

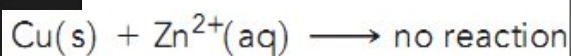
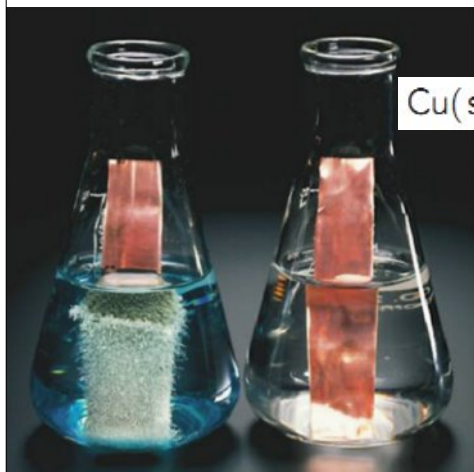
Chương 7: ĐIỆN HÓA HỌC (6 tiết)

TS. Nguyễn Huy Du
nhdu@hcmus.edu.vn

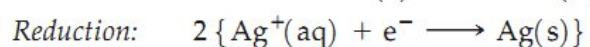
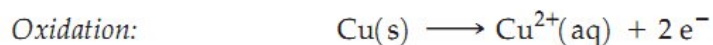
Chương 7: ĐIỆN HÓA HỌC

1. Thế điện cực
2. Thế điện cực tiêu chuẩn
3. E_{cell} , ΔG và K
4. E_{cell} là hàm phụ thuộc nồng độ
- 5.Ắc qui (Pin): Sinh điện bằng các phản ứng hóa học
6. Ăn mòn: Các tế bào Volta không mong muốn
7. Điện phân: khiến phản ứng không tự nhiên xảy ra
8. Quá trình điện phân công nghiệp

7.1. Thế điện cực



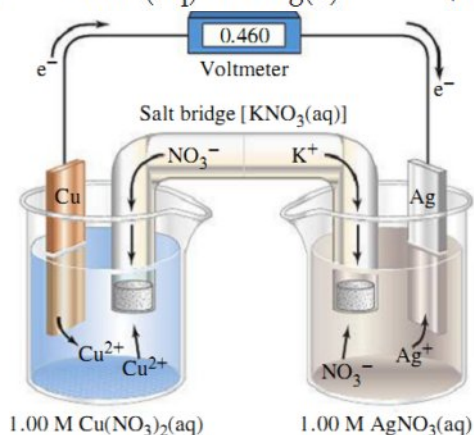
7.1. Thế điện cực



Trong tế bào điện hóa:

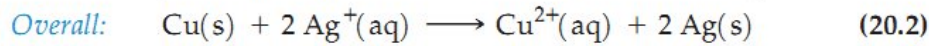
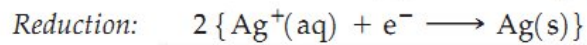
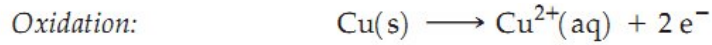
Anode: quá trình Oxy-hóa xảy ra

Cathode: quá trình Khử xảy ra



Tế bào điện hóa

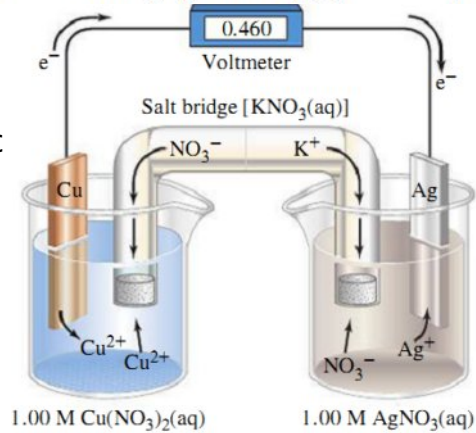
7.1. Thế điện cực



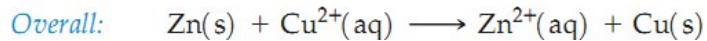
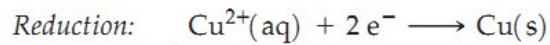
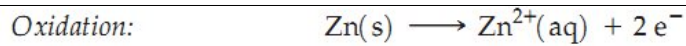
Trong tế bào điện hóa:

Hiệu thế giữa hai điện cực
là **điện thế tế bào, E_{cell}** .

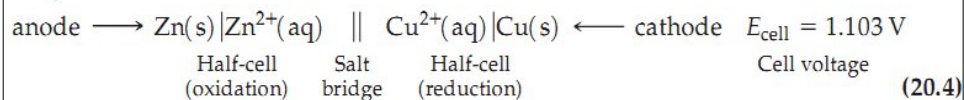
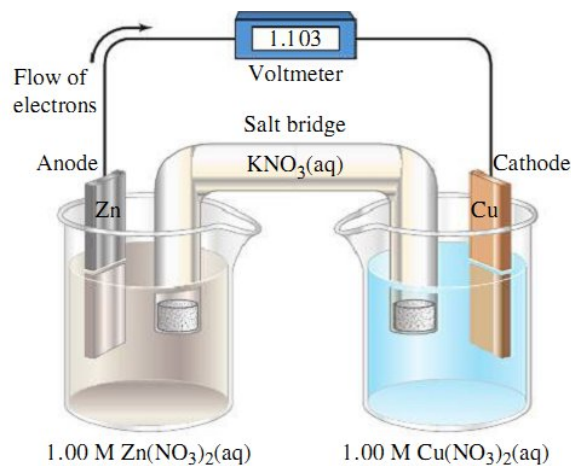
E_{cell} còn được gọi là **sức
điện động, emf**.



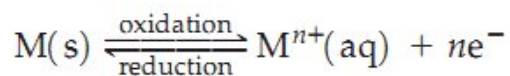
Tế bào điện hóa



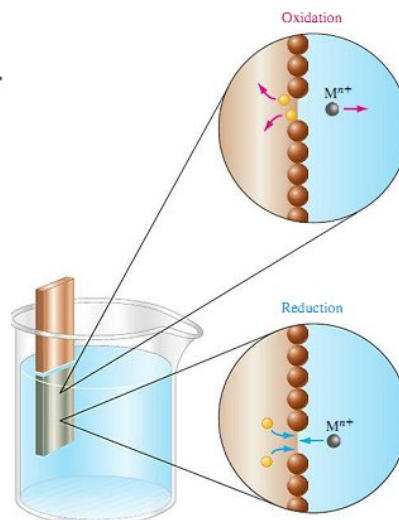
Tế bào điện hóa sinh
ra dòng điện bằng
phản ứng xảy ra tự
nhiên, được gọi là tế
bào volta hay galva



7.1. Thế điện cực



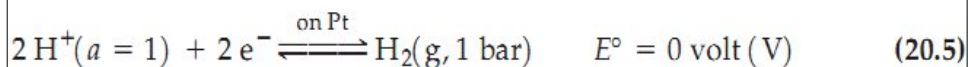
Thế
điện
cực



Nửa tế bào điện hóa

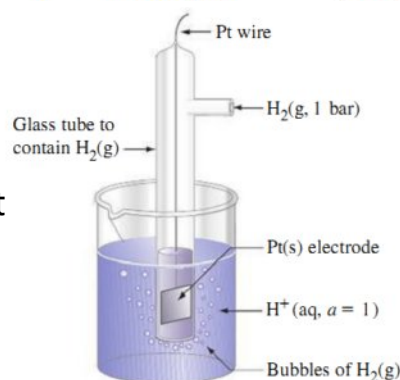
7.2 Thế điện cực tiêu chuẩn

- Điện cực hydro tiêu chuẩn (SHE) được chấp nhận rộng rãi như là điện cực tham chiếu có $E = 0$ volt (V).



Anode: $Pt|H_2(g, 1 \text{ bar})|H^{+}(a = 1)$

Cathode: $H^{+}(a = 1)|H_2(g, 1 \text{ bar})|Pt$



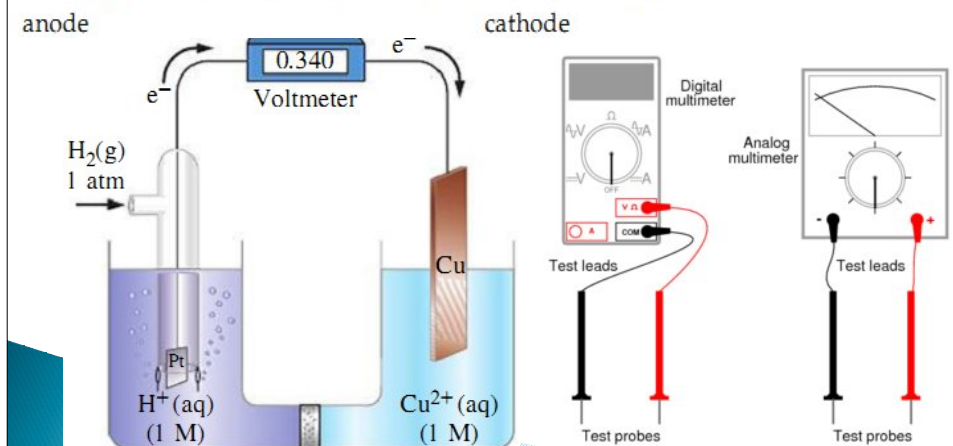
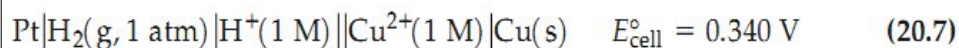
7.2 Thế điện cực tiêu chuẩn

- Điện cực hydro tiêu chuẩn (SHE) được chấp nhận rộng rãi như là điện cực tham chiếu có $E = 0$ volt (V).



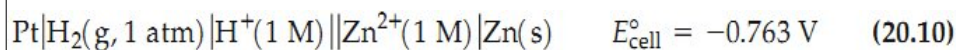
7.2 Thế điện cực tiêu chuẩn

- Điện thế tế bào tiêu chuẩn, E_{cell}° , điện thế tế bào được hình thành từ hai điện cực tiêu chuẩn.



7.2 Thế điện cực tiêu chuẩn

➤ Tương tự ta xét tế bào điện hóa sau:



$$\begin{aligned} E_{\text{cell}}^{\circ} &= E^{\circ}(\text{right}) - E^{\circ}(\text{left}) \\ &= E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^{\circ} - 0 \text{ V} = -0.763 \text{ V} \\ E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^{\circ} &= -0.763 \text{ V} \end{aligned}$$

➤ Bán phản ứng khử tiêu chuẩn được viết như sau:

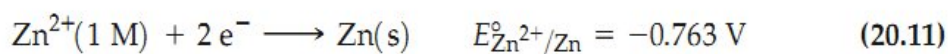


TABLE 20.1 Some Selected Standard Electrode (Reduction) Potentials at 25 °C

Reduction Half-Reaction	E°, V
Acidic solution	
$\text{F}_2(\text{g}) + 2 \text{e}^{-} \longrightarrow 2 \text{F}^{-}(\text{aq})$	+2.866
$\text{O}_3(\text{g}) + 2 \text{H}^{+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^{-} \longrightarrow \text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+2.075
$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}(\text{aq}) + 2 \text{e}^{-} \longrightarrow 2 \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$	+2.01
$\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2 \text{H}^{+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^{-} \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+1.763
$\text{MnO}_4^{-}(\text{aq}) + 8 \text{H}^{+}(\text{aq}) + 5 \text{e}^{-} \longrightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+1.51
$\text{PbO}_2(\text{s}) + 4 \text{H}^{+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^{-} \longrightarrow \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+1.455
$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2 \text{e}^{-} \longrightarrow 2 \text{Cl}^{-}(\text{aq})$	+1.358
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 14 \text{H}^{+}(\text{aq}) + 6 \text{e}^{-} \longrightarrow 2 \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 7 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+1.33
$\text{MnO}_2(\text{s}) + 4 \text{H}^{+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^{-} \longrightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+1.23
$\text{O}_2(\text{g}) + 4 \text{H}^{+}(\text{aq}) + 4 \text{e}^{-} \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+1.229
$2 \text{IO}_3^{-}(\text{aq}) + 12 \text{H}^{+}(\text{aq}) + 10 \text{e}^{-} \longrightarrow \text{I}_2(\text{s}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+1.20
$\text{Br}_2(\text{l}) + 2 \text{e}^{-} \longrightarrow 2 \text{Br}^{-}(\text{aq})$	+1.065
$\text{NO}_3^{-}(\text{aq}) + 4 \text{H}^{+}(\text{aq}) + 3 \text{e}^{-} \longrightarrow \text{NO}(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+0.956
$\text{Ag}^{+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \longrightarrow \text{Ag}(\text{s})$	+0.800
$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \longrightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	+0.771
$\text{O}_2(\text{g}) + 2 \text{H}^{+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^{-} \longrightarrow \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$	+0.695
$\text{I}_2(\text{s}) + 2 \text{e}^{-} \longrightarrow 2 \text{I}^{-}(\text{aq})$	+0.535
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^{-} \longrightarrow \text{Cu}(\text{s})$	+0.340
$\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 4 \text{H}^{+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^{-} \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{SO}_2(\text{g})$	+0.17
$\text{Sn}^{4+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^{-} \longrightarrow \text{Sn}^{2+}(\text{aq})$	+0.154
$\text{S}(\text{s}) + 2 \text{H}^{+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^{-} \longrightarrow \text{H}_2\text{S}(\text{g})$	+0.14
$2 \text{H}^{+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^{-} \longrightarrow \text{H}_2(\text{g})$	0

$2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2(\text{g})$	0
$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Pb}(\text{s})$	-0.125
$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Sn}(\text{s})$	-0.137
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Fe}(\text{s})$	-0.440
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Zn}(\text{s})$	-0.763
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Al}(\text{s})$	-1.676
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Mg}(\text{s})$	-2.356
$\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Na}(\text{s})$	-2.713
$\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Ca}(\text{s})$	-2.84
$\text{K}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{K}(\text{s})$	-2.924
$\text{Li}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Li}(\text{s})$	-3.040

Basic solution

$\text{O}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$	+1.246
$\text{OCl}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cl}^-(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$	+0.890
$\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 4\text{e}^- \longrightarrow 4\text{OH}^-(\text{aq})$	+0.401
$2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$	-0.828

$$\begin{aligned}
 E_{\text{cell}}^{\circ} &= E^{\circ}(\text{right}) - E^{\circ}(\text{left}) \\
 &= E^{\circ}(\text{cathode}) - E^{\circ}(\text{anode}) \\
 &= E^{\circ}(\text{reduction half-cell}) - E^{\circ}(\text{oxidation half-cell}) \\
 &= E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^{\circ} - E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^{\circ} \\
 &= 0.340 \text{ V} - (-0.763 \text{ V}) = 1.103 \text{ V}
 \end{aligned}$$

7.3. E_{cell} , ΔG và K

➤ Khi một phản ứng xảy ra trong một tế bào volta, tế bào thực hiện công (điện):

$$w_{\text{elec}} = zFE_{\text{cell}} \quad (20.13)$$

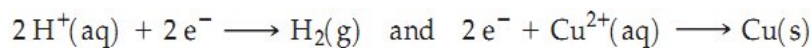
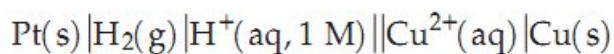
$$\Rightarrow \Delta G = -zFE_{\text{cell}} \quad (20.14)$$

$$\Delta G^{\circ} = -zFE_{\text{cell}}^{\circ} \quad (20.15)$$

- (a) E_{cell} là sức điện động của tế bào điện hóa;
- (b) z , số lượng electron được chuyển giữa các điện cực;
- (c) điện tích trên mỗi mol điện tử, gọi là hằng số Faraday (F).
Hằng số Faraday bằng 96,485 C/mol.

7.3. E_{cell} , ΔG và K

➤ Xem xét tế bào điện hóa sau:

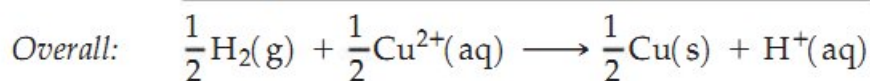
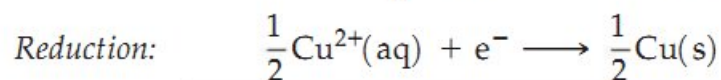
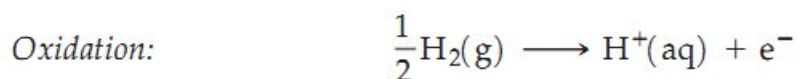


$$\begin{aligned} E_{\text{cell}}^{\circ} &= E^{\circ}(\text{right}) - E^{\circ}(\text{left}) \\ &= E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^{\circ} - 0 \text{ V} = 0.340 \text{ V} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \Delta G_{\text{rxn}}^{\circ} &= -zFE_{\text{cell}}^{\circ} = 2 \times \frac{96485 \text{ C}}{\text{mol}} \times 0.340 \text{ V} \\ &= -6.5610 \times 10^4 \text{ J mol}^{-1} = -65.6 \text{ kJ mol}^{-1} \end{aligned}$$

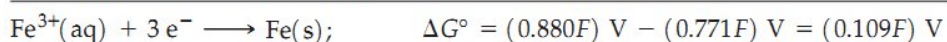
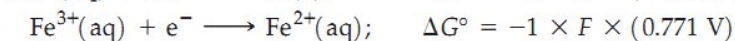
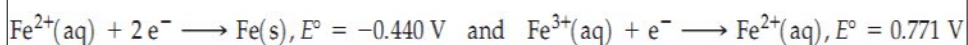
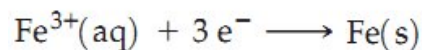
7.3. E_{cell} , ΔG và K



$$\Delta G = 32.8 \text{ kJ} = \Delta G^{\circ}/2$$

7.3. E_{cell} , ΔG và K

- Kết hợp các bán phương trình khử:



$$\Delta G^{\circ} = -zFE_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}}^{\circ} = -3FE_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}}^{\circ} = (0.109F) \text{ V}$$

$$E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}}^{\circ} = (-0.109F/3F) \text{ V} = -0.0363 \text{ V}$$

7.3. E_{cell} , ΔG và K

- Biến đổi tự phát trong phản ứng oxy hóa khử:

$$\Delta G = -zFE_{\text{cell}} \quad (20.14)$$

$E_{\text{cell}} > 0$, phản ứng tự phát theo chiều thuận

$E_{\text{cell}} < 0$, phản ứng tự phát theo chiều nghịch

$E_{\text{cell}} = 0$, phản ứng đạt cân bằng.

- Nếu một phản ứng tế bào bị đảo ngược, E_{cell} sẽ đổi dấu



11. (EX20-6A) Name one metal ion that Cu(s) will displace from aqueous solution, and determine E_{cell}^0 for the reaction.

Tìm một ion kim loại mà kim loại Cu có thể đẩy chúng ra khỏi dung dịch, xác định E_{pin}^0 của phản ứng.

Đáp án: $E_{\text{cell}}^0 = 0.460 \text{ V}$

12. (EX20-6B) When sodium metal is added to seawater, which has $[\text{Mg}^{2+}] = 0.0512 \text{ M}$, no magnesium metal is obtained. According to E^0 values, should this displacement reaction occur? What reaction does occur?

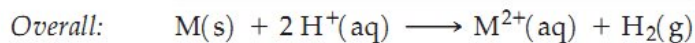
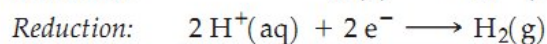
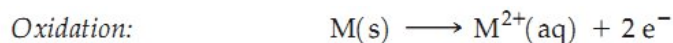
Cho kim loại natri (Na) vào trong nước biển có chứa ion kim loại Mg^{2+} (0,0512 M) nhưng không thấy có kim loại Mg được tạo thành. Dựa vào bảng thế điện cực tiêu chuẩn hãy giải thích phản ứng xảy ra?

$2 \text{H}^+(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2(\text{g})$	0
$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{Pb}(\text{s})$	-0.125
$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{Sn}(\text{s})$	-0.137
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{Fe}(\text{s})$	-0.440
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{Zn}(\text{s})$	-0.763
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{e}^- \longrightarrow \text{Al}(\text{s})$	-1.676
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{Mg}(\text{s})$	-2.356
$\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Na}(\text{s})$	-2.713
$\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{Ca}(\text{s})$	-2.84
$\text{K}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{K}(\text{s})$	-2.924
$\text{Li}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Li}(\text{s})$	-3.040
Basic solution	
$\text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{OH}^-(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$	+1.246
$\text{OCl}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{Cl}^-(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$	+0.890
$\text{O}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 4 \text{e}^- \longrightarrow 4 \text{OH}^-(\text{aq})$	+0.401
$2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$	-0.828

7.3. E_{cell} , ΔG và K

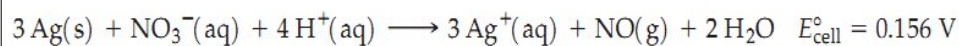
► Đáp ứng của kim loại đối với acid:

□ kim loại M, phản ứng với HCl (HX)



$$E_{\text{cell}}^0 = E_{\text{H}^+/\text{H}_2}^0 - E_{\text{M}^{2+}/\text{M}}^0 = 0 \text{ V} - E_{\text{M}^{2+}/\text{M}}^0 = -E_{\text{M}^{2+}/\text{M}}^0$$

□ kim loại M, phản ứng với HNO_3 (or HClO_4)



7.3. E_{cell} , ΔG và K

- Tương quan giữa E_{cell} và K :

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K = -zFE_{\text{cell}}^\circ$$

$$E_{\text{cell}}^\circ = \frac{RT}{zF} \ln K \quad (20.16)$$

$$E_{\text{cell}}^\circ = \frac{RT}{zF} \ln K = \frac{8.3145 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 298.15 \text{ K}}{z \times 96485 \text{ C mol}^{-1}} \ln K$$

$$E_{\text{cell}}^\circ = \frac{0.025693 \text{ V}}{z} \ln K \quad (20.17)$$

$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Ag}(\text{s})$	+0.800
$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	+0.771
$\text{O}_2(\text{g}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$	+0.695
$\text{I}_2(\text{s}) + 2 \text{e}^- \longrightarrow 2 \text{I}^-(\text{aq})$	+0.535
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}(\text{s})$	+0.340

15. (EX20-8A) Should the displacement of Cu^{2+} from aqueous solution by $\text{Al}(\text{s})$ go to completion? [Hint: Base your assessment on the value of K for the displacement reaction. We determined E_{cell}° for this reaction in Example 20-6.]

Kim loại Al có thể đẩy hoàn toàn ion Cu^{2+} ra khỏi dung dịch hay không? Gợi ý: Tính K của phản ứng từ E_{pin}° .

Đáp án: $K = 10^{204}$

16. (EX20-8B) Should the reaction of $\text{Sn}(\text{s})$ and $\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$ go to completion? Explain.

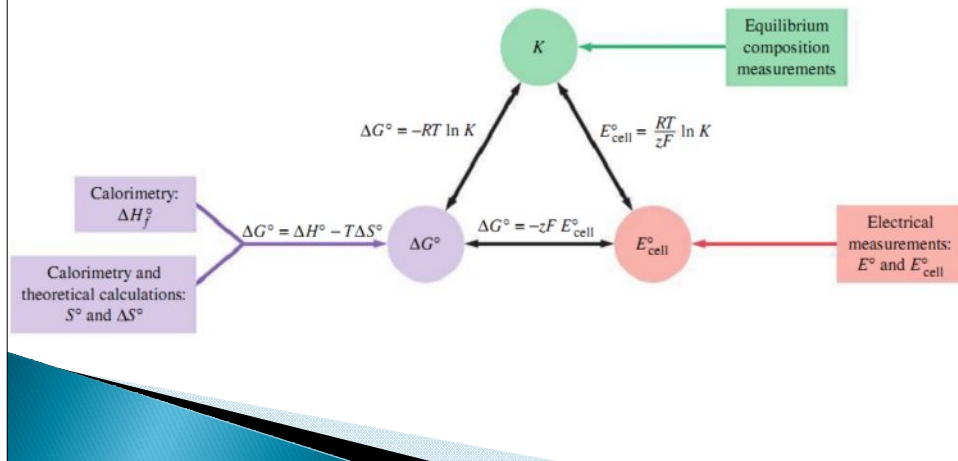
Phản ứng giữa Sn và Pb^{2+} có xảy ra hoàn toàn hay không? Vì sao?

$2 \text{H}^+(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2(\text{g})$	0
$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{Pb}(\text{s})$	-0.125
$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{Sn}(\text{s})$	-0.137
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{Fe}(\text{s})$	-0.440
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{Zn}(\text{s})$	-0.763
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{e}^- \longrightarrow \text{Al}(\text{s})$	-1.676
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{Mg}(\text{s})$	-2.356
$\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Na}(\text{s})$	-2.713
$\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{Ca}(\text{s})$	-2.84
$\text{K}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{K}(\text{s})$	-2.924
$\text{Li}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Li}(\text{s})$	-3.040
Basic solution	
$\text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{OH}^-(\text{aq})$	+1.246

7.3. E_{cell} , ΔG và K

- Tương quan giữa E_{cell} và K :

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K = -zFE_{\text{cell}}^\circ$$



7.4 E_{cell} là hàm phụ thuộc nồng độ

- ΔG là hàm phụ thuộc nồng độ

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

$$-zFE_{\text{cell}} = -zFE_{\text{cell}}^\circ + RT \ln Q$$

$$E_{\text{cell}} = E_{\text{cell}}^\circ - \frac{RT}{zF} \ln Q$$

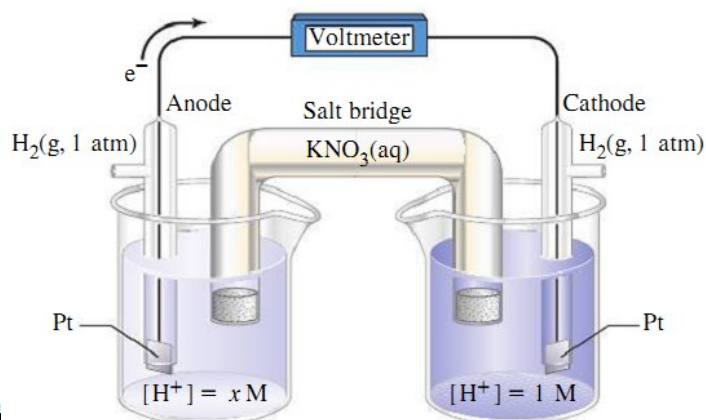
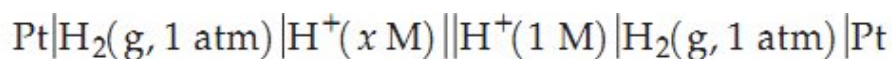
$$E_{\text{cell}} = E_{\text{cell}}^\circ - \frac{2.3026 RT}{zF} \log Q$$

(Phương Trình Nernst)

$$E_{\text{cell}} = E_{\text{cell}}^\circ - \frac{0.0592 \text{ V}}{z} \log Q \quad (20.18)$$

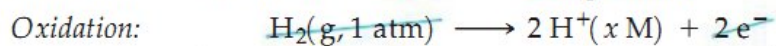
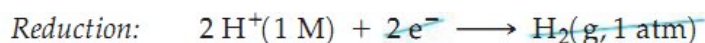
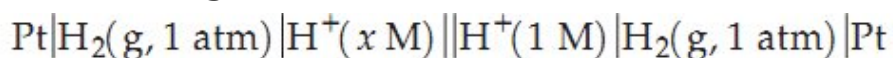
7.4 E_{cell} là hàm phụ thuộc nồng độ

► Pin nồng độ



7.4 E_{cell} là hàm phụ thuộc nồng độ

► Pin nồng độ



$$E_{\text{cell}}^{\circ} = E_{\text{H}^+/\text{H}_2}^{\circ} - E_{\text{H}^+/\text{H}_2}^{\circ} = 0 \text{ V}$$

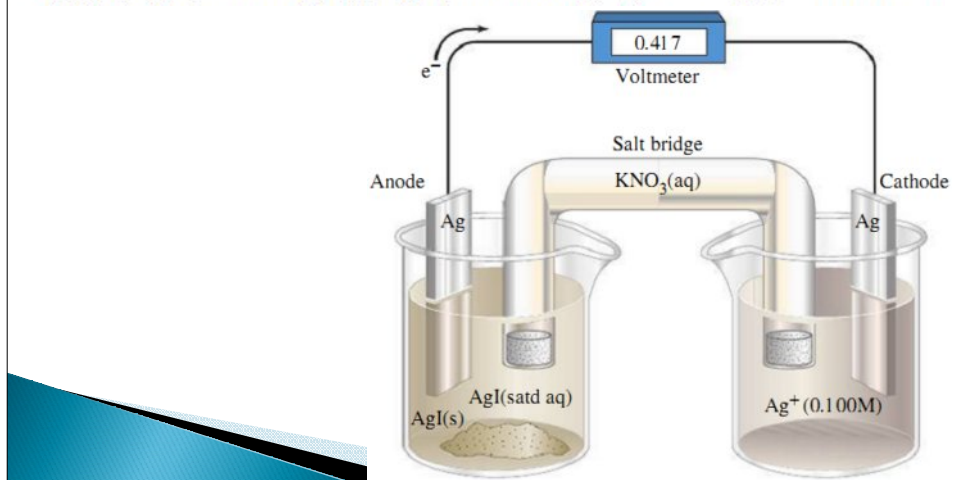
$$\Rightarrow E_{\text{cell}} = E_{\text{cell}}^{\circ} - \frac{0.0592 \text{ V}}{2} \log \frac{x^2}{1^2}$$

$$E_{\text{cell}} = 0 - \frac{0.0592 \text{ V}}{2} \times 2 \log \frac{x}{1} = -0.0592 \text{ V} \log x$$

$$E_{\text{cell}} = (0.0592 \text{ pH}) \text{ V}$$

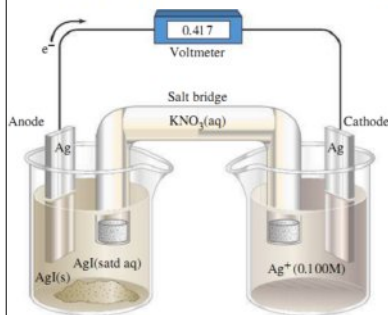
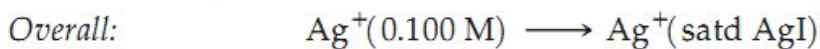
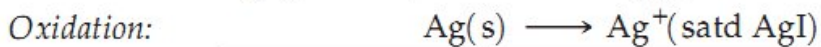
7.4 E_{cell} là hàm phụ thuộc nồng độ

► Đo lường K_{sp}



7.4 E_{cell} là hàm phụ thuộc nồng độ

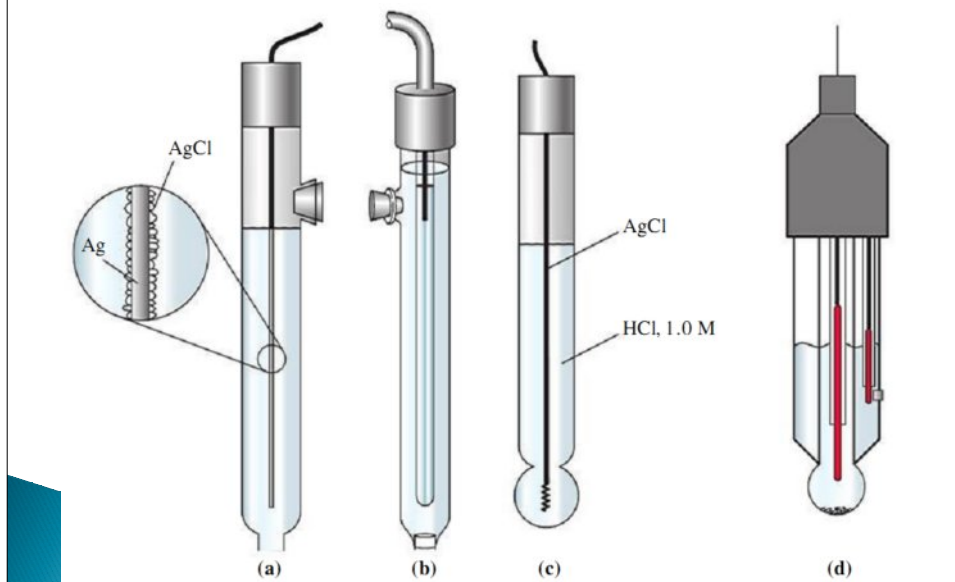
► Đo lường K_{sp}



$$\begin{aligned} E_{\text{cell}} &= E_{\text{cell}}^{\circ} - \frac{0.0592}{z} \log \frac{[\text{Ag}^+]_{\text{satd AgI}}}{[\text{Ag}^+]_{0.100 \text{ M soln}}} \\ &= E_{\text{cell}}^{\circ} - \frac{0.0592}{1} \log \frac{x}{0.100} \\ 0.417 &= 0 - 0.0592(\log x - \log 0.100) \\ \frac{0.417}{0.0592} &= -\log x + \log 0.100 \end{aligned}$$

7.4 E_{cell} là hàm phụ thuộc nồng độ

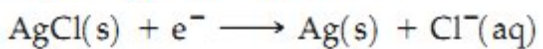
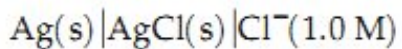
► Các điện cực tiêu chuẩn khác



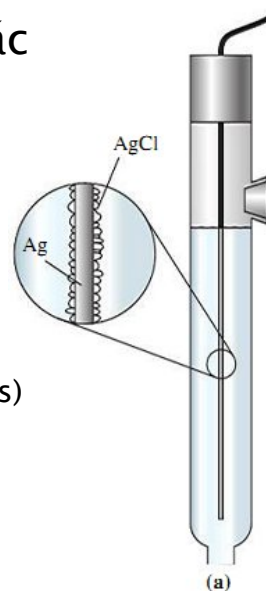
7.4 E_{cell} là hàm phụ thuộc nồng độ

► Các điện cực tiêu chuẩn khác

► Điện cực bạc-bạc chloride



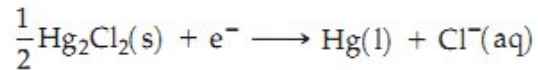
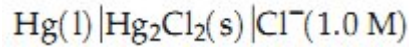
$$E^\circ = 0.22233 \text{ V at } 25^\circ \text{C}$$



7.4 E_{cell} là hàm phụ thuộc nồng độ

► Các điện cực tiêu chuẩn khác

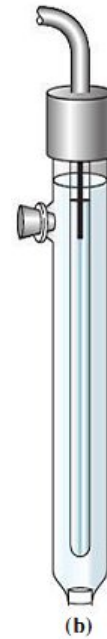
► Điện cực Calomel



• SCE : $E^\circ = 0.2412 \text{ V}$ at 25°C

(the saturated calomel electrode, SCE)

• 1 M KCl: $E^\circ = 0.2680 \text{ V}$ at 25°C

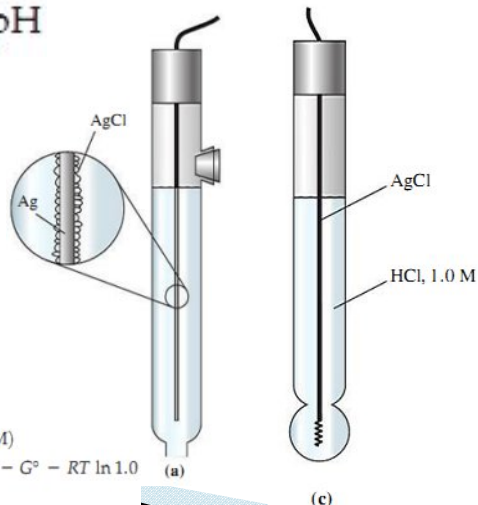


7.4 E_{cell} là hàm phụ thuộc nồng độ

► Các điện cực tiêu chuẩn khác

► Điện cực thủy tinh và phép đo pH điện hóa

$$E_{\text{cell}} = 0.0592 \text{ pH}$$



$$\begin{aligned} \Delta G &= G(\text{unknown}) - G(1.0 \text{ M}) \\ &= G^\circ + RT \ln[\text{unknown}] - G^\circ - RT \ln 1.0 \\ &= RT \ln[\text{unknown}] \end{aligned}$$

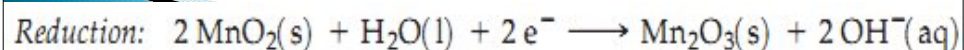
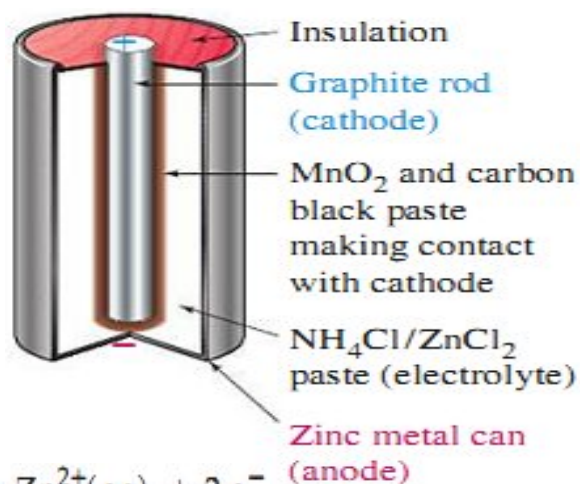
7.5 Ắc qui (Pin): Sinh điện bằng các phản ứng hóa học

▶ Pin là một thiết bị lưu trữ năng lượng hóa học, sau đó phát lại dưới dạng điện.

- Pin sơ cấp
- Pin thứ cấp
- Ắc quy dòng chảy và pin nhiên liệu

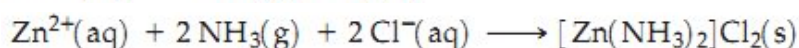
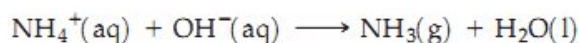
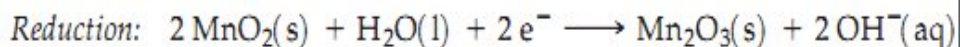
7.5 Ắc qui (Pin): Sinh điện bằng các phản ứng hóa học

▶ Pin khô (sơ cấp)
(Leclanché)

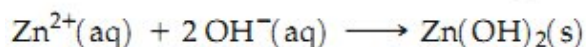
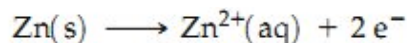


7.5 Ắc qui (Pin): Sinh điện bằng các phản ứng hóa học

▶ Pin khô (Leclanché)

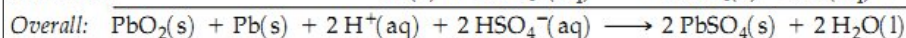
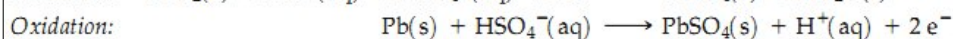
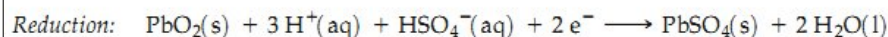
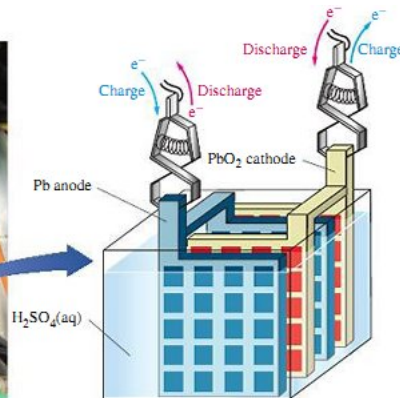


Sử dụng NaOH hoặc KOH thay cho NH_4Cl làm chất điện ly:



7.5 Ắc qui (Pin): Sinh điện bằng các phản ứng hóa học

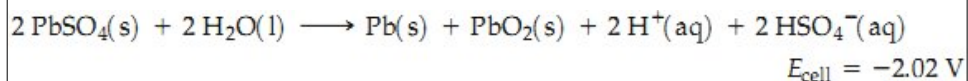
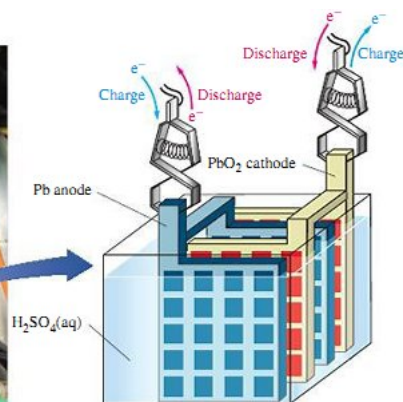
▶ Ắc quy chì-acid (thứ cấp).



$$E_{\text{cell}} = E_{\text{PbO}_2/\text{PbSO}_4} - E_{\text{PbSO}_4/\text{Pb}} = 1.74\text{ V} - (-0.28\text{ V}) = 2.02\text{ V} \quad (20.24)$$

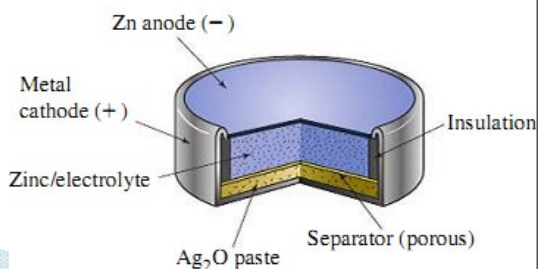
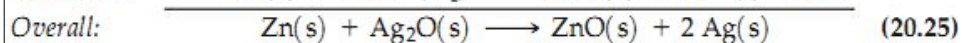
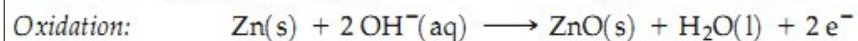
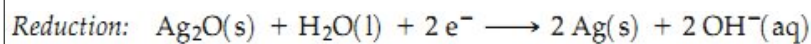
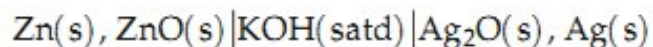
7.5 Ắc qui (Pin): Sinh điện bằng các phản ứng hóa học

▶ Ắc qui chì–acid (thứ cấp).



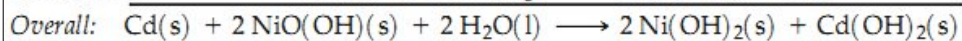
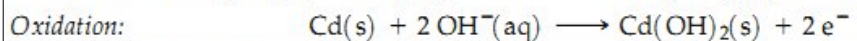
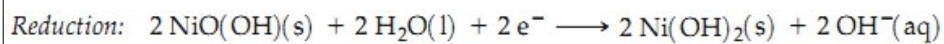
7.5 Ắc qui (Pin): Sinh điện bằng các phản ứng hóa học

▶ Tế bào bạc–kẽm: Pin cúc áo (sơ cấp)



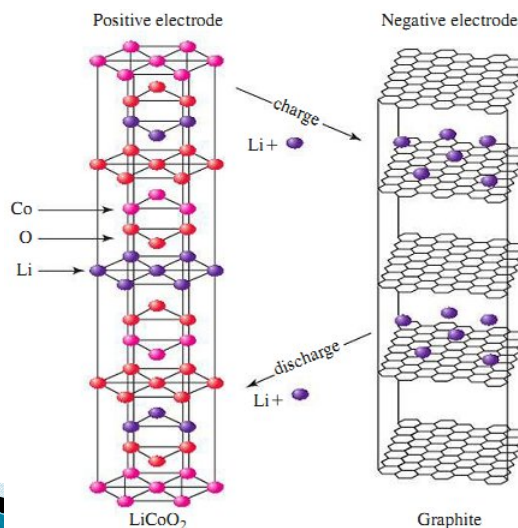
7.5 Ắc qui (Pin): Sinh điện bằng các phản ứng hóa học

- ▶ Tế bào Niken–Cadmium: Pin có thể sạc lại



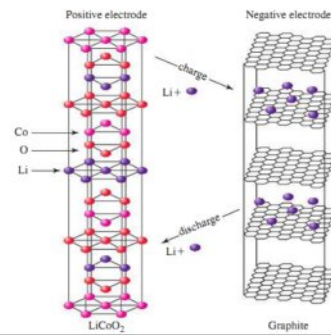
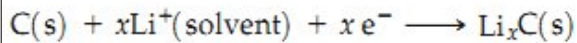
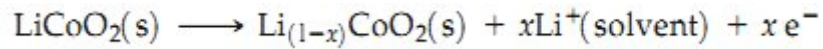
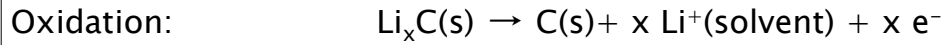
7.5 Ắc qui (Pin): Sinh điện bằng các phản ứng hóa học

- ▶ Ắc quy Lithium–ion (thứ cấp): Pin có thể sạc lại



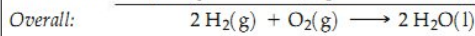
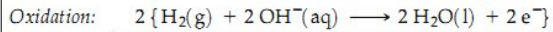
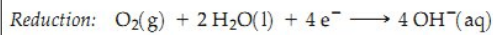
7.5 Ắc qui (Pin): Sinh điện bằng các phản ứng hóa học

- ▶ Ắc qui Lithium-ion (thứ cấp): Pin có thể sạc lại

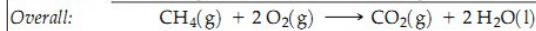
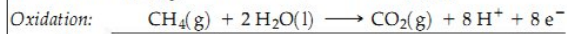
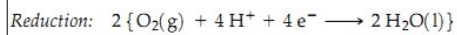
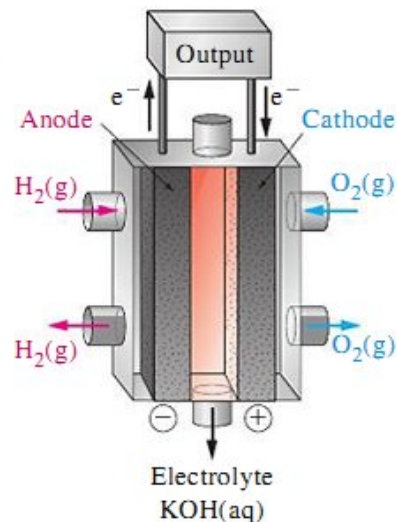


7.5 Ắc qui (Pin): Sinh điện bằng các phản ứng hóa học

- ▶ Pin nhiên liệu (fuel cell)



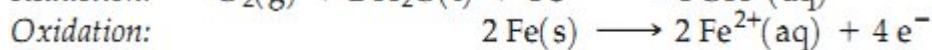
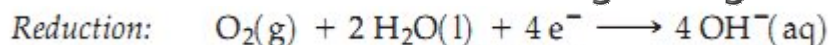
$$E_{\text{cell}}^{\circ} = E_{\text{O}_2/\text{OH}^-}^{\circ} - E_{\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2}^{\circ} = 0.401 \text{ V} - (-0.828 \text{ V}) = 1.229 \text{ V}$$



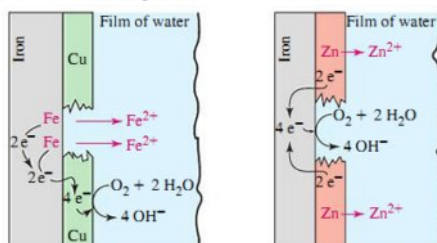
$$\Delta H^{\circ} = -890 \text{ kJ} \quad \Delta G^{\circ} = -818 \text{ kJ} \quad \varepsilon = 0.92$$

7.6 Ăn mòn:

Các tế bào Volta không mong muốn

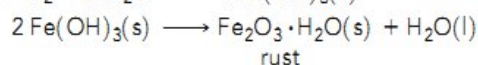
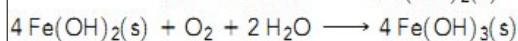
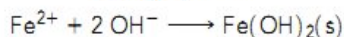


$$E_{\text{cell}}^{\circ} = E_{\text{O}_2/\text{OH}^-}^{\circ} - E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}^{\circ} = 0.401 \text{ V} - (-0.440 \text{ V}) = 0.841 \text{ V}$$



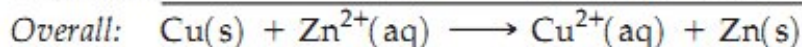
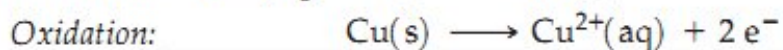
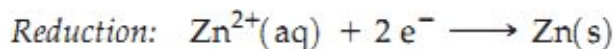
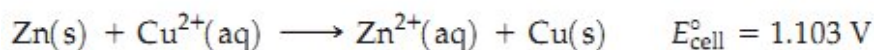
(a) Copper-plated iron

(b) Galvanized iron



7.7 Điện phân:

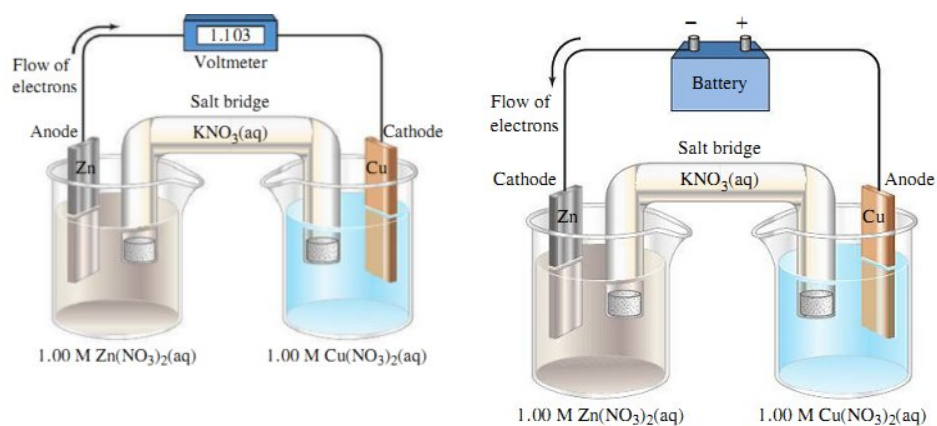
giúp phản ứng không tự phát xảy ra



$$E_{\text{cell}}^{\circ} = E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^{\circ} - E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^{\circ} = -0.763 \text{ V} - 0.340 \text{ V} = -1.103 \text{ V}$$

Thay đổi tế bào volta thành một tế bào điện phân là đảo ngược hướng của dòng electron

7.7 Điện phân: giúp phản ứng không tự phát xảy ra

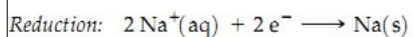
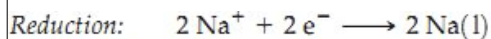


Thay đổi tế bào volta thành một tế bào điện phân là đảo ngược hướng của dòng electron

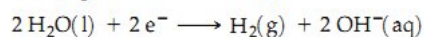
7.7 Điện phân: giúp phản ứng không tự phát xảy ra

Dự đoán phản ứng điện phân:

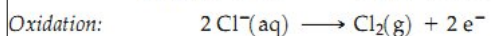
- Quá thế
- Phản ứng cạnh tranh
- Tác chất không ở trạng thái chuẩn
- Bản chất và hoạt độ của điện cực



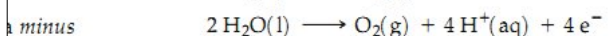
$$E_{\text{Na}^+/\text{Na}}^{\circ} = -2.71 \text{ V} \quad (20.29)$$



$$E_{\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2}^{\circ} = (-0.83 \text{ V}) \quad (20.30)$$



$$-E_{\text{Cl}_2/\text{Cl}^-}^{\circ} = -(1.36 \text{ V}) \quad (20.31)$$

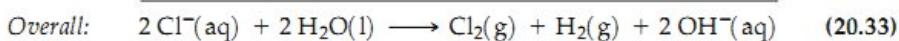
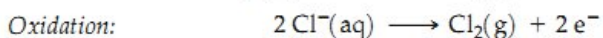
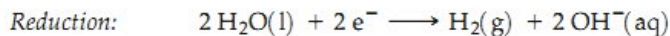


$$-E_{\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}}^{\circ} = -(1.23 \text{ V}) \quad (20.32)$$

7.7 Điện phân: giúp phản ứng không tự phát xảy ra

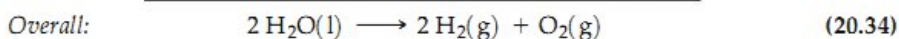
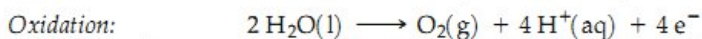
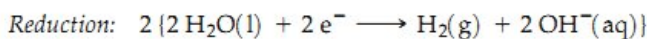
Dự đoán phản ứng điện phân:

Half-reaction (20.30) + half-reaction (20.31):



$$E_{\text{cell}}^\circ = E_{\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2}^\circ - E_{\text{Cl}_2/\text{Cl}^-}^\circ = -0.83 \text{ V} - (1.36 \text{ V}) = -2.19 \text{ V}$$

Half-reaction (20.30) + half-reaction (20.32):



$$E_{\text{cell}}^\circ = E_{\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2}^\circ - E_{\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}}^\circ = -0.83 \text{ V} - (1.23 \text{ V}) = -2.06 \text{ V}$$

7.7 Điện phân: giúp phản ứng không tự phát xảy ra

Điện phân định lượng:

$$\text{number of mol } e^- = \text{current} \left(\frac{\text{C}}{\text{s}} \right) \times \text{time (s)} \times \frac{1 \text{ mol } e^-}{96,485 \text{ C}}$$

