BÀI GIẢNG: ĐIỆN PHÂN
CHUYÊN ĐỀ: PIN ĐIỆN – ĐIỆN PHÂN
MÔN: HÓA HỌC 12
GIÁO VIÊN: PHẠM THANH TÙNG

MỤC TIÊU

- ✓ *Trình bày được nguyên tắc (thứ tự) điện phân dung dịch, điện phân nóng chảy.*
- ✓ *Quan sát video thí nghiệm điện phân dung dịch copper(II) sulfate, dung dịch sodium chloride (tự chế tạo nước Javel để tẩy rửa).*
- ✓ *Nêu được ứng dụng của một số hiện tượng điện phân trong thực tiễn (mạ điện, tinh chế kim loại).*
- ✓ *Trình bày được giai đoạn điện phân aluminiu oxide trong sản xuất nhô (aluminium), tinh luyện đồng (copper) bằng phương pháp điện phân, mạ điện.*

I. HIỆN TƯỢNG ĐIỆN PHÂN

1 Khái niệm

Điện phân là một quá trình oxi hóa – khử xảy ra tại các điện cực khi có dòng điện một chiều với hiệu điện thế đủ lớn đi qua chất điện li nóng chảy (điện phân nóng chảy) hoặc dung dịch chất điện li (điện phân dung dịch).

Tại anode xảy ra quá trình oxi hóa, tại cathode xảy ra quá trình khử.

Điện cực trơ là điện cực không tham gia vào quá trình điện phân. (than chì/graphite hoặc kim loại Pt)

2 Nguyên tắc (thứ tự) điện phân

Trên cathode, cation có tính oxi hóa ạnh hơn sẽ điện phân trước.

Trên anode, anion có tính khử mạnh hơn sẽ điện phân trước.

Ví dụ: Dung dịch Ag^+, Na^+, Cu^{2+}

Thứ tự điện phân: $Ag^+ + 1e \longrightarrow Ag^o$

$Cu^{2+} + 2e \longrightarrow Cu^0$

	Anode
$Ag^+ + 1e \longrightarrow Ag^0$	$2I^- \longrightarrow I_2 + 2e$
$Cu^{2+} + 2e \longrightarrow Cu$	$2Br^- \longrightarrow Br_2 + 2e$
	$2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e$
$2H_2O + 2e \longrightarrow 2OH^- + H_2$	$2H_2O \longrightarrow 2H^+ + O_2 + 2e$
Al^{3+} …	F^-, SO_4^{2-}, CO_3^{2-},…

$\Longrightarrow$ Mức độ mạnh yếu được so sánh theo giá trị thế điện cực chuẩn (các anion chứa oxygen coi như không bị điện phân, cation kim loại mạnh, điện phân sau H_2O)

3 Các trường hợp điện phân

a) Điện phân nóng chảy:

Ví dụ: Điện phân nóng chảy NaCl, MgO, Al_2O_3,…

$(+)$: Cl^- ⟵ NaCl ⟶ Na^+ : $(-)$

$2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e$ | $Na^+ + 1e \longrightarrow Na$

$\Rightarrow$ *Xảy ra quá trình khử* | $\Rightarrow$ *Xảy ra quá trình oxi hóa*

(anode) | ***(cathode)***

$2NaCl \xrightarrow{dpnc} 2Na + Cl_2$

$(+)$: O^{2-} ⟵ MgO ⟶ Mg^{2+} : $(-)$

$2O^{2-} \longrightarrow O_2 + 4e$ | $Mg^{2+} + 2e \longrightarrow Mg$

$\Rightarrow$ *Xảy ra quá trình khử* | $\Rightarrow$ *Xảy ra quá trình oxi hóa*

(anode) | ***(cathode)***

$2MgO \xrightarrow{dpnc} 2Mg + O_2$

$\Rightarrow$ Điện phân nóng chảy dùng để điều chế kim loại mạnh.

? Vì sao trong quá trình điện phan nóng chảy MgO, Al_2O_3,… anode (làm bằng than chì) thường món đi tương đối nhanh.

$\Rightarrow$ Qúa trình điện phân MgO, Al_2O_3 sinh ra O_2 ở anode. Khí O_2 được sinh ra tác dụng với C ở điện cực, sinh ra CO_2 ⟶ làm mòn điện cực.

? Nêu ý nghĩa của chất xúc tác cryolite (Na_3AlF_6) trong quá trình điện phân nóng chảy Al_2O_3

- ✓ Giảm nhiệt độ nóng chảy của Al_2O_3.
  Nhiệt độ nóng chảy của Al_2O_3 (không có Na_3AlF_6): > 2000^{o}C
  Nhiệt độ nóng chảy của Al_2O_3 (có Na_3AlF_6): > 1000^{o}C
- ✓ Khi điện phân Na_3AlF_6 nóng chảy, tạo môi trường dẫn điện tốt
- ✓ Na_3AlF_6 nóng chảy có khối lượng riêng nhẹ hơn Al_2O_3, sẽ nổi lên trên bề mặt, ngăn Al mới sinh tác dụng ngược O_2 trong không khí tạo Al_2O_3

b) Điện phân dung dịch

Hợp chất tạo bởi cation kim loại trung bình yếu và anion không chứa oxygen ($CuCl_2$)

$(+)$: Cl^- (H_2O) ⟵ $CuCl_2$ (H_2O) ⟶ Cu^{2+} (H_2O) : $(-)$

$2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e$ | $Cu^{2+} + 2e \longrightarrow Cu$

(anode) | ***(cathode)***

$CuCl_2 \xrightarrow{dpdd} Cu + Cl_2$

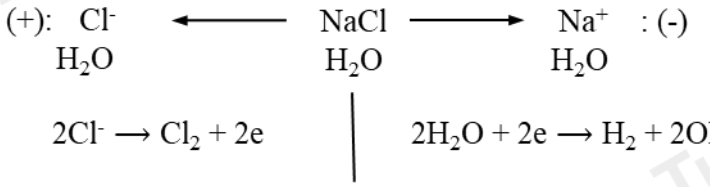
Hợp chất tạo bởi cation kim loại trung bình yếu và anion chứa oxygen ($CuSO_4$)

$(+)$: SO_4^{2-} (H_2O) ⟵ $CuSO_4$ (H_2O) ⟶ Cu^{2+} (H_2O) : $(-)$

$2H_2O \longrightarrow 4H^+ + O_2 + 4e$ | $Cu^{2+} + 2e \longrightarrow Cu$

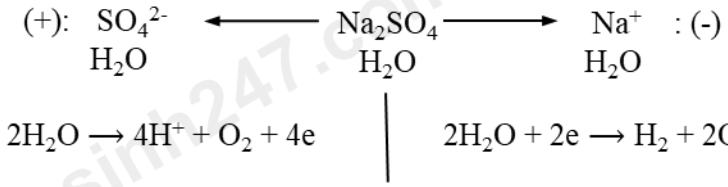
$CuSO_4 + H_2O \xrightarrow{dpdd} \frac{1}{2}O_2 + Cu + H_2SO_4$

Hợp chất tạo bởi cation kim loại mạnh và anion không chứa oxyen (NaCl).



$$2NaCl + H_2O \xrightarrow[\text{c.mn}]{\text{dpdd}} Cl_2 + H_2 + 2NaOH$$

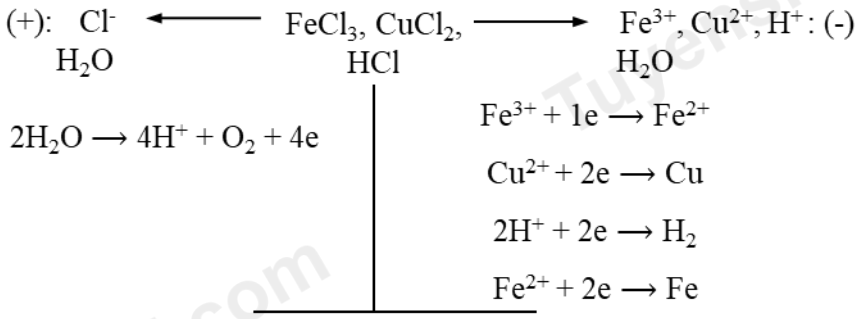
Hợp chất tạo bởi cation kim loại mạnh và anion chứa oxygen (Na_2SO_4).



$$2H_2O \xrightarrow{\text{dpdd}} 2H_2 + O_2$$

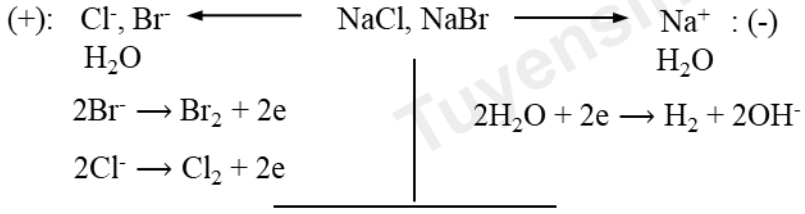
c) Điện phân hỗn hợp

Ví dụ: Điện phân hỗn hợp $FeCl_3$, HCl, $CuCl_2$



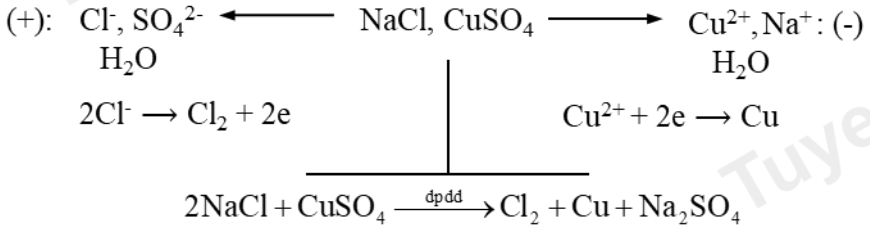
$$2FeCl_3 \xrightarrow{\text{dpdd}} 2FeCl_2 + Cl_2$$
$$CuCl_2 \xrightarrow{\text{dpdd}} Cu + Cl_2$$
$$2HCl \xrightarrow{\text{dpdd}} H_2 + Cl_2$$
$$FeCl_2 \xrightarrow{\text{dpdd}} Fe + Cl_2$$

Ví dụ: Điện phân hỗn hợp NaCl và NaBr

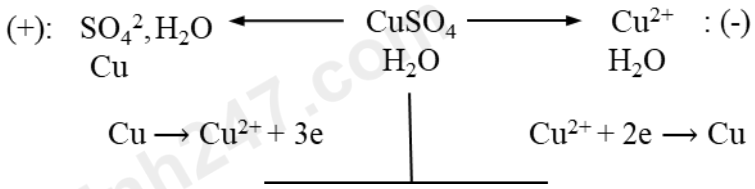


$$2NaBr + 2H_2O \xrightarrow{\text{dpdd}} Br_2 + O_2 + 2NaOH$$
$$2NaCl + 2H_2O \xrightarrow{\text{dpdd}} Cl_2 + O_2 + 2NaOH$$

Ví dụ: Điện phân dung dịch NaCl và $CuSO_4$



Ví dụ: Điện phân dung dịch $CuSO_4$ với anode làm bằng Cu và cathode làm bằng graphite.



II. ỨNG DỤNG CỦA PHƯƠNG PHÁP ĐIỆN PHÂN

- ✓ Điện phân dung dịch có thể dùng điều chế kim loại trung bình, yếu.
  Ví dụ: Zn. Fe, Cu, Ag…
- ✓ Điện phân nóng chảy có thể dùng điều chế kim loại mạnh
  Ví dụ: Na, K, Mg, Al..
- ✓ Điện phân dung dịch với dương cực tan có thể dùng để mạ điện hoặc tinh chế kim loại
- ✓ Trong điện phân: cực dương là anode và cực âm là cathode.

III. ĐỊNH LUẬT FARADAY

Lượng chất sinh ra ở điện cực tỉ lệ thuận với cường độ dòng điện và thời gian điện phân.

$$n = \frac{I.t}{N.F}$$

Trong đó: n: số mol chất sinh ra ở điện cực (mol)

I: cường độ dòng điện (A)

t: thời gian điện phân (s)

N: số electron trao đổi

F: hằng số Faraday (F = 96500)