

# Chương XI

# ĐIỆN HÓA HỌC

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com

**Giảng viên: Nguyễn Minh Kha**

# PHẢN ỨNG OXY HÓA – KHỬ VÀ DÒNG ĐIỆN

## Phản ứng oxy hóa – khử (O – K)

Phản ứng trong đó *có sự trao đổi electron giữa các nguyên tử* của những nguyên tố tham gia phản ứng làm *thay đổi số oxy hóa các nguyên tố*.

cuu duong than cong . com

- *Quá trình cho electron* gọi là **quá trình oxy hóa**, chất *cho electron* gọi là **chất khử** (chất bị oxy hóa).

- Ví dụ:

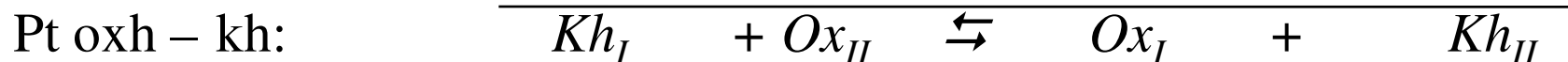


- *Quá trình nhận electron* gọi là **quá trình khử**, chất *nhận electron* gọi là **chất oxy hóa**.

- Ví dụ:

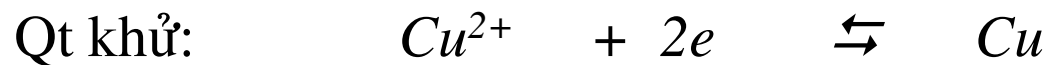


## Phản ứng tổng quát:



- Cặp oxy hóa – khử:  $Ox_I/Kh_I$ ,  $Ox_{II}/Kh_{II}$

- Ví dụ:



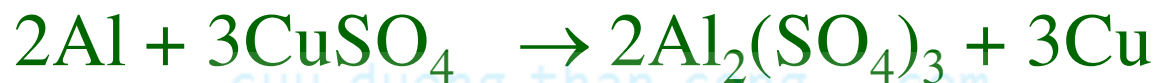
# Cân bằng phản ứng O – K

- Nguyên tắc 1:
  - Tổng số electron cho của chất khử phải bằng tổng số electron chất oxy hóa nhận vào.
- Các bước tiến hành cân bằng.
  - **Bước 1:** Xác định sự thay đổi số oxy hóa của các chất.
  - **Bước 2:** Lập phương trình electron – ion, với hệ số sao cho đúng qui tắc trên.
  - **Bước 3:** Thiết lập phương trình ion của phản ứng.
  - **Bước 4:** Cân bằng theo hệ số tỉ lượng.

■ Ví dụ:



cuu duong than cong . com



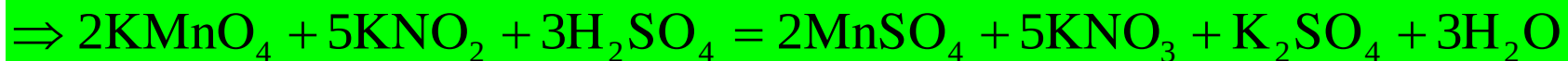
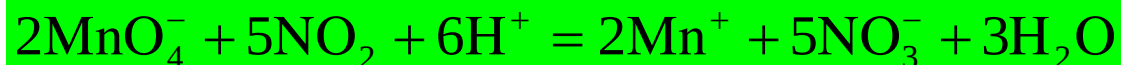
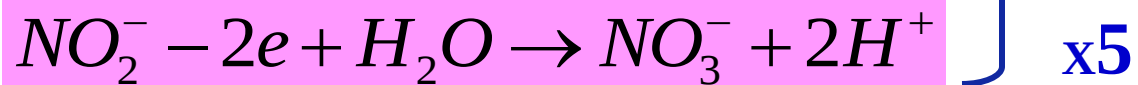
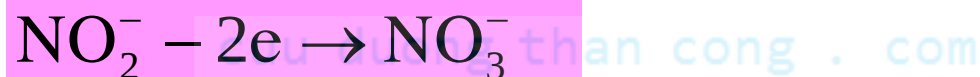
cuu duong than cong . com

## ■ Nguyên tắc 2:

- Đối với phản ứng O – K xảy ra trong *môi trường acid* nếu dạng Ox của chất Ox có *chứa nhiều nguyên tử Oxy hơn* dạng khử của nó thì phải thêm  $H^+$  vào vế trái (dạng Ox) và thêm nước vào vế phải (dạng khử).
- Nếu dạng khử của chất Kh chứa ít nguyên tử Oxy hơn dạng Ox của nó thì thêm nước vào vế trái (dạng Kh) và  $H^+$  vào vế phải (dạng Ox).

*Thiếu O bên nào, thêm  $H_2O$  bên đó, bên kia thêm  $H^+$*

## ■ Ví dụ:

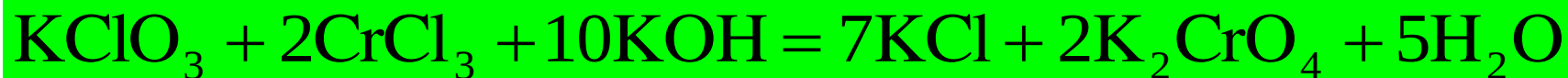
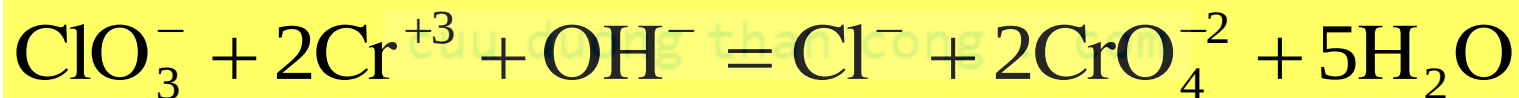
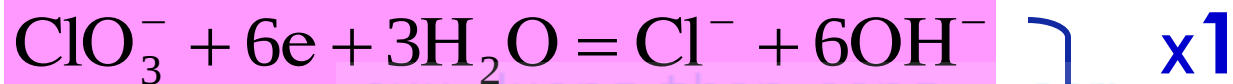
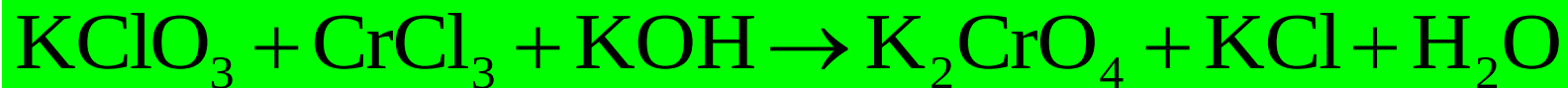


### ■ Nguyên tắc 3:

- Phản ứng O – K xảy ra trong **môi trường base**, nếu dạng Ox của chất Ox chứa nhiều Oxy hơn dạng khử thì phải thêm nước vào vế trái,  $\text{OH}^-$  vào vế phải.
- Nếu dạng Kh của chất Kh chứa ít Oxy hơn dạng Ox của nó thì phải thêm  $\text{OH}^-$  vào vế trái, nước vào vế phải.

*Thiếu O bên nào thêm  $\text{OH}^-$  bên đó, bên kia là  $\text{H}_2\text{O}$ .*

## ■ Ví dụ:

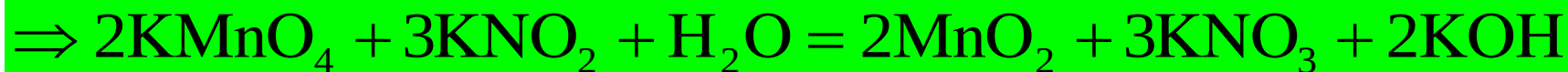
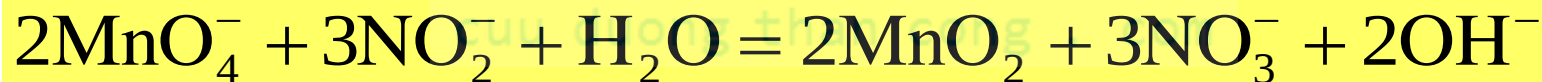
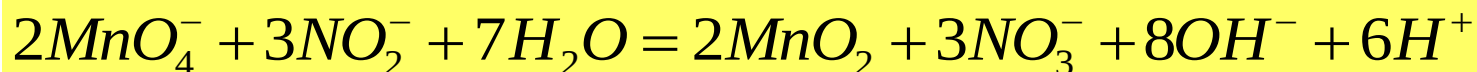
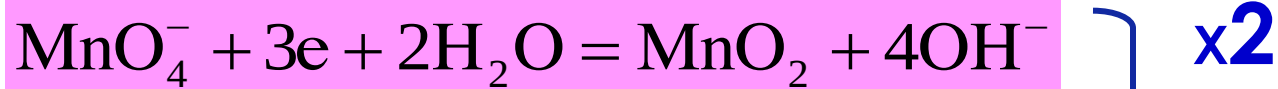
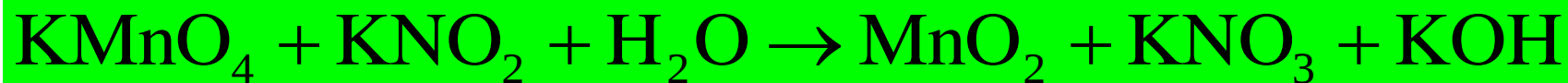


## ■ Nguyên tắc 4:

- Phản ứng O-K trong **môi trường trung tính**. Nếu dạng Ox của chất Ox chứa nhiều nguyên tử Oxy hơn dạng Kh của nó thì phải thêm nước vào vế trái,  $\text{OH}^-$  vào vế phải.
- Nếu dạng Kh của chất Kh chứa ít nguyên tử Oxy hơn dạng Ox của nó thì phải thêm nước vào vế trái,  $\text{H}^+$  vào vế phải.

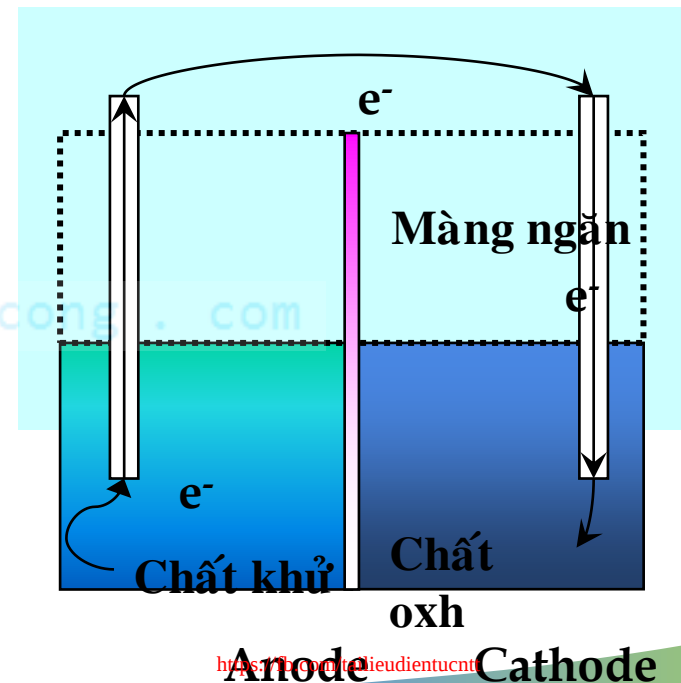
*Thêm nước vế trái hết, vế phải:  $\text{OH}^-$  nếu thêm e,  $\text{H}^+$  nếu mất e.*

## ■ Ví dụ:



# Phản ứng O – K và dòng điện

- Ở điều kiện bình thường, phản ứng O – K xảy ra cùng một nơi thì hóa năng sẽ biến thành nhiệt năng.
- Ở điều kiện đặc biệt phản ứng O – K xảy ra gián tiếp ở hai nơi khác nhau thì hóa năng sẽ biến thành điện năng (qua dây dẫn).



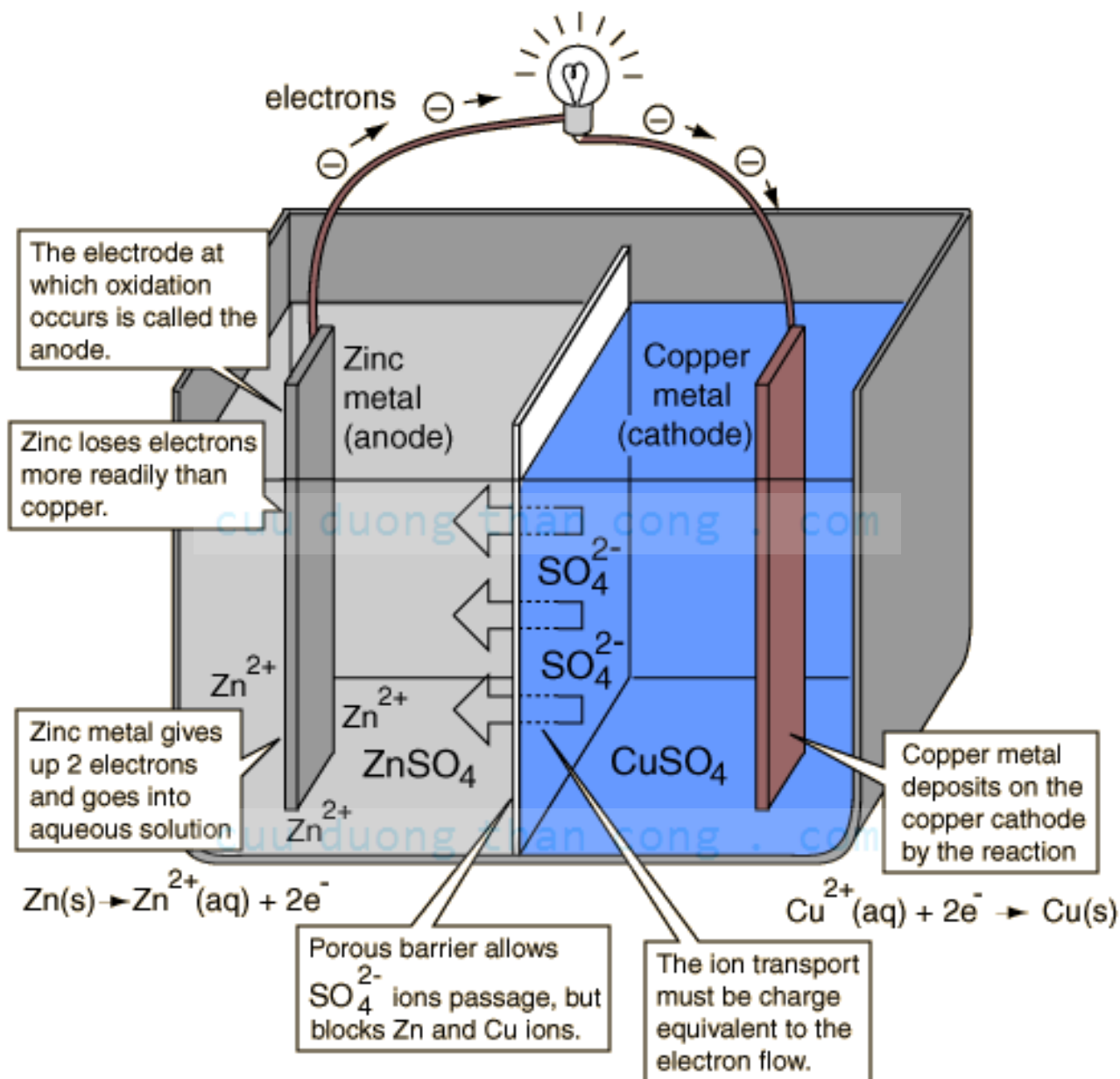
# NGUYÊN TỐ GALVANIC VÀ ĐIỆN CỰC

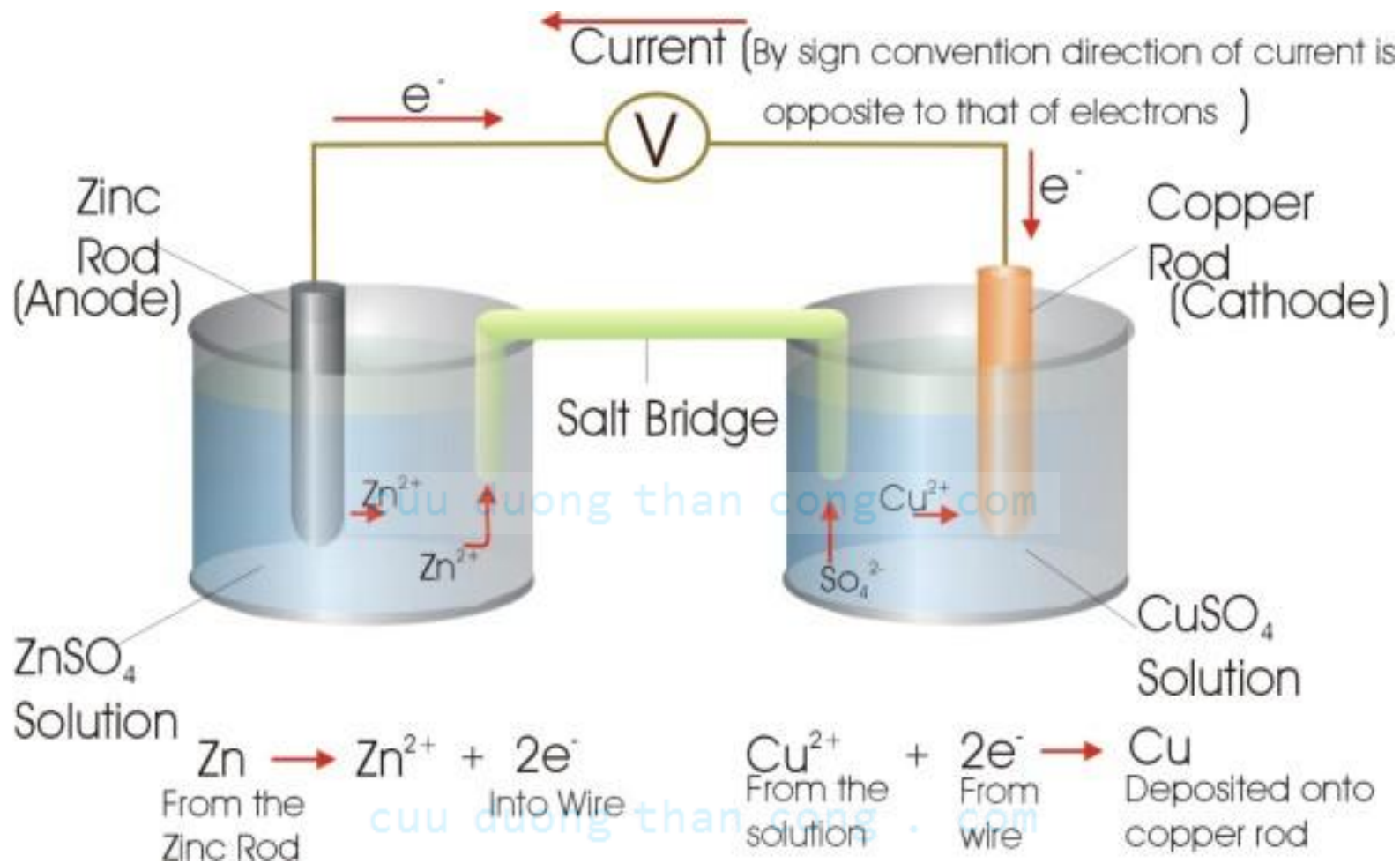
- **Nguyên tố galvanic (1780):**

- Là thiết bị chuyển hóa năng lượng sang điện năng. Cấu tạo gồm hai thanh kim loại, nhúng trong dung dịch muối của nó, nối với nhau qua sợi dây dẫn kim loại.
- Hai thanh kim loại này một thanh có tính khử mạnh hơn (để cho e) một thanh có tính khử yếu hơn (để ion của nó nhận e).



Luigi Galvani (Italia)





**Anode (-) , xảy ra quá trình oxy hóa**

**Cathode (+), xảy ra quá trình khử**

- Ở điện cực kẽm:



- Điện cực đồng:

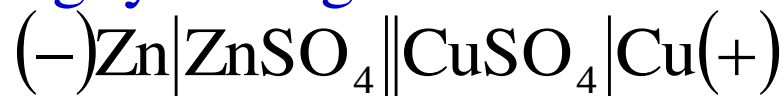


- Tức là ở âm cực xảy ra quá trình Oxy hóa, Zn là chất Kh. Ở dương cực xảy ra quá trình khử, Cu là chất Ox.

- Phương trình của galvanic:**



- Người ta ký hiệu nguyên tố ganvanic:



- Hay



- Tổng quát:

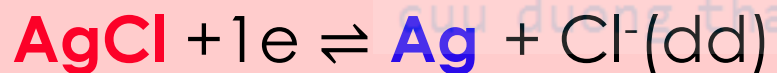


# CÁC LOẠI ĐIỆN CỰC

## a. Điện cực kim loại.



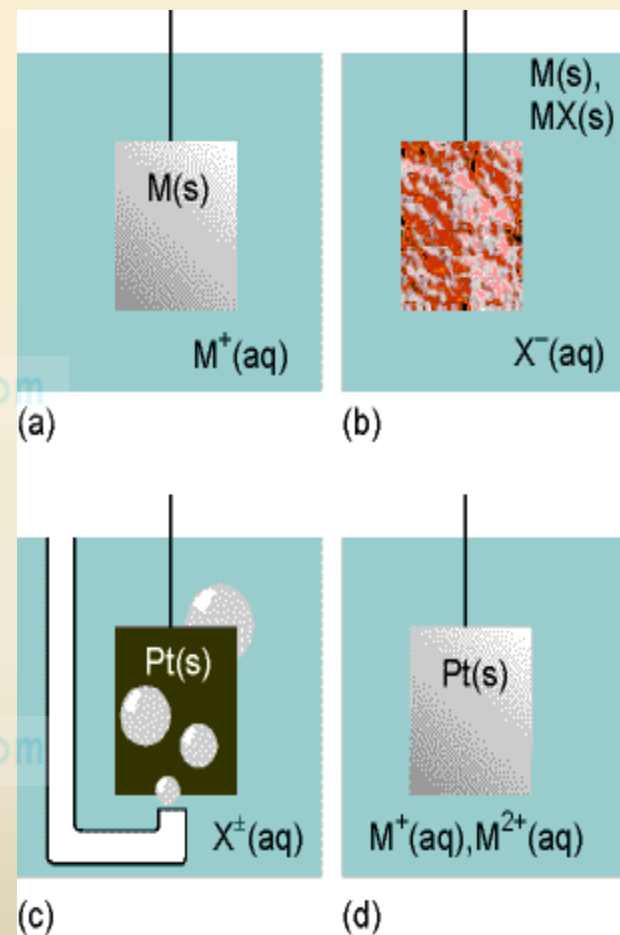
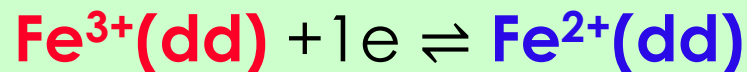
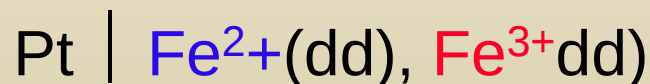
## b. Điện cực kim loại phủ muối



## c. Điện cực khí



## d. Điện cực oxy hóa - khử.



# THẾ ĐIỆN CỰC

- Thế điện cực  $\varphi$  (V), hay còn gọi là thế Oxy hóa – Khử, hay là bán thế phản ứng, là một đại lượng không thể đo trực tiếp, mà phải so sánh với một điện cực chuẩn.
- Người ta chọn Hydro làm điện cực chuẩn:  
$$2\text{H}^+(\text{dd}) + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_2 (\text{k}), \text{điện cực là platinum.}$$

Quy ước:  $\varphi^0_{\text{H}_2} = 0$  (V). (Thế điện cực tuyệt đối của nó ước chừng 4.4 – 4.6 V)
- Vậy thế điện cực là một đại lượng bằng thế hiệu của nó so với điện cực hydro tiêu chuẩn.

# Phương trình Nernst:



$$\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{\text{Ox}}}{a_{\text{Kh}}}$$

Với a là hoạt độ. Hoạt độ của các kim loại tinh khiết (và cả lỏng tinh khiết) coi như bằng 1.

Với dung dịch thật (sử dụng C) ở nhiệt độ 298K, ta có (R=8.31, T=298, F=96500):

$$\Rightarrow \varphi = \varphi_0^0 + \frac{0.059}{n} \lg \frac{[\text{Ox}]}{[\text{Kh}]}$$

- $\varphi$  phụ thuộc vào bản chất chất tham gia quá trình điện cực ( $\varphi^0$ , n) nhiệt độ T, nồng độ chất tham gia quá trình điện cực C.

- Ta có: [cuu duong than cong . com](https://cuuduongthancong.com)

$$\Delta G = -nF\varphi, \text{ hay } \Delta G^0 = -nF\varphi^0$$

- Sau đây là bảng thế điện cực tiêu chuẩn của một số bán phản ứng (Thế Ox-Kh). [cuu duong than cong . com](https://cuuduongthancong.com)

| <b>Bán phản ứng<br/>1bar, 298K, C<sub>i</sub> = 1M</b>                                                   | <b><math>\phi</math> (V)</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| $\text{Li}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Li}(\text{s})$                                    | -3.05                        |
| $\text{K}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{K}(\text{s})$                                      | -2.93                        |
| $\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ba}(\text{s})$                                | -2.91                        |
| $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ca}(\text{s})$                                | -2.76                        |
| $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}(\text{s})$                                    | -2.71                        |
| $\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}(\text{s})$                                | -2.38                        |
| $\text{Be}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Be}(\text{s})$                                | -1.85                        |
| $\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}(\text{s})$                                | -1.68                        |
| $\text{Ti}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Ti}(\text{s})$                                | -1.21                        |
| $\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}(\text{s})$                                | -1.18                        |
| $\text{Sn}(\text{s}) + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow \text{SnH}_4(\text{g})$                     | -1.07                        |
| $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$ | -0.83                        |

|                                                                                                                              |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$                                                    | -0.76 |
| $\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Cr}(\text{s})$                                                    | -0.74 |
| $\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{s})$                                                    | -0.44 |
| $\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Cr}^{2+}(\text{aq})$                                               | -0.42 |
| $\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}(\text{s})$                                                    | -0.13 |
| $2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$                                                      | 0.00  |
| $\text{Sn}^{4+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}^{2+}(\text{aq})$                                              | +0.15 |
| $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}^+(\text{aq})$                                                  | +0.16 |
| $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{SO}_2(\text{aq})$ | +0.17 |
| $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$                                                    | +0.34 |
| $\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-(\text{aq})$                     | +0.40 |
| $\text{SO}_2(\text{aq}) + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow \text{S}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}$                    | +0.50 |
| $\text{Cu}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$                                                        | +0.52 |
| $\text{I}_2(\text{s}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{I}^-(\text{aq})$                                                      | +0.54 |

|                                                                                                                                        |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_2(\text{s}) + 4\text{OH}^-(\text{aq})$ | +0.59 |
| $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 6\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{S}(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}$                          | +0.60 |
| $\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$                                         | +0.70 |
| $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$                                                         | +0.77 |
| $\text{Hg}_2^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Hg}(\text{l})$                                                           | +0.80 |
| $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}(\text{s})$                                                                  | +0.80 |
| $\text{NO}_3^-(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$      | +0.80 |
| $\text{Hg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Hg}(\text{l})$                                                              | +0.85 |
| $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + \text{H}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{HMnO}_4^-(\text{aq})$                                           | +0.90 |
| $2\text{Hg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Hg}_2^{2+}(\text{aq})$                                                     | +0.91 |
| $\text{MnO}_2(\text{s}) + 4\text{H}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{3+}(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}$                        | +0.95 |

|                                                                                                                                   |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| $\text{Br}_2(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Br}^-(\text{aq})$                                                        | +1.09 |
| $2\text{IO}_3^-(\text{aq}) + 12\text{H}^+ + 10\text{e}^- \rightarrow \text{I}_2(\text{s}) + 6\text{H}_2\text{O}$                  | +1.20 |
| $\text{ClO}_4^-(\text{aq}) + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{ClO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}$                | +1.20 |
| $\text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$                                                | +1.23 |
| $\text{MnO}_2(\text{s}) + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}$                  | +1.23 |
| $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-(\text{aq})$                                                         | +1.36 |
| $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 7\text{H}_2\text{O}$ | +1.36 |
| $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}$               | +1.51 |
| $2\text{HClO}(\text{aq}) + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}$                     | +1.63 |
| $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}$                  | +1.70 |
| $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$                                     | +1.76 |

# SỨC ĐIỆN ĐỘNG CỦA NGUYÊN TỐ GALVANIC

- Thế hiệu cực đại xuất hiện giữa hai cực của nguyên tố ganvanic gọi là sức điện động của nguyên tố ganvanic, khi mà nguyên tố galvanic hoạt động T – N.

cuu duong than cong . com

- **Kí hiệu:** 
$$E = \varphi_+ - \varphi_-$$

- Sức điện động tiêu chuẩn của nguyên tố galvanic.  
 $E^0$  đo ở  $p = 1 \text{ atm}$ ,  $C_M$  (hay  $a$ ) = 1, 298K.

$$E^0 = \varphi_+^0 - \varphi_-^0$$



$$-\Delta G = A' = nFE$$

$$\Delta G = \Delta G^0 + RT \ln \frac{OXH_1^c Kh_2^d}{Kh_1^a OXH_2^b}$$

$$-nFE = -RT \ln K + RT \ln \frac{OXH_1^c Kh_2^d}{Kh_1^a OXH_2^b}$$

$$E = \frac{RT}{nF} \ln K - \frac{RT}{nF} \ln \frac{OXH_1^c Kh_2^d}{Kh_1^a OXH_2^b}$$

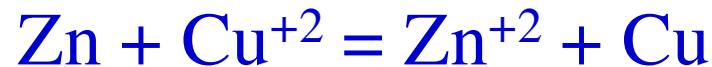
$$E^0 = \frac{RT}{nF} \ln K$$

$$\Delta G^0 = -nFE^0$$

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln \frac{OXH_1^c Kh_2^d}{Kh_1^a OXH_2^b}$$

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln \frac{sp}{cd}$$

- Ví dụ với phản ứng trong nguyên tố galvanic:



$$\Rightarrow E_{\text{Cu/Zn}} = E_{\text{Cu/Zn}}^0 - \frac{RT}{2F} \ln \frac{C_{\text{Zn}^{+2}}}{C_{\text{Cu}^{+2}}}$$

Với  $\varphi^+$  là của cặp  $\text{Cu}^{+2}/\text{Cu}$  và  $\varphi^-$  là của cặp  $\text{Zn}^{+2}/\text{Zn}$ , ta có

$$E_{\text{Cu/Zn}}^0 = \varphi_+^0 - \varphi_-^0 = 0.337 - (-0.763) = 1.1\text{V}$$

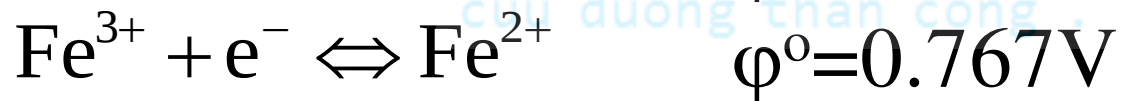
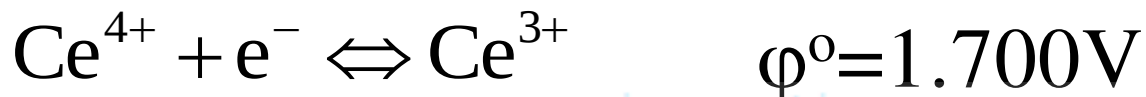


$$E_{\text{pin}} = \varphi_{+} - \varphi_{-} = \varphi_{\text{Cu}} - \varphi_{\text{Zn}}$$

## Ví dụ tính hằng số cân bằng

Xét phản ứng:  $\text{Ce}^{4+} + \text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons \text{Ce}^{3+} + \text{Fe}^{3+}$

Được tạo thành bởi 2 bán phản ứng sau



Vì  $\varphi^{\circ}$  của cerium lớn hơn nên nó là chất Oxy hoá.

Ta có

$$E^{\circ} = \varphi_{+}^{\circ} - \varphi_{-}^{\circ} = 1.700 - (0.767)$$

Trong nguyên tố galvanic có:

$$E = \varphi_+ - \varphi_- = \varphi_+^0 - \varphi_-^0 - \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{Fe}^{3+}][\text{Ce}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}][\text{Ce}^{4+}]}$$

Tại cân bằng,  $E = 0$  và:

$$\varphi_+^0 - \varphi_-^0 = \frac{RT}{F} \ln \frac{[\text{Fe}^{3+}][\text{Ce}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}][\text{Ce}^{4+}]} = .05916 \times \log K, 25^\circ \text{C}$$

$$K \approx 10^{16}$$

# CHIỀU CỦA QUÁ TRÌNH O – K

- Xét các cặp O-K:  $Ox_1/Kh_1$  ,  $Ox_2/Kh_2$



Khi trộn các cặp này, sẽ có phản ứng:



Phản ứng xảy ra theo chiều thuận khi:

$$\Delta G = -nFE_{2/1} = -nF(\varphi_2 - \varphi_1) < 0 \Rightarrow \varphi_2 > \varphi_1$$

# Quy tắc xét chiều phản ứng:

- “Phản ứng O – K xảy ra theo chiều dạng Ox của cặp O – K có  $\varphi$  lớn hơn sẽ Ox dạng Kh của cặp O – K có  $\varphi$  nhỏ hơn”.

cuu duong than cong . com

- Thực tế có thể dùng  $\varphi^0$  để xét. Nhưng khi  $|\varphi^0_+ - \varphi^0_-|$  bé quá thì phải tính toán trên  $\varphi$ .

cuu duong than cong . com

# SỰ ĐIỆN PHÂN

- ĐIỆN PHÂN DUNG DỊCH CHẤT ĐIỆN LY TRONG NƯỚC
- **Định nghĩa:**
  - Sự điện phân là quá trình O – K xảy ra trên bề mặt điện cực khi cho dòng điện một chiều đi qua dung dịch chất điện ly hoặc qua chất điện ly nóng chảy và có làm theo sự biến đổi nhiệt năng thành hóa năng.
- Ở đây ta xét quá trình điện phân một dung dịch chất điện ly trong nước.

## ■ Các quá trình Cathode

- Ở đây dạng Ox chính là các cation kim loại và hydro của dung dịch chất điện ly. Ta cần so sánh thế điện cực của kim loại và hydro.

$$\varphi_{H_2} = -0.059\text{pH} = -0.059 \times 7 = -0.41 \text{ V}$$

- Tức là ở điều kiện trung tính,  $\varphi_{H_2} = -0.41 \text{ V}$ .
- Nếu  $\varphi_{kl} > \varphi_{H_2}$  kim loại kết tủa: Phần cuối dãy.
- Nếu  $\varphi_{kl} < \varphi_{H_2} \rightarrow H_2 \uparrow$ : Phần đầu dãy.

- Trong môi trường acid:
  - $2\text{H}^+ + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_2 \uparrow$
- Trong môi trường trung tính hay base:
  - $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$

Nếu  $\varphi_{\text{kl}} \approx -0.41$  thì tùy vào nồng độ và điều kiện tiến hành (khoảng giữa dãy).

## ■ Các quá trình anode

- Dạng khử là anion, gốc axit và  $\text{OH}^-$  của dung dịch, và tùy theo vật liệu, điện cực có thể bị ăn mòn: Có anod trơ (graphit, platin...) và anod tan ( $\text{Ni} \dots$ ).

cuu duong than cong . com

### Anode tan

- Hoặc anode phóng điện, hoặc hòa tan anode. Nếu kim loại anode có  $\varphi$  nhỏ hơn  $\varphi$  cặp  $\text{O} - \text{K}$  thì anode bị hòa tan.



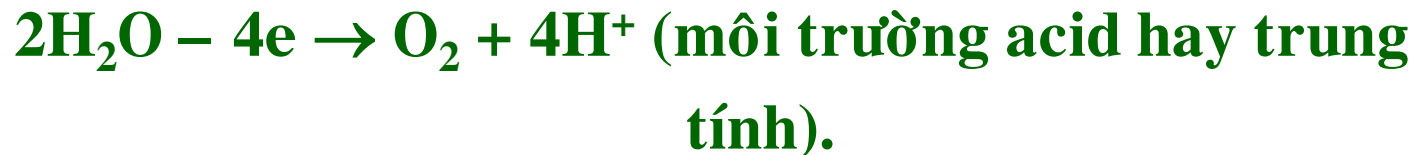
- Ngược lại  $\text{A}^-$  hoặc  $\text{OH}^-$  bị oxy hóa.

## ■ Anode trơ

### ■ Khả năng cho electron theo thứ tự:

- Anion không chứa Oxy:  $I^-$ ,  $Br^-$ ,  $Cl^-$ ,  $S^{2-}$ ...

- Kế đến là  $OH^-$ .



- Anion chứa Oxy:  $SO_4^{2-}$ ,  $MnO_4^-$ ,  $SO_3^{2-}$ ...

# Một số ví dụ

- Điện phân  $\text{CuCl}_2$ , anode trơ

$$\varphi_{\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}} = 0.337 > -0.41$$

cuu duong than cong . com

- Cathode

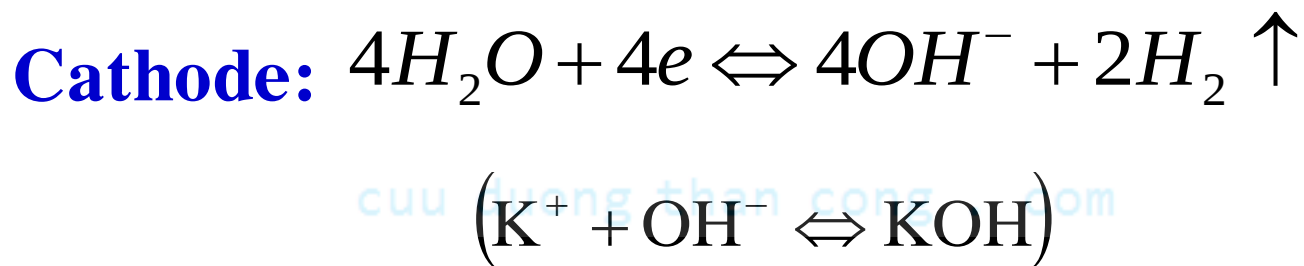


- Anode

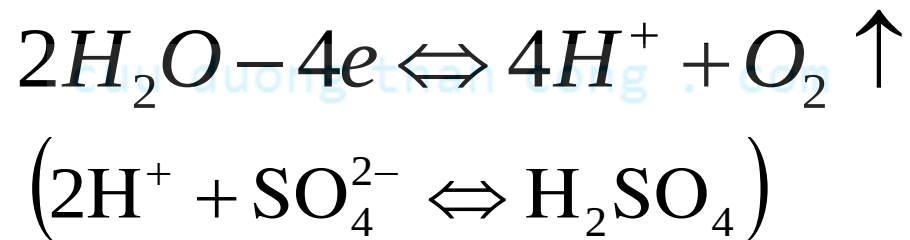


cuu duong than cong . com

- **Điện phân dung dịch  $K_2SO_4$  với anod trơ**
- $\varphi_{K^+/K} = -2.924 < -0.41 \Rightarrow H^+$  bị khử.



**Anode:**  $SO_4^{2-}$  không bị Ox, nước ( $OH^-$ ) bị Ox.



*Hay nói khác đi đây là quá trình điện phân nước.*

- **Điện phân dung dịch nước  $\text{NiSO}_4$  với anod Ni tan**

- $$\varphi_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}} = -0.25 > -0.41$$

- **Nhưng  $\text{NiSO}_4$  tồn tại trong môi trường acid, nên:**



- **Do đó, ở cathode**



- **Và anode**  $\text{Ni} - 2\text{e} = \text{Ni}^{+2} \left( \text{Ni}^{+2} + \text{SO}_4^{-2} \rightleftharpoons \text{NiSO}_4 \right)$

# Thế phân giải và quá thế

- **Thế phân giải** là thế hiệu tối thiểu cần thiết để tiến hành quá trình điện phân đã cho.
  - Ký hiệu:  $E_p$
- Nói chung với những hệ T – N thì  $E_p$  bằng sức điện động của nguyên tố galvanic tạo thành từ sản phẩm điện phân.
- Hiệu số giữa thế phân giải và sức điện động của nguyên tố galvanic tương ứng phản ứng nghịch gọi là **quá thế điện phân**:  $\eta^0 = E_p - E$ .

# Định luật Faraday

- Lượng chất được tạo thành hay hòa tan ở điện cực khi điện phân tỉ lệ thuận với lượng điện đi qua chất điện ly.
- Những lượng điện bằng nhau sẽ tạo thành hay hòa tan ở điện cực khi điện phân những đương lượng như nhau của các chất.



Michael Faraday

## ■ Công thức cho định luật

$$m = (AIt)/(nF) \text{ hay } m = (Đ_A q)/F$$

- F: Hằng số Faraday bằng 96500 (coulomb)
- m: khối lượng chất điện phân ra.
- $Đ_A$ : Đương lượng gam của A.
- A: Nguyên tử gam của A.
- n: Hóa trị chất biến đổi.
- I: Cường độ dòng điện (Ampe)
- t: Thời gian điện phân (sec)