Bài 30 CLO

- **Clo có những tính chất vật lí và hoá học đặc trưng nào ? Hãy xem xét những tính chất đó theo lí thuyết đã học.**
- **Clo có những ứng dụng gì và được điều chế như thế nào ?**

I - TÍNH CHẤT VẬT LÍ

Ở điều kiện bình thường, clo là chất khí màu vàng lục, mùi xốc, nặng hơn không khí 2,5 lần ($d = \frac{71}{29} \approx 2,5$). Dưới áp suất thường, clo hoá lỏng ở $-33,6^{\circ}C$ và hoá rắn ở $-101,0^{\circ}C$; clo rất dễ hoá lỏng ở áp suất cao.

Khí clo tan vừa phải trong nước (ở $20^{\circ}C$, 1 lít nước hoà tan khoảng 2,5 lít khí clo). Dung dịch clo trong nước gọi là *nước clo* có màu vàng nhạt. Khi để lâu, nước clo bị biến đổi do phản ứng của clo với nước (xem phần II). Clo tan nhiều trong dung môi hữu cơ, nhất là hexan và cacbon tetraclorua.

Khí clo *rất độc*, nó phá hoại niêm mạc đường hô hấp. Cần phải cẩn thận khi tiếp xúc với khí clo.

II - TÍNH CHẤT HOÁ HỌC

Nguyên tử clo rất dễ thu một electron để trở thành anion Cl^- có cấu hình electron giống khí hiếm agon :

$$\underset{...3s^2 3p^5}{Cl} + 1e \rightarrow \underset{...3s^2 3p^6}{Cl^-}$$

Clo có *độ âm điện lớn* (3,16), chỉ đứng sau flo (3,98) và oxi (3,44), vì vậy trong hợp chất với các nguyên tố này clo có số oxi hoá dương (+1, +3, +5, +7) còn trong hợp chất với các nguyên tố khác *clo có số oxi hoá âm (−1)*.

Do vậy, *clo là phi kim rất hoạt động, là chất oxi hoá mạnh*. Trong một số phản ứng, clo cũng *thể hiện tính khử*.

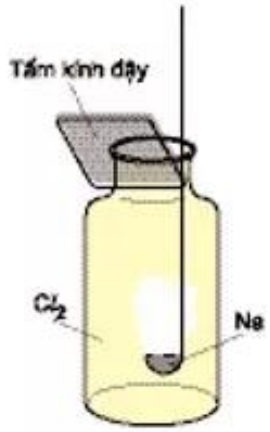
Những phản ứng dưới đây sẽ minh hoạ cho nhận xét trên.

1. Tác dụng với kim loại

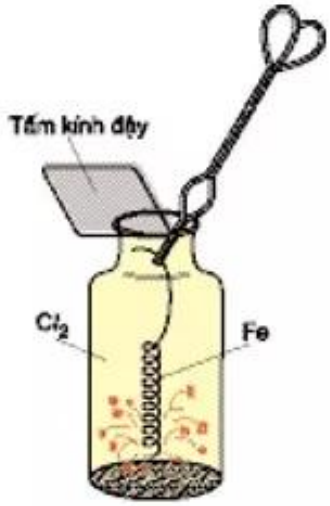
Clo oxi hoá được hầu hết các kim loại. Phản ứng xảy ra với tốc độ nhanh, toả nhiều nhiệt :

$$\overset{0}{2Na} + \overset{0}{Cl_2} \rightarrow \overset{+1\ -1}{2NaCl}$$

$$\overset{0}{2Fe} + \overset{0}{3Cl_2} \rightarrow \overset{+3\ -1}{2FeCl_3}$$



Hình 5.1. *Natri cháy trong clo với ngọn lửa sáng*



Hình 5.2. *Sợi dây sắt nung đỏ cháy trong clo*

2. Tác dụng với hiđro

Ở nhiệt độ thường và trong bóng tối, clo oxi hoá chậm hiđro. Nhưng nếu được chiếu sáng mạnh hoặc hơ nóng, phản ứng xảy ra nhanh. Nếu tỉ lệ số mol $H_2 : Cl_2 = 1 : 1$ thì hỗn hợp sẽ nổ mạnh :

$$\overset{0}{H_2}(k) + \overset{0}{Cl_2}(k) \rightarrow \overset{+1-1}{2HCl}(k) ; \qquad \Delta H = -184{,}6\ kJ$$

3. Tác dụng với nước và với dung dịch kiềm

Khi tan vào nước, một phần clo tác dụng chậm với nước theo phản ứng thuận nghịch(*).

$$\overset{0}{Cl_2} + H_2O \rightleftharpoons \overset{-1}{HCl} + \overset{+1}{HClO}$$

Axit clohiđric *Axit hipoclorơ*

Axit hipoclorơ có tính oxi hoá rất mạnh, nó phá huỷ các chất màu, vì thế clo ẩm có tác dụng tẩy màu.

Với dung dịch kiềm, clo phản ứng dễ dàng hơn tạo thành dung dịch hỗn hợp muối của các axit HCl và HClO :

$$\overset{0}{Cl_2} + 2NaOH \rightarrow Na\overset{-1}{Cl} + Na\overset{+1}{Cl}O + H_2O$$

Trong các phản ứng trên, *nguyên tố clo vừa là chất oxi hoá, vừa là chất khử.* Đó là những *phản ứng tự oxi hoá – khử.*

4. Tác dụng với muối của các halogen khác

Clo không oxi hoá được ion F^- trong các muối florua nhưng oxi hoá dễ dàng ion Br^- trong dung dịch muối bromua và ion I^- trong dung dịch muối iotua :

$$\overset{0}{Cl_2} + 2Na\overset{-1}{Br} \rightarrow 2Na\overset{-1}{Cl} + \overset{0}{Br_2}$$

$$\overset{0}{Cl_2} + 2Na\overset{-1}{I} \rightarrow 2Na\overset{-1}{Cl} + \overset{0}{I_2}$$

Điều này chứng minh trong nhóm halogen, tính oxi hoá của clo mạnh hơn brom và iot.

5. Tác dụng với các chất khử khác

Clo oxi hoá được nhiều chất. Thí dụ :

$$\overset{0}{Cl_2} + 2H_2O + \overset{+4}{SO_2} \rightarrow \overset{-1}{2HCl} + H_2\overset{+6}{SO_4}$$

$$\overset{0}{Cl_2} + 2\overset{+2}{FeCl_2} \rightarrow \overset{+3\ -1}{2FeCl_3}$$

(*) Phản ứng thuận nghịch là phản ứng xảy ra đồng thời theo hai chiều ngược nhau.

III – ỨNG DỤNG

Clo được dùng để sát trùng nước trong hệ thống cung cấp nước sạch, khi xử lí nước thải. Clo cũng dùng để tẩy trắng sợi, vải, giấy. Những ứng dụng này tiêu thụ khoảng 20% lượng clo được sản xuất.

Clo là nguyên liệu để sản xuất nhiều hợp chất vô cơ và hữu cơ. Nó được dùng để sản xuất axit clohiđric, clorua vôi, ... Gần 70% lượng clo được dùng trong sản xuất các hoá chất hữu cơ. Những sản phẩm hữu cơ chứa clo có ý nghĩa to lớn. Những dung môi như đicloetan, cacbon tetraclorua được dùng rộng rãi để chiết chất béo, khử dầu mỡ trên kim loại. Một số chất hữu cơ chứa clo được dùng làm thuốc diệt côn trùng bảo vệ thực vật. Từ những sản phẩm hữu cơ chứa clo, người ta chế tạo được nhiều chất dẻo, sợi tổng hợp, cao su tổng hợp, da giả, ...

Hiện nay, clo cùng với axit sunfuric, amoniac, xôđa, ... được xếp vào số những sản phẩm quan trọng nhất do công nghiệp hoá chất sản xuất.

IV – TRẠNG THÁI TỰ NHIÊN

Về trữ lượng trong lớp vỏ trái đất, clo đứng thứ 11 trong tất cả các nguyên tố hoá học và đứng thứ nhất trong các halogen. Trong tự nhiên, nguyên tố clo gồm các đồng vị bền ${}^{35}_{17}\mathrm{Cl}(75,77\%)$ và ${}^{37}_{17}\mathrm{Cl}(24,23\%)$ nên có nguyên tử khối trung bình là 35,5.

Do hoạt động hoá học mạnh, clo chỉ tồn tại trong tự nhiên ở dạng hợp chất, chủ yếu là muối clorua. Hợp chất tự nhiên quan trọng nhất của clo là natri clorua. Khối lượng chủ yếu của natri clorua chứa trong nước biển và đại dương (1 lít nước biển có khoảng 30 gam NaCl). Natri clorua còn được thấy ở dạng rắn gọi là muối mỏ. Kali clorua cũng khá phổ biến trong tự nhiên, có trong các khoáng vật như cacnalit $KCl.MgCl_2.6H_2O$ và xinvinit NaCl.KCl.

V – ĐIỀU CHẾ

Nguyên tắc điều chế clo là oxi hoá ion Cl^- thành Cl_2.

1. Trong phòng thí nghiệm

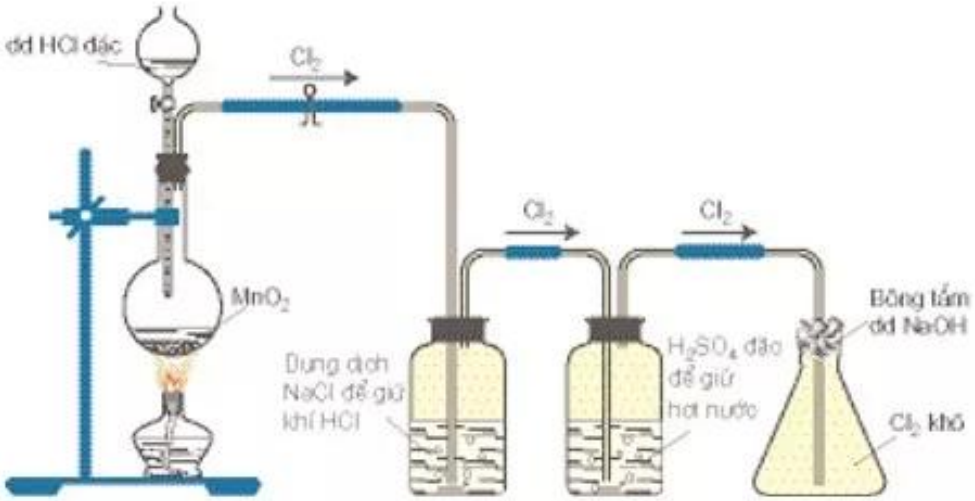
Clo được điều chế từ axit clohiđric đặc. Để oxi hoá ion Cl^-, cần chất oxi hoá mạnh như MnO_2, $KMnO_4$, $KClO_3$, ...

$$MnO_2 + 4HCl \xrightarrow{t^o} MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2\uparrow$$

$$2KMnO_4 + 16HCl \rightarrow 2KCl + 2MnCl_2 + 8H_2O + 5Cl_2\uparrow$$

$$KClO_3 + 6HCl \rightarrow KCl + 3H_2O + 3Cl_2\uparrow$$

Nếu chất oxi hoá là MnO_2 thì cần phải đun nóng, còn chất oxi hoá là $KMnO_4$ hoặc $KClO_3$ phản ứng xảy ra ở nhiệt độ thường.



Hình 5.3. *Điều chế và thu khí clo trong phòng thí nghiệm*

2. Trong công nghiệp

Clo được sản xuất bằng *phương pháp điện phân* dung dịch natri clorua bão hoà có màng ngăn. Trong bình điện phân, nhờ tác dụng của dòng điện một chiều, ion Cl^- bị oxi hoá thành Cl_2 thoát ra ở cực dương (anot), còn ở cực âm (catot) nước bị khử, người ta thu được khí H_2 và dung dịch NaOH. Cần có một màng ngăn xốp giữa hai điện cực để khí clo không tiếp xúc với dung dịch NaOH. Phương trình điện phân có thể viết như sau :

$$2NaCl + 2H_2O \xrightarrow[\text{có màng ngăn}]{\text{điện phân}} H_2\uparrow + Cl_2\uparrow + 2NaOH$$

Trong công nghiệp, clo được sản xuất như là một sản phẩm phụ của công nghiệp sản xuất xút bằng điện phân dung dịch NaCl có màng ngăn.

BÀI TẬP

1. Tìm câu đúng trong các câu sau đây :

   A. Clo là chất khí không tan trong nước.

   B. Clo có số oxi hoá –1 trong mọi hợp chất.

   C. Clo có tính oxi hoá mạnh hơn brom và iot.

   D. Clo tồn tại trong tự nhiên dưới dạng đơn chất và hợp chất.

2. Hãy nêu những phản ứng hoá học để chứng tỏ rằng clo là một chất oxi hoá rất mạnh. Vì sao clo có tính chất đó ?

3. Cho 69,6 g mangan đioxit tác dụng hết với dung dịch axit clohiđric đặc. Toàn bộ lượng clo sinh ra được hấp thụ hết vào 500 ml dung dịch NaOH 4M. Hãy xác định nồng độ mol của từng chất trong dung dịch thu được sau phản ứng. Coi thể tích dung dịch không thay đổi.

4. Hoàn thành các phương trình hoá học dưới đây và nêu rõ vai trò của clo trong mỗi phản ứng :

   a) $FeCl_2 + Cl_2 \rightarrow FeCl_3$

   b) $Cl_2 + SO_2 + H_2O \rightarrow HCl + H_2SO_4$

   c) $KOH + Cl_2 \rightarrow KCl + KClO_3 + H_2O$

   d) $Ca(OH)_2 + Cl_2 \rightarrow Ca(ClO)_2 + CaCl_2 + H_2O$.