

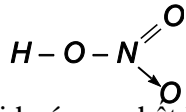
CHUYÊN ĐỀ: Nitric Acid**PHẦN A: LÝ THUYẾT**

- Phần lý thuyết được soạn chi tiết và có sự liên kết với các bài tập bên dưới.

I. Cấu tạo phân tử :

- CTPT : HNO_3

- CTCT :



- Nitrogen có số oxi hoá cao nhất là +5

II. Tính chất vật lý

- Là chất lỏng không màu, bốc khói mạnh trong không khí ẩm ; $D = 1.53\text{g/cm}^3$

- Nitric acid không bền, khi có ánh sáng , phân huỷ 1 phần :



Do đó axit HNO_3 cất giữ lâu ngày có màu vàng do NO_2 phân huỷ tan vào axit.

- Nitric acid tan vô hạn trong nước (HNO_3 đặc có nồng độ 68%, $D = 1,40\text{ g/cm}^3$).

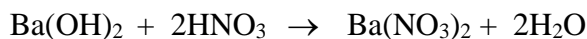
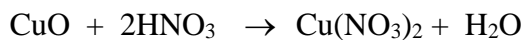
III. Tính chất hoá học

1. Tính axit : Là một trong số các acid mạnh nhất, trong dung dịch phân li hoàn toàn ra các ion :



- Dung dịch axit HNO_3 có đầy đủ tính chất của một dung dịch acid.

- làm đỏ quỳ tím, tác dụng với base oxide, base, muối của acid yếu hơn.

**2. Tính oxi hoá**

Tuỳ vào nồng độ của acid và bản chất của chất khử mà HNO_3 có thể bị khử đến NO , NO_2 , N_2O , N_2 , NH_4NO_3 .

a. Với kim loại : HNO_3 oxi hoá hầu hết các kim loại (trừ Au và Pt) không giải phóng khí H_2 , do ion NO_3^- có khả năng oxi hoá mạnh hơn H^+ . Khi đó kim loại bị oxi hóa đến *mức oxi hóa cao nhất*.

- Với những kim loại có tính khử yếu như : Cu, Ag...thì **HNO_3 đặc** bị khử đến NO_2 ; **HNO_3 loãng** bị khử đến NO .

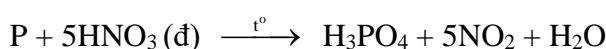
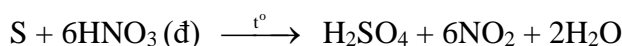
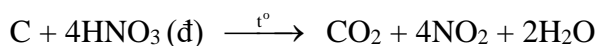
Ví dụ :

- Khi tác dụng với những kim loại có tính khử mạnh hơn như : Mg, Zn, Al...thì **HNO_3 đặc** bị khử yếu đến NO_2 ; HNO_3 loãng có thể bị kim loại khử mạnh như Mg, Al, Zn...khử đến N_2O , N_2 hoặc NH_4NO_3 .

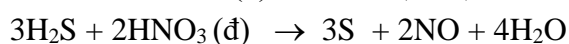
• **Lưu ý :** Fe, Al, Cr bị thụ động hoá trong dung dịch HNO_3 đặc nguội vì vậy khi cho các kim loại này tác dụng với HNO_3 thì không xảy ra phản ứng.

b. Với phi kim

Khi đun nóng HNO_3 đặc có thể tác dụng được với C, P, S... **Ví dụ :**

**c. Với hợp chất**

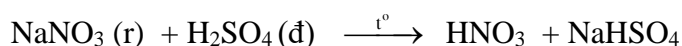
- H_2S , HI, SO_2 , FeO, muối sắt (II)... có thể tác dụng với HNO_3 nguyên tố bị oxi hoá trong hợp chất chuyển lên *mức oxi hoá cao hơn*. **Ví dụ :**



- Nhiều hợp chất hữu cơ như giấy, vải, dầu thông... bốc cháy khi tiếp xúc với HNO₃ đặc.

V. Điều chế

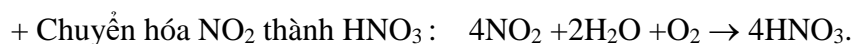
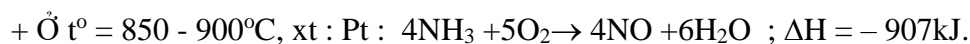
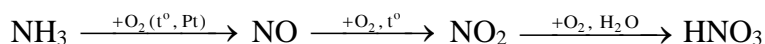
1. Trong phòng thí nghiệm



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

2. Trong công nghiệp

- Được sản xuất từ ammonia theo sơ đồ :



Dung dịch HNO₃ thu được có nồng độ 60 – 62%. Chung cất với H₂SO₄ đậm đặc thu được dung dịch HNO₃ 96 – 98%.

PHẦN B: BÀI TẬP ĐƯỢC PHÂN DẠNG

Dạng 1: Tính chất của axit HNO₃

1. Ôn tập phương pháp bảo toàn electron

a. Nội dung định luật bảo toàn electron :

– Trong phản ứng oxi hóa – khử, tổng số electron mà các chất khử nhường luôn bằng tổng số electron mà các chất oxi hóa nhận.

b. Nguyên tắc áp dụng :

– Trong phản ứng oxi hóa – khử, tổng số mol electron mà các chất khử nhường luôn bằng tổng số mol electron mà các chất oxi hóa nhận.

– Đối với chất khử hoặc hỗn hợp chất khử mà trong đó các nguyên tố đóng vai trò là chất khử có số oxi hóa duy nhất thì cùng một lượng chất phản ứng với các chất oxi hóa (dư) khác nhau, số mol electron mà các chất khử nhường cho các chất oxi hóa đó là như nhau.

• Lưu ý : Khi giải bài tập bằng phương pháp bảo toàn electron ta cần phải xác định đầy đủ, chính xác chất khử và chất oxi hóa; trạng thái số oxi hóa của chất khử, chất oxi hóa trước và sau phản ứng; không cần quan tâm đến số oxi hóa của chất khử và chất oxi hóa ở các quá trình trung gian.

2. Phương pháp giải toán về HNO₃ và muối nitrat

Dạng 1: HNO₃ tác dụng với chất khử (kim loại, oxit kim loại, oxit phi kim, muối...)

Phương pháp giải

- **Bước 1** : Lập sơ đồ phản ứng biểu diễn quá trình chuyển hóa giữa các chất (Sau này khi đã làm thành thạo thì học sinh có thể bỏ qua bước này).

- **Bước 2** : Xác định đầy đủ, chính xác chất khử và chất oxi hóa ; trạng thái số oxi hóa của chất khử, chất oxi hóa trước và sau phản ứng ; không cần quan tâm đến số oxi hóa của chất khử và chất oxi hóa ở các quá trình trung gian nếu phản ứng xảy ra nhiều giai đoạn.

- **Bước 3** : Thiết lập phương trình toán học : Tổng số mol electron chất khử nhường bằng tổng số mol electron mà chất oxi hóa nhận, kết hợp với các giả thiết khác để lập các phương trình toán học khác có liên quan. Giải hệ phương trình để suy ra kết quả mà đề yêu cầu.

• Lưu ý :

- Trong phản ứng của kim loại **Mg, Al, Zn** với dung dịch HNO₃ loãng thì ngoài những sản phẩm khử là khí N₂, N₂O, NO thì trong dung dịch còn có thể có một sản phẩm khử khác là muối NH₄NO₃. Để tính toán chính xác kết quả của bài toán ta phải kiểm tra xem phản ứng có tạo ra NH₄NO₃ hay không và số mol NH₄NO₃ đã tạo ra là bao nhiêu rồi sau đó áp dụng định luật bảo toàn electron để tìm ra kết quả.

1. Tính lượng chất phản ứng với dung dịch HNO₃**Ví dụ 1:** Chia m gam hỗn hợp A gồm hai kim loại Cu, Fe thành hai phần bằng nhau :- Phần 1 tác dụng hoàn toàn với dung dịch HNO₃ đặc, nguội thu được 0,672 lít khí.- Phần 2 tác dụng hoàn toàn với dung dịch H₂SO₄ loãng dư thu được 0,448 lít khí.

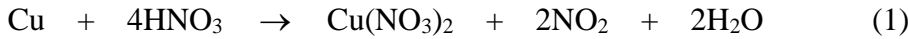
Giá trị của m là (biết các thể tích khí được đo ở đktc) :

A. 4,96 gam.

B. 8,80 gam.

C. 4,16 gam.

D. 17,6 gam.

Hướng dẫn giải**Cách 1 :** Tính toán theo phương trình phản ứngHỗn hợp Cu, Fe khi tác dụng với dung dịch HNO₃ đặc, nguội thì chỉ có Cu phản ứng :

mol: 0,015 ← 0,03

Hỗn hợp Cu, Fe khi tác dụng H₂SO₄ loãng thì chỉ có Fe phản ứng :

mol: 0,02 ← 0,02

Theo (1), (2) và giả thiết ta có :

$$n_{\text{Cu}} = \frac{1}{2} n_{\text{NO}_2} = 0,015 \text{ mol}; n_{\text{Fe}} = n_{\text{H}_2} = 0,02 \text{ mol}.$$

Khối lượng của Cu và Fe trong A là : $m = 2(0,015 \cdot 64 + 0,02 \cdot 56) = 4,16 \text{ gam}$.**Cách 2 :** Sử dụng định luật bảo toàn electronKhi A phản ứng với dung dịch HNO₃ đặc, nguội sẽ xảy ra các quá trình oxi hóa - khử

mol: 0,015 ← 0,03 ← 0,03 ← 0,03

Căn cứ vào các quá trình oxi hóa - khử và định luật bảo toàn electron ta có $n_{\text{Cu}} = 0,015 \text{ mol}$.Khi A phản ứng với dung dịch H₂SO₄ loãng sẽ xảy ra các quá trình oxi hóa - khử :

mol: 0,02 ← 0,04 ← 0,04 ← 0,02

Căn cứ vào các quá trình oxi hóa - khử và định luật bảo toàn electron ta có $n_{\text{Fe}} = 0,02 \text{ mol}$.Khối lượng của Cu và Fe trong A là : $m = 2(0,015 \cdot 64 + 0,02 \cdot 56) = 4,16 \text{ gam}$.**Đáp án C.****Ví dụ 2:** Hòa tan hết 0,02 mol Al và 0,03 mol Cu vào dung dịch HNO₃, cô cạn dung dịch sau phản ứng và nung đến khối lượng không đổi thì thu được m gam chất rắn. Giá trị của m là :

A. 3,42 gam.

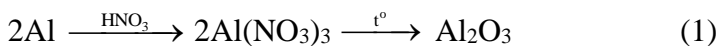
B. 2,94 gam.

C. 9,9 gam.

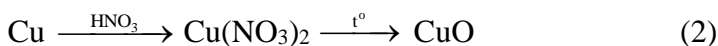
D. 7,98 gam.

Hướng dẫn giải

Sơ đồ phản ứng :



mol: 0,02 → 0,02 → 0,01



mol: 0,03 → 0,03 → 0,03

Áp dụng định luật bảo toàn nguyên tố cho sơ đồ (1), (2) ta thấy :

$$n_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 0,01 \text{ mol}; n_{\text{CuO}} = 0,03 \text{ mol}.$$

Vậy khối lượng chất rắn thu được là : $0,01 \cdot 102 + 0,03 \cdot 80 = 3,42 \text{ gam}$.**Đáp án A.****Ví dụ 3:** Hòa tan hoàn toàn hỗn hợp gồm x mol FeS₂ và y mol Cu₂S vào axit HNO₃ (vừa đủ), thu được dung dịch X (chỉ chứa hai muối sulfate) và khí duy nhất NO. Tỷ lệ x : y là :

A. 1 : 3.

B. 3 : 1.

C. 1 : 2.

D. 2 : 1.

Hướng dẫn giải

Sơ đồ phản ứng :



Áp dụng định luật bảo toàn nguyên tố cho sơ đồ (1), ta thấy :

$$\frac{n_{\text{FeS}_2}}{n_{\text{Cu}_2\text{S}}} = \frac{2}{1} \Rightarrow x : y = 2 : 1$$

Đáp án D.

Ví dụ 4: Hòa tan hoàn toàn m gam Al trong dung dịch HNO₃ loãng thu được 1,12 lít hỗn hợp X gồm 3 khí NO, N₂O, N₂ có tỉ lệ số mol là: 1 : 2 : 2. Giá trị của m là :

A. 5,4 gam.

B. 3,51 gam.

C. 2,7 gam.

D. 8,1 gam.

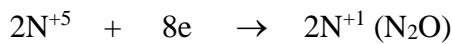
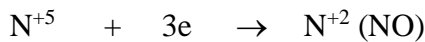
Hướng dẫn giải

Theo giả thiết ta có : $n_{(\text{NO}, \text{N}_2, \text{N}_2\text{O})} = 0,05 \text{ mol}$.

Mặt khác, tỉ lệ mol của 3 khí NO, N₂O, N₂ là 1 : 2 : 2 nên suy ra :

$$n_{\text{NO}} = 0,01 \text{ mol} ; n_{\text{N}_2\text{O}} = 0,02 \text{ mol} \text{ và } n_{\text{N}_2} = 0,02 \text{ mol}.$$

Các quá trình oxi hóa – khử :



Áp dụng định luật bảo toàn electron ta có :

$$3.n_{\text{Al}} = 10.n_{\text{N}_2} + 8.n_{\text{N}_2\text{O}} + 3.n_{\text{NO}} \Rightarrow n_{\text{Al}} = 0,13 \text{ mol} \Rightarrow m_{\text{Al}} = 3,51 \text{ gam}.$$

Đáp án B.

Ví dụ 5: Hòa tan 15 gam hỗn hợp X gồm hai kim loại Mg và Al vào dung dịch Y gồm HNO₃ và H₂SO₄ đặc thu được 0,1 mol mỗi khí SO₂, NO, NO₂, N₂O. Phần trăm khối lượng của Al và Mg trong X lần lượt là :

A. 63% và 37%.

B. 36% và 64%.

C. 50% và 50%.

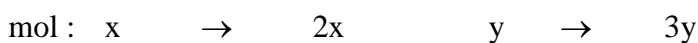
D. 46% và 54%.

Hướng dẫn giải

Đặt $n_{\text{Mg}} = x \text{ mol}$; $n_{\text{Al}} = y \text{ mol}$.

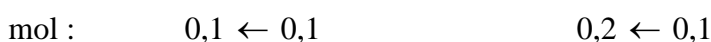
$$\text{Ta có : } 24x + 27y = 15 \quad (1)$$

Quá trình oxi hóa :



\Rightarrow Tổng số mol electron nhường bằng $(2x + 3y)$.

Quá trình khử :



\Rightarrow Tổng số mol electron nhận bằng 1,4 mol.

Theo định luật bảo toàn electron ta có :

$$2x + 3y = 1,4 \quad (2)$$

Giải hệ (1), (2) ta được : $x = 0,4 \text{ mol}$; $y = 0,2 \text{ mol}$.

$$\Rightarrow \% \text{Al} = \frac{27 \cdot 0,2}{15} \cdot 100\% = 36\%.$$

$$\% \text{Mg} = 100\% - 36\% = 64\%.$$

Đáp án B.