

Bài
12

AXIT NITRIC VÀ MUỐI NITRAT

- Biết cấu tạo phân tử, tính chất vật lí và hiểu tính chất hoá học của axit nitric và muối nitrat.
- Biết phương pháp điều chế axit nitric trong phòng thí nghiệm và sản xuất axit nitric trong công nghiệp.
- Rèn luyện kỹ năng viết phương trình hoá học của phản ứng oxi hoá - khử.

A. AXIT NITRIC

I - CẤU TẠO PHÂN TỬ

Axit nitric (HNO_3) có công thức cấu tạo : $\text{H} - \text{O} - \text{N} = \text{O}$

Trong hợp chất HNO_3 , nguyên tố nitơ có **số oxi hoá cao nhất là +5**.

II - TÍNH CHẤT VẬT LÍ

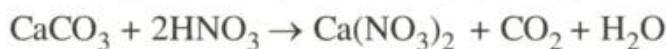
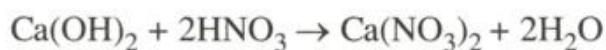
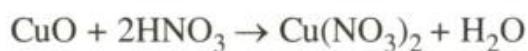
- Axit nitric tinh khiết là chất lỏng không màu, bốc khói mạnh trong không khí ẩm, $D = 1,53 \text{ g/cm}^3$, sôi ở 86°C . Axit nitric tinh khiết kém bền, ngay ở điều kiện thường khi có ánh sáng bị phân huỷ một phần giải phóng khí nitơ dioxit (NO_2). Khí này tan trong dung dịch axit, làm cho dung dịch có màu vàng.
- Axit nitric tan trong nước theo bất kì tỉ lệ nào. Trong phòng thí nghiệm thường có loại axit đặc nồng độ 68%, $D = 1,40 \text{ g/cm}^3$.

III - TÍNH CHẤT HÓA HỌC

1. Tính axit

Axit nitric là một trong số các axit mạnh, trong dung dịch loãng nó phân li hoàn toàn thành H^+ và NO_3^- .

Dung dịch HNO_3 làm đỏ quỳ tím, tác dụng với oxit bazơ, bazơ và muối của axit yếu hơn tạo ra muối nitrat. *Thí dụ :*



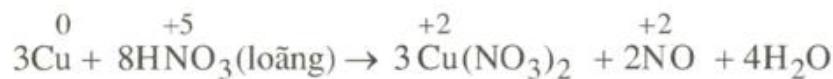
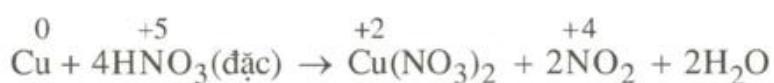
2. Tính oxi hoá

Axit nitric là một trong những axit có **tính oxi hoá mạnh**. Tuỳ thuộc vào nồng độ của axit và bản chất của chất khử mà HNO_3 có thể bị khử đến *một số* sản phẩm khác nhau của nitơ.

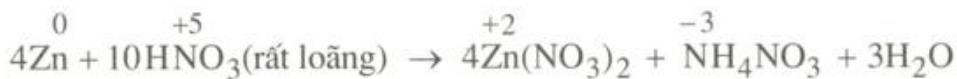
a) Vói kim loại

Trong dung dịch HNO_3 , ion NO_3^- có khả năng oxi hoá mạnh hơn ion H^+ , nên **HNO_3 oxi hoá được hầu hết các kim loại**, kể cả các kim loại có tính khử yếu như Cu, Ag,..., trừ Au và Pt. Khi đó, kim loại bị oxi hoá đến mức oxi hoá cao và tạo ra muối nitrat.

Khi tác dụng với kim loại có tính khử yếu như Cu, Pb, Ag,... HNO_3 đặc bị khử đến NO_2 (hình 2.8), còn HNO_3 loãng bị khử đến NO. *Thí dụ :*



Khi tác dụng với những kim loại có tính khử mạnh như Mg, Zn, Al,... HNO_3 loãng có thể bị khử đến N_2O , N_2 , hoặc NH_4NO_3 . *Thí dụ :*



Fe, Al bị thụ động hoá trong dung dịch HNO_3 đặc, ngoại vì tạo nên một màng oxit bền trên bề mặt các kim loại này, bảo vệ cho kim loại không tác dụng với axit nitric và những axit khác mà trước đó chúng tác dụng dễ dàng.



Hình 2.8. Phản ứng của Cu với HNO_3 đặc tạo ra khí NO_2 màu nâu đỏ

b) VỚI PHI KIM

Khi đun nóng, axit nitric đặc có thể oxi hoá được nhiều phi kim như C, S, P,... Khi đó, các phi kim bị oxi hoá đến mức oxi hoá cao nhất, còn HNO_3 bị khử đến NO_2 hoặc NO tuỳ theo nồng độ của axit.

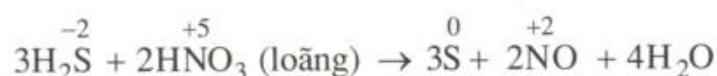
Thí dụ :



c) VỚI HỢP CHẤT

Khi đun nóng, axit nitric có thể oxi hoá được nhiều hợp chất như H_2S , HI , SO_2 , FeO , muối sắt(II),...

Thí dụ :



Nhiều chất hữu cơ bị phá huỷ hoặc bốc cháy khi tiếp xúc với axit HNO_3 đặc.

IV - ỨNG DỤNG

Axit HNO_3 là một trong những hoá chất cơ bản quan trọng. Phần lớn axit HNO_3 sản xuất trong công nghiệp được dùng để điều chế phân đậm NH_4NO_3 Axit HNO_3 còn được dùng để sản xuất thuốc nổ (thí dụ trinitrotoluene (TNT),...), thuốc nhuộm, dược phẩm,...

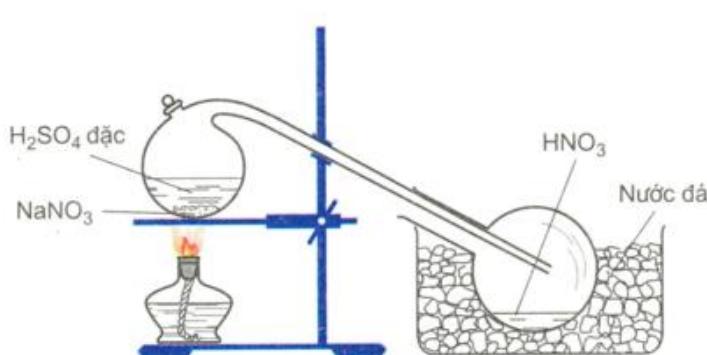
V - ĐIỀU CHẾ

1. Trong phòng thí nghiệm

Axit HNO_3 được điều chế bằng cách cho natri nitrat hoặc kali nitrat rắn tác dụng với axit H_2SO_4 đặc, nóng :



Hơi axit HNO_3 thoát ra
được dẫn vào bình,
được làm lạnh và ngưng tụ ở đó (hình 2.9).
Phương pháp này chỉ
được dùng để điều chế
một lượng nhỏ axit
 HNO_3 bốc khói.



Hình 2.9. Điều chế HNO_3 trong phòng thí nghiệm

2. Trong công nghiệp

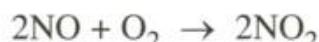
Axit HNO₃ được sản xuất từ amoniac. Quá trình sản xuất gồm ba giai đoạn :

- **Oxi hoá khí amoniac bằng oxi không khí** ở nhiệt độ 850 – 900° C, có mặt chất xúc tác là platin :

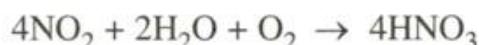


Phản ứng này tỏa nhiệt và xảy ra gần như hoàn toàn.

- **Oxi hoá NO thành NO₂**. Hỗn hợp chứa NO được làm nguội và cho hoá hợp với oxi không khí tạo thành khí nitơ đioxit :



- **Chuyển hoá NO₂ thành HNO₃**. Cho hỗn hợp nitơ đioxit vừa tạo thành và oxi tác dụng với nước, sẽ thu được dung dịch axit nitric :



Dung dịch HNO₃ thu được thường có nồng độ từ 52% đến 68%. Để có axit nitric với nồng độ cao hơn 68%, người ta chưng cất dung dịch HNO₃ này với H₂SO₄ đậm đặc trong các thiết bị đặc biệt.

B. MUỐI NITRAT

Muối nitrat là muối của axit nitric, *thí dụ* : natri nitrat (NaNO₃), đồng(II) nitrat (Cu(NO₃)₂),...

I - TÍNH CHẤT CỦA MUỐI NITRAT

1. Tính chất vật lí

Tất cả các muối nitrat đều tan nhiều trong nước và là chất điện li mạnh. Trong dung dịch, chúng phân li hoàn toàn thành các ion. Ion NO₃⁻ không có màu, nên màu của một số muối nitrat là do màu của cation kim loại trong muối tạo nên.

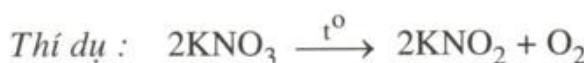
Thí dụ : dung dịch Cu(NO₃)₂ có màu xanh.

Một số muối nitrat như NaNO₃, NH₄NO₃,... hấp thụ hơi nước trong không khí nên dễ bị chảy rữa.

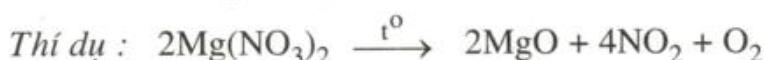
2. Tính chất hóa học

Các muối nitrat dễ bị nhiệt phân huỷ. Độ bền nhiệt của muối nitrat phụ thuộc vào bản chất của cation tạo muối.

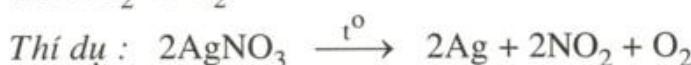
- Muối nitrat của các kim loại hoạt động mạnh (kali, natri,...) bị phân huỷ thành muối nitrit và oxi :



- Muối nitrat của magie, kẽm, sắt, chì, đồng,... bị phân huỷ thành oxit kim loại tương ứng, NO_2 và O_2 :



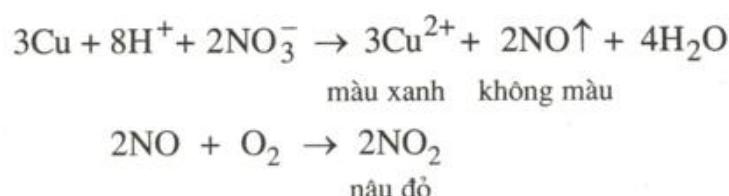
- Muối nitrat của bạc, vàng, thuỷ ngân,... bị phân huỷ thành kim loại tương ứng, khí NO_2 và O_2 .



Ở nhiệt độ cao, muối nitrat phân huỷ ra oxi nên chúng là các chất oxi hoá mạnh. Khi cho than nóng đỏ vào muối kali nitrat nóng chảy, than bùng cháy. Hỗn hợp muối nitrat nóng chảy với chất hữu cơ dễ bắt cháy và cháy mạnh.

3. Nhận biết ion nitrat

Trong môi trường trung tính, ion NO_3^- không có tính oxi hoá. Khi có mặt ion H^+ , ion NO_3^- thể hiện tính oxi hoá giống như HNO_3 . Vì vậy để nhận ra ion NO_3^- người ta đun nóng nhẹ dung dịch chứa NO_3^- với đồng kim loại và H_2SO_4 loãng :



Phản ứng tạo dung dịch màu xanh và khí màu nâu đỏ thoát ra.

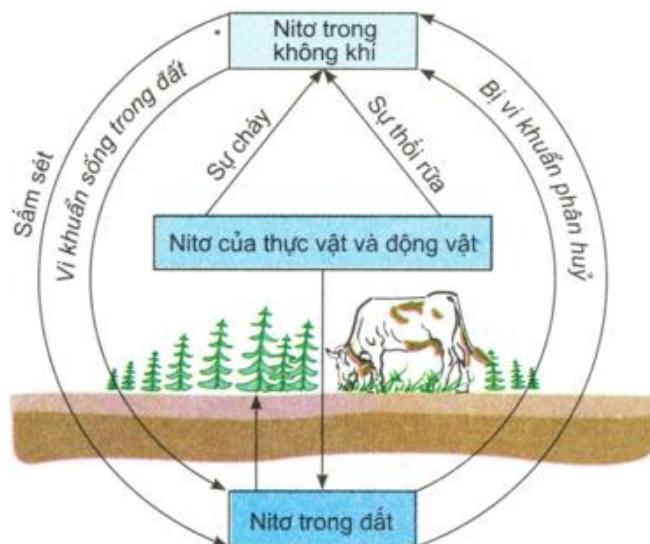
II - ÚNG DỤNG CỦA MUỐI NITRAT

Các muối nitrat được sử dụng chủ yếu để làm phân bón hoá học (phân đậm) trong nông nghiệp, thí dụ : NH_4NO_3 , NaNO_3 , KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

Kali nitrat còn được sử dụng để chế thuốc nổ đen (thuốc nổ có khói). Thuốc nổ đen chứa 75% KNO_3 , 10% S và 15% C.

C. CHU TRÌNH CỦA NITO TRONG TỰ NHIÊN

Nguyên tố nitơ rất cần cho sự sống trên Trái Đất. Trong tự nhiên luôn luôn diễn ra các quá trình chuyển hoá nitơ từ dạng này sang dạng khác theo một **chu trình tuần hoàn khép kín** (hình 2.10).



Hình 2.10. Chu trình của nitơ trong tự nhiên

1. Cây xanh đồng hoá nitơ chủ yếu ở dạng muối nitrat và muối amoni, chuyển hoá thành protein thực vật. Động vật đồng hoá protein thực vật, tạo ra protein động vật. Các chất hữu cơ do động vật bài tiết ra (phân, nước tiểu,...) cũng như xác động vật lại chuyển thành hợp chất hữu cơ chứa nito. Nhờ những loại vi khuẩn khác nhau có trong đất, một phần các hợp chất này chuyển hoá thành amoniac, rồi thành muối nitrat, phần còn lại thoát ra ở dạng nitơ tự do bay vào khí quyển. Khi các chất hữu cơ (than gỗ, than đá, than bùn,...) bị đốt cháy, nitơ tự do cũng được thoát ra.

2. Trên thực tế, có một số quá trình tự nhiên cho phép chuyển hoá một phần nitơ ở dạng tự do thành dạng hợp chất.

- Trong mưa giông, khi có sự phóng điện do sấm sét một phần nitơ tự do trong khí quyển kết hợp với oxi tạo thành khí NO, rồi chuyển hoá thành HNO_3 và theo nước mưa thẩm vào đất. HNO_3 chuyển thành muối nitrat khi kết hợp với muối cacbonat, *thí dụ* canxi cacbonat có trong đất.
- Một số loại vi khuẩn, đặc biệt là các vi khuẩn cố định đạm sống ở rễ cây họ đậu có khả năng hấp thụ nitơ từ khí quyển và chuyển hoá thành các hợp chất chứa nitơ.

3. Để tăng năng suất mùa màng, lượng nitơ chuyển từ khí quyển vào đất vẫn không thể đủ. Người ta ước tính lượng nitrat tái sinh tự nhiên chỉ bằng một nửa lượng nitrat bị hấp thụ. Do đó, cần phải bón vào đất những hợp chất chứa nitơ dưới dạng các loại phân bón hữu cơ và vô cơ.

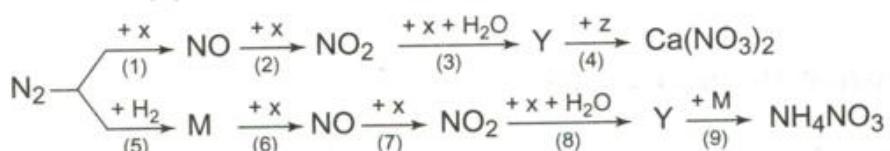
BÀI TẬP

1. Viết công thức electron và công thức cấu tạo của axit nitric và cho biết nguyên tố nitơ có số oxi hoá là bao nhiêu.

2. Lập phương trình hoá học của các phản ứng sau đây :

- a) $\text{Fe} + \text{HNO}_3$ (đặc,nóng) $\rightarrow \text{NO}_2 \uparrow + \dots$ c) $\text{Ag} + \text{HNO}_3$ (đặc) $\rightarrow \text{NO}_2 \uparrow + \dots$
 b) $\text{Fe} + \text{HNO}_3$ (loãng) $\rightarrow \text{NO} \uparrow + \dots$ d) $\text{P} + \text{HNO}_3$ (đặc) $\rightarrow \text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_3\text{PO}_4 + \dots$

3. Sơ đồ phản ứng sau đây cho thấy rõ vai trò của thiên nhiên và con người trong việc chuyển nitơ từ khí quyển vào trong đất, cung cấp nguồn phân đạm cho cây cối :



Hãy viết phương trình hoá học của các phản ứng trong sơ đồ chuyển hoá trên.

- 4.** Hợp chất nào sau đây của nitơ không được tạo ra khi cho HNO_3 tác dụng với kim loại ?
 A. NO ; B. NH_4NO_3 ; C. NO_2 ; D. N_2O_5 .
- 5.** Tại sao khi điều chế axit nitric bốc khói phải sử dụng H_2SO_4 đặc và NaNO_3 ở dạng rắn ?
- 6.** Phản ứng giữa HNO_3 với FeO tạo ra khí NO . Tổng các hệ số trong phương trình của phản ứng oxi - hoá khử này bằng :
 A. 22. B. 20. C. 16. D. 12.
- 7.** Cho 13,5 g nhôm tác dụng vừa đủ với 2,2 lít dung dịch HNO_3 , phản ứng tạo ra muối nhôm và một hỗn hợp khí gồm NO và N_2O . Tính nồng độ mol của dung dịch HNO_3 . Biết rằng tỉ khối của hỗn hợp khí đối với hiđro bằng 19,2.
- 8.*** Đốt cháy hoàn toàn 4,4 g một sunfua kim loại có công thức MS (kim loại M có các số oxi hoá +2 và +3 trong các hợp chất) trong lượng dư oxi. Chất rắn thu được sau phản ứng được hòa tan trong một lượng vừa đủ dung dịch HNO_3 37,8%. Nồng độ phần trăm của muối trong dung dịch thu được là 41,7%.
 a) Xác định công thức của sunfua kim loại.
 b) Tính khối lượng dung dịch HNO_3 đã dùng.