, là sản phẩm khử duy nhất của H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Biết các phản ứng xảy ra hoàn toàn. Giá trị của m là

A. 5,04

B. 6,29

C. 6,48

D. 6,96

☞ **Bài giải**

▪ n<sub>Al</sub> dư = 0,02 (mol); n<sub>Al</sub> ban đầu = n kết tủa = 0,1 mol => n<sub>Al</sub> phản ứng = 0,08 (Mol)

$$\Rightarrow n_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 0,04 \text{ (mol)} \Rightarrow n_{\text{O}} \text{ trong oxit sắt} = 0,04 \cdot 3 = 0,12 \text{ (mol)}$$

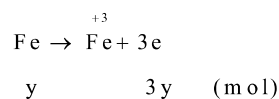
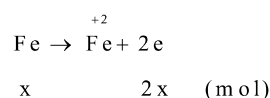
▪ Z chỉ chứa Fe.

$$n_{\text{SO}_2} = 0,11 \text{ (mol)} \Rightarrow n_e \text{ nhận} = 0,22 \text{ (mol)}$$

$$\text{-Nếu chỉ tạo muối sắt (III) thì } n_{\text{Fe}^{3+}} = \frac{0,22}{3} \Rightarrow m_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} = 400 \cdot \frac{0,22}{6} = 14,67 \text{ (g)} < 15,6 \text{ (loại)}$$

$$\text{-Nếu chỉ tạo muối sắt (II) thì } n_{\text{Fe}^{2+}} = \frac{0,22}{2} \Rightarrow m_{\text{FeSO}_4} = 400 \cdot \frac{0,22}{2} = 16,72 \text{ (g)} > 15,6 \text{ (loại)}$$

⇒ tạo cả 2 muối sắt (II) và sắt (III):



$$n_{\text{SO}_4^{2-}} = \frac{0,22}{2} = 0,11 \text{ (mol)}$$

$$\begin{cases} m_{\text{muối}} = m_{\text{Fe}^{2+}} + m_{\text{Fe}^{3+}} + m_{\text{SO}_4^{2-}} = 15,6 \Leftrightarrow 56x + 56y + 96 \cdot 0,11 = 15,6 \\ n_e = 2x + 3y = 0,22 \end{cases}$$

$$\Rightarrow x = 0,05 \text{ (mol)}; y = 0,04 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow m = m_{\text{Fe}} + m_{\text{O}} = 56 \cdot (0,05 + 0,04) + 16 \cdot 0,12 = 6,96 \text{ (g)}$$

**Đáp án D**