

CHUYÊN ĐỀ 20. KIM LOẠI NHÓM IA, IIA

Phần I: HỆ THỐNG LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ NÂNG CAO

A. KIM LOẠI NHÓM IA (KIM LOẠI KIỀM)

I. VỊ TRÍ VÀ CẤU TẠO NGUYÊN TỬ

Kim loại kiềm là những kim loại thuộc nhóm IA, đứng đầu các chu kì (trừ chu kì I) gồm có các nguyên tố: Lithium (Li), Sodium (Na), Potassium (K), Rubidium (Rb), Caesium (Cs), Francium (Fr)

=> Đây là những **nguyên tố s**, có 1e lớp ngoài cùng (ns^1), có năng lượng ion hóa thấp nên những nguyên tử này dễ dàng **nhường** đi 1e để có được cấu hình bền vững khi tham gia phản ứng hóa học.

II. TÍNH CHẤT VẬT LÝ

- Có màu trắng bạc và có ánh kim
- Liên kết kim loại yếu
- Là những kim loại rất nhẹ và mềm, dẫn điện và dẫn nhiệt tốt.
- Nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi thấp, giảm từ Li đến Fr.
- Độ cứng nhỏ
- Cấu tạo đơn chất: các đơn chất nhóm IA đều có cấu tạo mạng lập phương tâm khối.

III. TÍNH CHẤT HÓA HỌC

- Các kim loại kiềm có tính khử rất mạnh: $M \rightarrow M^+ + 1e$.
- Trong mọi hợp chất, kim loại kiềm có số oxi hóa +1.

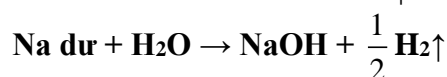
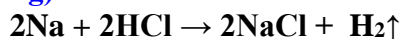
1. Tác dụng với phi kim

* Tác dụng với O_2

- Trong O_2 khô tạo thành **peroxide**: $2Na + O_2 \rightarrow Na_2O_2$
- Trong không khí khô: $4Na + O_2 \rightarrow 2Na_2O$
- Các kim loại kiềm tự do cũng như hợp chất của chúng khi bị đốt sẽ cháy cho ngọn lửa có màu đặc trưng:
 - + Li cho ngọn lửa màu **đỏ tía**.
 - + Na cho ngọn lửa màu **vàng**.
 - + K cho ngọn lửa màu **tím**.
 - + Rb cho ngọn lửa màu **tím hồng**.
 - + Cs cho ngọn lửa màu **xanh lam**.

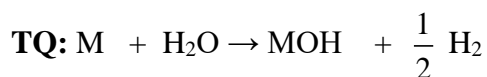
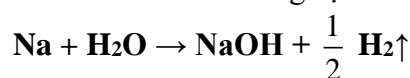
* Tác dụng với phi kim khác: $2K + Cl_2 \rightarrow 2KCl$

2. Tác dụng với axit (HCl, H_2SO_4 loãng) để sinh ra muối mới + khí H_2



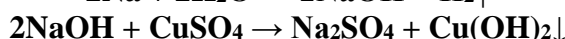
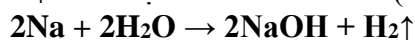
3. Tác dụng với nước

Kim loại kiềm dễ dàng tác dụng với nước để sinh ra dung dịch kiềm tương ứng + khí H_2



4. Tác dụng với dung dịch muối

- Khi cho Na tác dụng với dd muối $CuSO_4$ sẽ có bọt khí và kết tủa $Cu(OH)_2$ màu xanh.



Chú ý: Khi cho kim loại kiềm vào dung dịch muối, đầu tiên kim loại kiềm sẽ tác dụng với nước sau đó base sinh ra có thể tác dụng với muối (của kim loại có **hydroxide** không tan).

IV. ỨNG DỤNG VÀ ĐIỀU CHẾ

1. Ứng dụng

- Chế tạo hợp kim có nhiệt độ nóng chảy thấp dùng trong thiết bị báo cháy,...
- Các kim loại K và Na dùng làm chất trao đổi nhiệt trong một vài loại lò phản ứng hạt nhân.
- Kim loại Cs dùng chế tạo tế bào quang điện.
- Kim loại kiềm được dùng để điều chế một số kim loại hiếm bằng phương pháp nhiệt luyện.
- Kim loại kiềm được dùng làm chất xúc tác trong nhiều phản ứng hữu cơ.

2. Điều chế

Điện phân nóng chảy muối của kim loại kiềm: $2NaCl \xrightarrow{dnc} 2Na + Cl_2$

B. MỘT SỐ HỢP CHẤT QUAN TRỌNG CỦA KIM LOẠI KIỀM

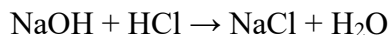
I. Sodium hydroxide (NaOH)

1. Tính chất vật lí

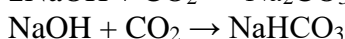
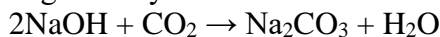
Là chất rắn, không màu dễ hút ẩm, dễ nóng chảy, tan nhiều trong nước

2. Tính chất hóa học: Là **base** mạnh (hay còn gọi là kiềm hay chất ăn da); làm quỳ tím hóa xanh, phenolphthalein hóa hồng. NaOH có đầy đủ tính chất của một **hydroxide**.

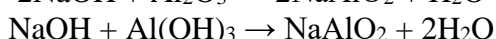
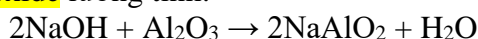
+ Tác dụng với **acid, oxide acid** tạo thành muối và nước



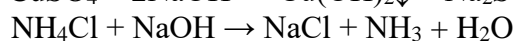
Chú ý: Khi tác dụng với **acid, oxide acid** trung bình, yếu thì tùy theo tỉ lệ mol các chất tham gia mà muối thu được có thể là muối **acid**, muối trung hòa hay cả hai.



+ Tác dụng với **oxide** và **hydroxide** lưỡng tính:



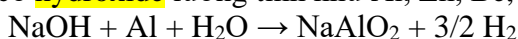
+ Tác dụng với dung dịch muối:



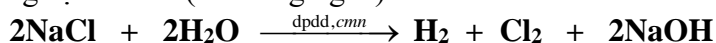
+ Tác dụng với một số phi kim, như halogen ...



+ Tác dụng với các kim loại có **hydroxide** lưỡng tính như Al, Zn, Be, Cr, Sn, Pb, ...



3. Điều chế: Điện phân dung dịch NaCl (có màng ngăn)



II. SODIUM BICARBONATE (NaHCO₃)

NaHCO₃ còn gọi là **Sodium bicarbonate hay baking soda**

1. Tính chất vật lí: Là chất rắn, ít tan trong nước

2. Tính chất hóa học

- Bị phân hủy bởi nhiệt: $2NaHCO_3 \xrightarrow{t^o} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$

- NaHCO₃ tác dụng với cả dung dịch axit và dung dịch base:



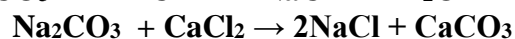
=> NaHCO₃ có tính lưỡng tính.

3. Ứng dụng: **Sodium bicarbonate** được dùng trong y học (làm thuốc chữa đau dạ dày), công nghệ thực phẩm, sản xuất nước giải khát, ...

III. SODIUM CARBONATE (Na₂CO₃)

1. Tính chất vật lí: Dễ tan trong nước, nóng chảy ở 850°C.

2. Tính chất hóa học: Là muối có khả năng tác dụng với dung dịch axit, một số dung dịch muối:



3. Ứng dụng

- Là nguyên liệu trong công nghiệp sản xuất thủy tinh, xà phòng, giấy, ...

- Dùng trong công nghiệp sản xuất chất tẩy rửa, ...

IV. SODIUM CHLORIDE (NaCl)

1. Trạng thái tự nhiên: NaCl là hợp chất rất phổ biến trong tự nhiên (có trong nước biển, nước của hồ nước mặn, khoáng vật **halite** (thạch diêm, đá muối) gọi là muối mỏ).

2. Tính chất vật lí:

+ Tinh thể NaCl không có màu và hoàn toàn trong suốt.

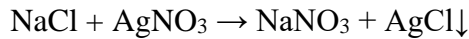
+ Nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi cao, $t_{nc}^o = 800^oC$, $t_s^o = 1454^oC$.

+ Dễ tan trong nước và độ tan không biến đổi nhiều theo nhiệt độ nên không dễ tinh chế bằng cách kết tinh lại.

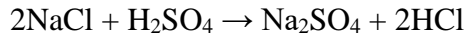
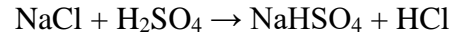
+ Độ tan của NaCl ở trong nước giảm xuống khi có NaOH, HCl, MgCl₂, CaCl₂, ... do đó người ta thường sục khí HCl vào dung dịch muối ăn bão hòa để điều chế NaCl tinh khiết.

3. Tính chất hóa học: Khác với các muối khác, NaCl không phản ứng với kim loại, axit, bazơ ở điều kiện thường.

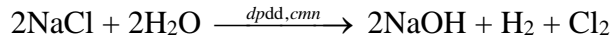
+ NaCl phản ứng với một muối:



+ Ở trạng thái rắn, NaCl phản ứng với H₂SO₄ 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:



- Ứng dụng

+ Là nguyên liệu để điều chế Na, Cl₂, HCl, NaOH và hầu hết các hợp chất quan trọng khác của Sodium.

+ Ngoài ra, NaCl còn được dùng nhiều trong các ngành công nghiệp như thực phẩm (muối ăn...), nhuộm, thuộc da và luyện kim.

- Điều chế

+ 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.

C. KIM LOẠI KIỀM THỔ

I. VỊ TRÍ VÀ CẤU TẠO

1. Vị trí

- Kim loại kiềm thổ là những nguyên tố s (ns²) thuộc nhóm IIA, gồm các kim loại: Beryllium (Be), Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Strontium (Sr), Barium (Ba)

=> Trong mỗi chu kì, các kim loại kiềm thổ đứng sau kim loại kiềm.

2. Cấu tạo.

Nguyên tố	Be	Mg	Ca	Sr	Ba
Cấu hình electron	[He]2s ²	[Ne]3s ²	[Ar]4s ²	[Kr]5s ²	[Xe]6s ²
Bán kính nguyên tử (mm)	0,089	0,136	0,174	0,191	0,220
Năng lượng ion hóa I ₂ (kJ/mol)	1800	1450	1150	1030	970
Độ âm điện	1,57	1,31	1,00	0,95	0,89
Thế điện cực chuẩn E ⁰ _{M²⁺/M} (V)	-1,85	-2,37	-2,87	-2,89	-2,90
Mạng tinh thể	Lục phương		Lập phương tâm diện		Lập phương tâm khối

II. TÍNH CHẤT VẬT LÝ

- Nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi tương đối thấp

- Do cấu tạo mạng tinh thể của các nguyên tố khác nhau nên nhiệt độ nóng chảy, nhiệt độ sôi không thay đổi dựa theo điện tích hạt nhân

- Là những chất rắn màu trắng bạc hoặc xám nhạt, có ánh kim, dẫn điện, dẫn nhiệt tốt.

- 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, độ cứng tuy cao hơn kim loại kiềm nhưng vẫn nhỏ hơn nhôm.

III. TÍNH CHẤT HÓA HỌC

- Nguyên tử kim loại kiềm thổ có 2e lớp ngoài cùng, năng lượng ion thấp

=> có xu hướng nhường 2e khi tham gia phản ứng hóa học: $M \rightarrow M^{2+} + 2e$

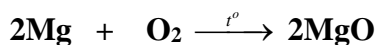
=> Kim loại kiềm thổ có tính khử mạnh.

1. Tác dụng với phi kim

* Với O₂

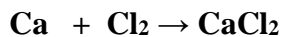
- Ở t^o thường, Be và Mg bị oxi hóa chậm tạo thành lớp màng **oxide** bảo vệ, các kim loại còn lại tác dụng với O₂ mạnh hơn.

- Khi đốt nóng tất cả các kim loại nhóm IIA đều cháy thành oxide.

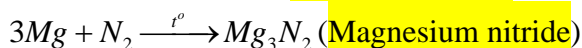
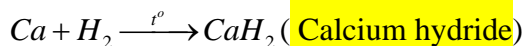
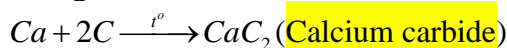


- Với halogen: phản ứng dễ dàng ở nhiệt độ thường: $M + X_2 \rightarrow MX_2$

Ví dụ:



- Với phi kim kém hoạt động phải đun nóng:

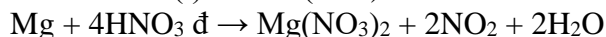
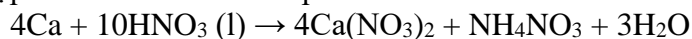


2. Tác dụng với axit

a) Tác dụng với HCl, H₂SO₄ loãng: $Ca + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2$

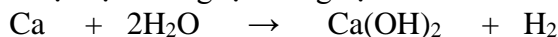
b) Tác dụng với HNO₃, H₂SO₄ đặc

- Khử N⁺⁵, S⁺⁶ thành các hợp chất mức oxi hoá thấp hơn.

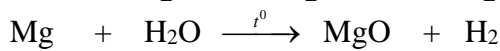


3. Tác dụng với nước

- 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 tác dụng với nước.

IV. ỨNG DỤNG

- Kim loại Be được dùng làm chất phụ gia để chế tạo những hợp kim có tính đàn hồi cao, bền chắc, không bị ăn mòn.

- Kim loại Mg dùng để chế tạo những hợp kim có đặc tính cứng, nhẹ, bền. Những hợp kim này được dùng để chế tạo máy bay, tên lửa, ô tô,... Kim loại Mg còn được dùng để tổng hợp nhiều hợp chất hữu cơ. Bột Mg trộn với chất oxi hoá dùng để chế tạo chất chiếu sáng ban đêm.

- Kim loại Ca dùng làm chất khử để tách **oxygen**, **sulfur** ra khỏi thép. Ca còn được dùng để làm khô một số hợp chất hữu cơ.

V. ĐIỀU CHẾ

Điện phân nóng chảy muối kim loại kiềm thổ: $CaCl_2 \xrightarrow{đpnc} Ca + Cl_2$

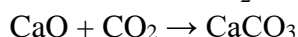
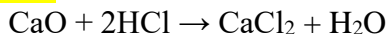
D. MỘT SỐ HỢP CHẤT CỦA CALCIUM

I. CALCIUM OXIDE-VÔI SỐNG (CaO)

- CaO là chất rắn màu trắng.

- Là **basic oxide**, tác dụng mãnh liệt với nước tạo thành **base** mạnh.

- Tác dụng với nhiều **acid** và **acid oxide**:

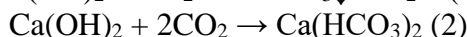
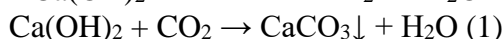
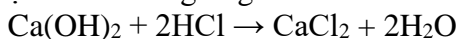


II. CALCIUM HYDROXIDE- VÔI TÔI: Ca(OH)₂

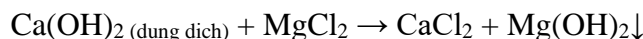
1. **Tính chất vật lý**: là chất rắn màu trắng, ít tan trong nước. Dung dịch của nó gọi là nước vôi trong.

2. **Tính chất hóa học**: Mang đầy đủ tính chất của một dung dịch kiềm (tác dụng với axit, oxide axit, muối)

- Tác dụng với axit và oxide axit tạo muối tương ứng.



- Tác dụng với muối:



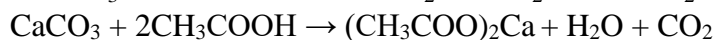
3. Ứng dụng: Hợp chất hydroxide kim loại kiềm thổ Ca(OH)_2 ứng dụng rộng rãi hơn cả: trộn vữa xây nhà, khử chua đất trồng, sản xuất clorua vôi dùng để tẩy trắng và khử trùng.

III. **CALCIUM CARBONATE** CaCO_3

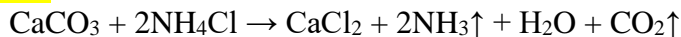
- **Tính chất vật lý:** chất rắn màu trắng, không tan trong nước

- **Tính chất hóa học :**

+ Là muối của axit yếu, không bền nên tác dụng được với nhiều axit vô cơ, giải phóng khí cacbonic :



+ Tan trong **amonium chloride:**



+ **Calcium carbonate** tan dần trong nước có chứa khí **carbon dioxide**, tạo ra muối tan là **calcium hydrogencarbonate** ($\text{Ca(HCO}_3)_2$):



=> Phản ứng thuận: Giải thích sự xâm thực của nước mưa đối với núi đá vôi

Phản ứng nghịch: Giải thích sự hình thành thạch nhũ có trong hang động.

III. **CALCIUM SULFATE:** CaSO_4

Tính chất:

- **Calcium sulfate** là chất rắn, màu trắng, tan ít trong nước (độ tan ở 25°C là 0,15 g/100 gam H_2O).

- Tùy theo lượng nước kết tinh trong muối **calcium sulfate**, 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**

+ CaSO_4 có tên là **thạch cao khan**: không tan và không tác dụng với nước.

IV. NƯỚC CỨNG

- **Định nghĩa:** 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.

- **Phân loại:**

+ **Nước cứng tạm thời:** là nước có chứa các ion: Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^-

+ **Nước cứng vĩnh cửu:** là nước có chứa các ion: Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^-

+ **Nước cứng toàn phần:** là nước có cả tính cứng tạm thời và tính cứng vĩnh cửu

=> Nước tự nhiên thường là nước cứng toàn phần.

- **Tác hại của nước cứng:**

+ Làm giảm bọt, giảm khả năng tẩy rửa của xà phòng, khiến thức ăn lâu chín và giảm mùi vị.

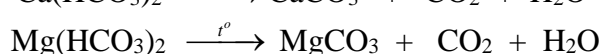
+ Nước cứng cũng gây tác hại cho các ngành sản xuất, làm hỏng nhiều dụng cụ cần pha chế.

- **Biện pháp làm mềm nước cứng**

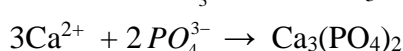
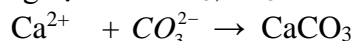
Nguyên tắc : Làm giảm nồng độ các cation Ca^{2+} , Mg^{2+} trong nước cứng.

Phương pháp kết tủa:

+ **Nước cứng tạm thời :** Đun sôi hoặc dùng dung dịch Na_2CO_3 , Na_3PO_4 .



+ **Nước cứng vĩnh cửu :** Dùng dung dịch Na_2CO_3 , Na_3PO_4 .



Phương pháp trao đổi ion: cho nước cứng qua chất trao đổi ion là các hạt zeolit thì số mol 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.

V. NHẬN BIẾT ION Ca^{2+} , Mg^{2+} TRONG DUNG DỊCH

Để chứng minh sự có mặt của ion Ca^{2+} , Mg^{2+} ta dùng dung dịch chứa muối **carbonate** để tạo ra kết tủa CaCO_3 hoặc MgCO_3 . Sau đó sục khí CO_2 dư vào dung dịch, nếu kết tủa tan chứng tỏ có mặt của Ca^{2+} hoặc Mg^{2+} trong dung dịch ban đầu.

Phần II: HỆ THỐNG BÀI TẬP THEO KIẾN THỨC LÝ THUYẾT CÓ PHÂN DẠNG

DẠNG 1: LÝ THUYẾT

Câu 1: Câu nào sau đây mô tả đúng sự biến đổi tính chất của các kim loại kiềm theo chiều điện tích hạt nhân tăng dần ?

A. Bán kính nguyên tử giảm dần.