

AXIT NITRIC VÀ MUỐI NITRAT

📁 Biết cấu tạo phân tử, tính chất vật lí và hiểu tính chất hoá học của axit nitric, tính chất của các muối nitrat.

📁 Biết phương pháp điều chế axit nitric trong phòng thí nghiệm và trong công nghiệp.

A - AXIT NITRIC

I - CẤU TẠO PHÂN TỬ

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

(Mũi tên trong công thức cấu tạo trên cho biết cặp electron liên kết chỉ do nguyên tử nitơ cung cấp).

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

II - TÍNH CHẤT VẬT LÝ

Axit nitric tinh khiết là chất lỏng, không màu, bốc khói mạnh trong không khí ẩm, $D = 1,53 \text{ g/cm}^3$.

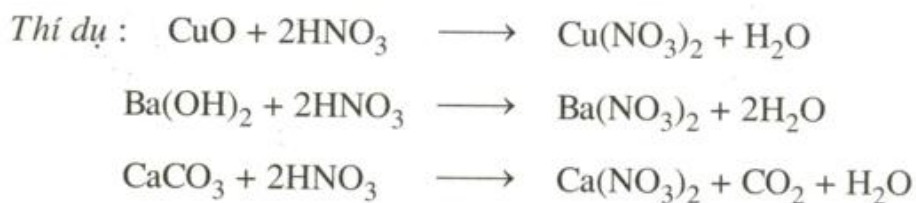
Axit nitric kém bền. Ngay ở điều kiện thường, khi có ánh sáng, dung dịch axit nitric đặc đã bị phân huỷ một phần giải phóng khí nitơ đioxit. Khí này tan trong dung dịch axit, làm cho dung dịch có màu vàng.

Axit nitric tan trong nước theo bất kì tỉ lệ nào. Trong phòng thí nghiệm thường có loại HNO_3 đặc nồng độ 68%, $D = 1,40 \text{ g/cm}^3$.

III - TÍNH CHẤT HOÁ HỌC

1. Tính axit

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



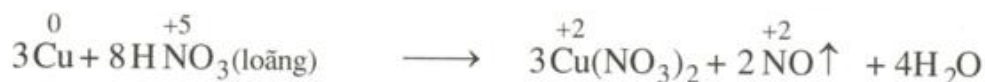
2. Tính oxi hoá

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

a) Tác dụng với kim loại

Axit nitric oxi hoá được hầu hết các kim loại, kể cả kim loại có tính khử yếu như Cu, Ag, ..., trừ Pt và Au. Khi đó, kim loại bị oxi hoá đến mức oxi hoá cao và tạo ra muối nitrat. Thông thường, nếu dùng dung dịch HNO_3 đặc

thì sản phẩm là $\overset{+4}{\text{NO}}_2$, còn dung dịch loãng thì tạo thành $\overset{+2}{\text{NO}}$.

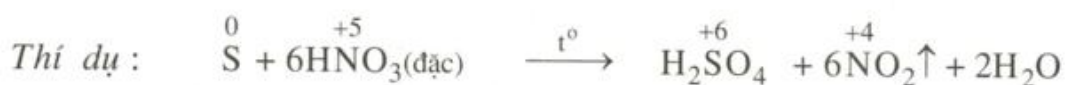


Với các kim loại có tính khử mạnh như Mg, Al, Zn, ..., $\overset{+5}{\text{HNO}_3}$ loãng có thể bị khử đến $\overset{+1}{\text{N}_2\text{O}}$, $\overset{0}{\text{N}_2}$ hoặc $\overset{-3}{\text{NH}_4\text{NO}_3}$.

Trong dung dịch HNO_3 đặc, nguội, Al và Fe bị thụ động hoá do tạo ra một lớp màng oxit bền, bảo vệ cho kim loại khỏi tác dụng của các axit. Vì vậy, có thể dùng bình làm bằng nhôm hoặc sắt để đựng HNO_3 đặc.

b) Tác dụng với phi kim

Khi đun nóng, HNO_3 đặc có thể oxi hoá được các phi kim như C, S, P, ...



c) **Tác dụng với hợp chất**

HNO₃ đặc còn oxi hoá được nhiều hợp chất vô cơ và hữu cơ. Vải, giấy, mùn cưa, dầu thông, ... bị phá huỷ hoặc bốc cháy khi tiếp xúc với HNO₃ đặc.

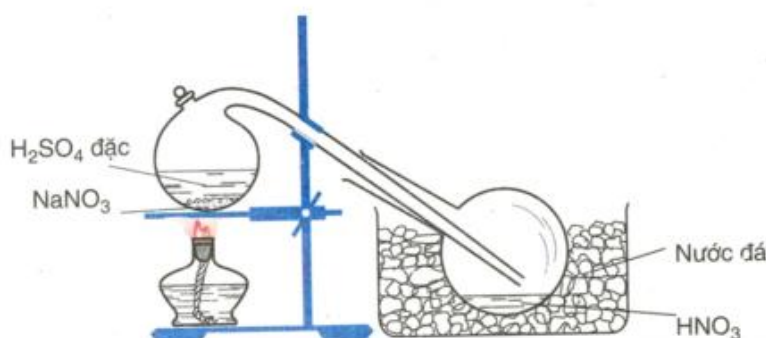
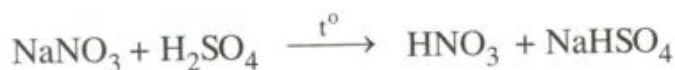
IV - ỨNG DỤNG

Axit nitric có rất nhiều ứng dụng quan trọng. Phần lớn axit nitric sản xuất ra được dùng để điều chế phân đạm NH₄NO₃, Ca(NO₃)₂, ... Ngoài ra, axit nitric còn được dùng để sản xuất thuốc nổ, thí dụ : trinitrotoluen (TNT) ; thuốc nhuộm ; dược phẩm ; ...

V - ĐIỀU CHẾ

1. Trong phòng thí nghiệm

Để điều chế một lượng nhỏ axit nitric trong phòng thí nghiệm, người ta đun hỗn hợp natri nitrat hoặc kali nitrat rắn với axit sunfuric đặc (hình 2.7) :



Hình 2.7

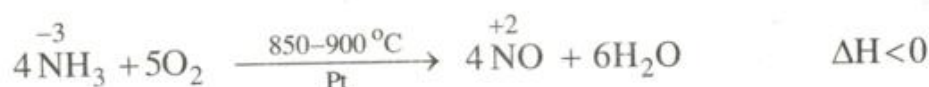
Điều chế axit nitric trong phòng thí nghiệm

Hơi HNO₃ thoát ra được dẫn vào bình làm lạnh và ngưng tụ ở đó.

2. Trong công nghiệp

Phương pháp hiện đại sản xuất axit nitric từ amoniac gồm ba giai đoạn :

a) Oxi hoá khí amoniac bằng oxi không khí thành nitơ monooxit (NO) :

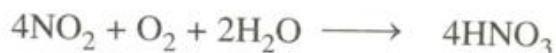


Phản ứng này được thực hiện ở 850 – 900 °C, có mặt chất xúc tác platin.

- b) Oxi hoá nitơ monooxit thành nitơ dioxit bằng oxi không khí ở điều kiện thường :



- c) Nitơ dioxit tác dụng với nước và oxi thành axit nitric :



Dung dịch HNO_3 thu được thường có nồng độ 52 – 68%. Để có axit nitric với nồng độ cao hơn 68%, người ta chưng cất axit này với H_2SO_4 đậm đặc.

B - MUỐI NITRAT

Muối của axit nitric được gọi là nitrat, thí dụ : natri nitrat NaNO_3 , bạc nitrat AgNO_3 , đồng(II) nitrat $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, ...

I - TÍNH CHẤT CỦA MUỐI NITRAT

1. Tất cả các muối nitrat đều dễ tan trong nước và là chất điện li mạnh. Trong dung dịch loãng, chúng phân li hoàn toàn thành các ion.



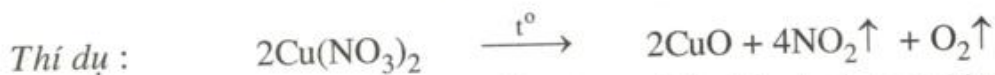
2. Phản ứng nhiệt phân

Các muối nitrat dễ bị nhiệt phân huỷ, giải phóng oxi. Vì vậy, ở nhiệt độ cao các muối nitrat có tính oxi hoá mạnh.

Các muối nitrat của kim loại hoạt động mạnh (kali, natri,...) bị phân huỷ tạo ra muối nitrit và O_2 .



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



Muối nitrat của bạc, vàng, thủy ngân,... bị phân huỷ tạo thành kim loại tương ứng, NO_2 và O_2 :

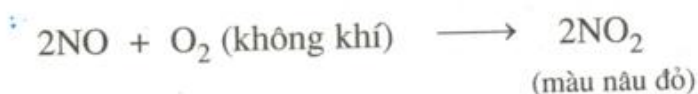
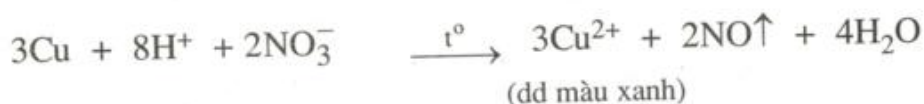


3. Nhận biết ion nitrat

Trong môi trường trung tính, ion NO_3^- không có tính oxi hoá.

Trong môi trường axit, ion NO_3^- thể hiện tính oxi hoá giống như HNO_3 .

Vì vậy, để nhận biết ion NO_3^- trong dung dịch, người ta thêm một ít vụn đồng và dung dịch H_2SO_4 loãng vào rồi đun nóng nhẹ hỗn hợp. Phản ứng tạo thành dung dịch màu xanh, khí NO không màu thoát ra bị oxi của không khí oxi hoá thành khí NO_2 màu nâu đỏ.



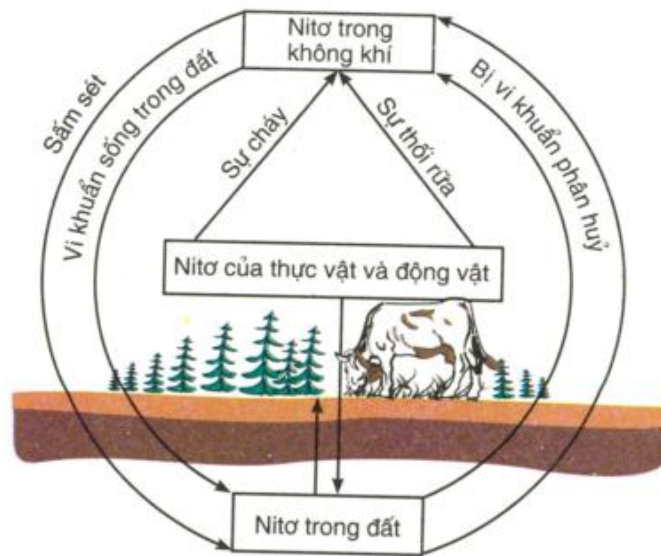
II - ỨNG DỤNG

Các muối nitrat được sử dụng chủ yếu làm phân bón hoá học (phân đạm) 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 NITƠ 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 2.8).



Hình 2.8. Chu trình của nitơ trong tự nhiên

1. Cây xanh đồng hoá nitơ chủ yếu dưới 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 chết động vật bị phân huỷ lại chuyển thành các hợp chất hữu cơ chứa nitơ. Nhờ những loại vi khuẩn khác nhau có trong đất, một phần các hợp chất này chuyển hoá thành amoniac, rồi từ amoniac chuyển hoá thành muối nitrat, phần còn lại bị 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. Trong 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 NO , rồi chuyển hoá thành HNO_3 và theo nước mưa thấm vào đất. HNO_3 chuyển thành muối nitrat khi kết hợp với các 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, rồi 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. Vì vậy người ta phải bón cho đất những hợp chất chứa nitơ dưới dạng các loại phân bón hữu cơ và vô cơ.

BÀI TẬP

1. Viết công thức electron, công thức cấu tạo của axit nitric. Cho biết nguyên tố nitơ có hoá trị và số oxi hoá bao nhiêu ?
2. Lập các phương trình hoá học :
 - a) $\text{Ag} + \text{HNO}_3 \text{ (đặc)} \longrightarrow \text{NO}_2 \uparrow + ? + ?$
 - b) $\text{Ag} + \text{HNO}_3 \text{ (loãng)} \longrightarrow \text{NO} \uparrow + ? + ?$
 - c) $\text{Al} + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{N}_2\text{O} \uparrow + ? + ?$
 - d) $\text{Zn} + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 + ? + ?$
 - e) $\text{FeO} + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{NO} \uparrow + \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + ?$
 - g) $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{NO} \uparrow + \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + ?$
3. Hãy chỉ ra những tính chất hoá học chung và khác biệt giữa axit nitric và axit sunfuric. Viết các phương trình hoá học để minh hoạ.
4. a) Trong phương trình hoá học của phản ứng nhiệt phân sắt(III) nitrat, tổng các hệ số bằng bao nhiêu ?
 A. 5 B. 7 C. 9 D. 21
 b) Trong phương trình hoá học của phản ứng nhiệt phân thuỷ ngân(II) nitrat, tổng các hệ số bằng bao nhiêu ?
 A. 5 B. 7 C. 9 D. 21
5. Viết phương trình hoá học của các phản ứng thực hiện dãy chuyển hoá sau đây :

$$\text{NO}_2 \xrightarrow{(1)} \text{HNO}_3 \xrightarrow{(2)} \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{(3)} \text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{(4)} \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$$

$$\xrightarrow{(5)} \text{CuO} \xrightarrow{(6)} \text{Cu} \xrightarrow{(7)} \text{CuCl}_2$$
6. Khi hoà tan 30,0g hỗn hợp đồng và đồng(II) oxit trong 1,50 lít dung dịch axit nitric 1,00M (loãng) thấy thoát ra 6,72 lít nitơ monooxit (đktc). Xác định hàm lượng phần trăm của đồng(II) oxit trong hỗn hợp, nồng độ mol của đồng(II) nitrat và axit nitric trong dung dịch sau phản ứng, biết rằng thể tích dung dịch không thay đổi.
7. Để điều chế 5,000 tấn axit nitric nồng độ 60,0% cần dùng bao nhiêu tấn amoniac ? Biết rằng sự hao hụt amoniac trong quá trình sản xuất là 3,8%.