BÀI GIẢNG: THẾ ĐIỆN CỰC VÀ NGUỒN ĐIỆN HÓA HỌC
CHUYÊN ĐỀ: PIN ĐIỆN VÀ ĐIỆN PHÂN
MÔN: HÓA HỌC 12
GIÁO VIÊN: PHẠM THANH TÙNG

MỤC TIÊU

- ✓ *Mô tả được cặp oxi hóa – khử của kim loại.*
- ✓ *Nêu được giá trị thế điện cực chuẩn là đại lượng đánh giá khả năng khử các dạng khử, khả năng oxi hóa giữa các dạng oxi hóa trong điều kiện chuẩn.*
- ✓ *Sử dụng được bảng giá trị thế điện cực chuẩn để: so sánh được tính khử, tính oxi hóa giữa các cặp oxi hóa – khử; Dự đoán được chiều hướng xảy ra phản ứng giữa hai cặp oxi hóa – khử; tính được sức điện động của pin điện hóa tạo bởi hai cặp oxi hóa – khử.*
- ✓ *Nêu được cấu tạo, nguyên tắc hoạt động của pin Galvani, ưu điểm chính của một số loại pin khác nhau như acquy; pin nhiên liệu; pin Mặt Trời;…*
- ✓ *Lắp ráp được pin đơn giản (pin đơn giản: 2 thanh kim loại khác nhau cắm vào quả chanh, lọ nước muối,…) và đo được sức điện động của pin.*

I. CẶP OXI HÓA – KHỬ

Ví dụ: Nhúng một lá Zn vào dung dịch $CuSO_4$

a) Viết phương trình ion thu gọn

$$Zn + Cu^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Cu$$

b) Chỉ ra vài trò của mỗi chất trong phản ứng trên

$$Zn^{2+}/Zn; Cu^{2+}/Cu$$

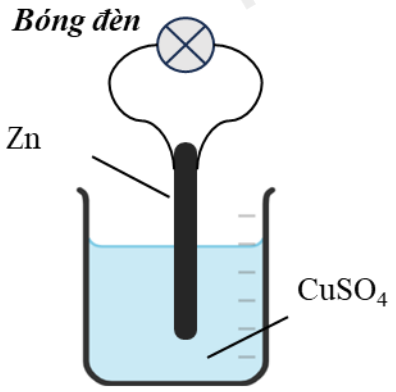
$\Longrightarrow$ Cặp oxi hóa – khử được viết dưới dạng: M^{n+}/M

$\Longrightarrow$ Các nguyên tố phim kim cũng có cặp oxi hóa – khử

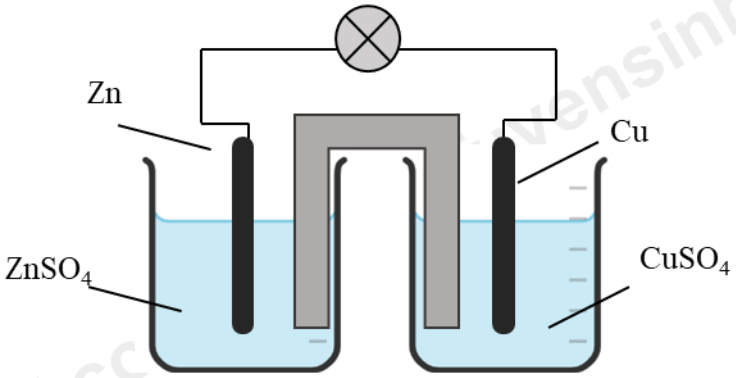
II. PIN ĐIỆN HÓA

1 Khái niệm về pin điện hóa, sức điện động và thế điện cực

Quan sát hai thí nghiệm sau và cho biết điểm giống và khác nhau ở hai phản ứng hóa học trong thí nghiệm trên



Thí nghiệm 1



Thí nghiệm 2

Giống nhau: Đều xảy ra quá trình oxi hóa khử

$$\begin{cases} \overset{0}{Zn} \longrightarrow Zn^{2+} + 2e \\ Cu^{2+} + 2e \longrightarrow \overset{0}{Cu} \end{cases}$$

Khác nhau:

+) Thí nghiệm 1, phản ứng oxi hóa – khử chỉ xảy ra trên bề mặt kim loại

+) Thí nghiệm 2: xuất hiện dòng chuyển dưới electron, tạo dòng điện

Đây là mô hình một pin điện hóa đơn giản (hiện tượng chuyển hóa năng thành điện năng)

Lá kẽm (Zn) và lá đồng (Cu) được gọi là hai điện cực

- Lá kẽm (Zn) được gọi là anode

- Lá đồng (Cu) đươc gọi là cathode nơi xảy ra sự khử.

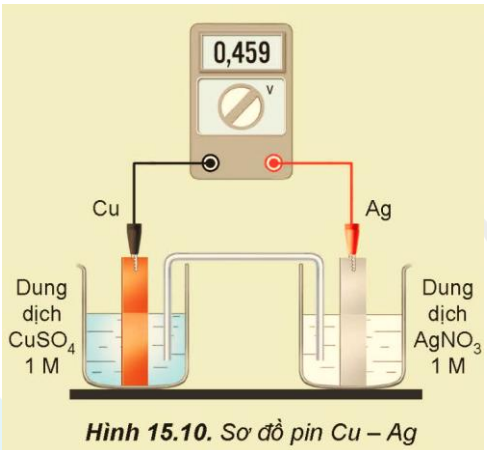
Theo quy ước trong điện học, dòng điện trong pin chạy từ cực dương sang cực âm $\Longrightarrow$ Lá kẽm đóng vai trò cực âm.

+) Cầu muối (thường là muối $NaNO_3$, KCl,…) giúp cân bằng điện tích của mỗi dung dịch.

Sức điện động (suất điện động) của pin được kí hiệu E^o_{pin}

$\Longrightarrow E^0_{pin} = E^o_{cathode} - E^o_{anode}$

$\Longrightarrow$ Phụ thuộc vào kim loại, nhiệt độ, nồng độ



Hình 15.10. Sơ đồ pin Cu – Ag

a) Xác định cathode và anode trong pin trên. Viết phương trình hóa học xảy ra

$$Cu + 2Ag^+ \longrightarrow Cu^{2+} + 2Ag$$

b) Tính sức điện động chuẩn của pin và so sánh giá trị hiển thị trên Volt kế

$E^o_{Cu^{2+}/Cu} = +0,340(V); E^o_{Ag^+/Ag} = +0,799(V)$

$\Rightarrow E^o_{pin} = E^o_{Ag^+/Ag} - E^o_{Cu^{2+}/Cu} = 0,799 - 0,340 = 0,459(V)$

2 Pin Galvani

Quan sát mô tả hình Pin Galvani:

+) Thanh Zn: cung cấp electron, đóng vai trò cực âm (anode),

+) Thanh Cu: nhận electron, đóng vai trò cực dương (cathode).

+) Cầu muối (thường là muối $NaNO_3$, KCl,…) giúp cân bằng điện tích của mỗi dung dịch.

Sức điện động (suất điện động) của pin được kí hiệu E^o_{pin}

$\Longrightarrow E^0_{pin} = E^o_{cathode} - E^o_{anode}$

3 Điện cực và thế điện cực chuẩn

Ứng với mỗi cặp oxi hóa – khử có thể thiết lập một điện cực (nhúng kim loại vào dung dịch của ion kim loại đó).

Điện cực chuẩn là điện cực kim loại có nồng độ ion kim loại 1 M và nhiệt độ đạt 25°C (298K)

Điện cực hydrogen chuẩn: gồm một lá Pt (hấp thụ bão hòa khí hydrogen với áp suất 1 bar), nhúng trong dung dịch acid với nồng độ H^+ 1M.

Mỗi điện cực ở điều kiện chuẩn có một lượng đặc trưng về điện thế, gọi là thế điện cực chuẩn.

Thế điện cực chuẩn được kí hiệu là $E^o_{\text{oxi hóa/khử}}$ (volt)

Thế điện cực chuẩn của hydrogen được quy ước bằng 0.

$\Longrightarrow$ Tính thế điện cực chuẩn của các cặp oxi hóa – khử khác bằng ách đo sự chênh lệch về điện thế (hiệu điện thế).

Nguyên tố	TÍNH OXI HOÁ CỦA DẠNG OXI HOÁ TĂNG DẦN	Bán phản ứng	TÍNH KHỬ CỦA DẠNG KHỬ GIẢM DẦN	Thế điện cực chuẩn E^o, V
Li		$Li^+ + 1e \rightleftharpoons Li$		−3,040
K		$K^+ + 1e \rightleftharpoons K$		−2,924
Ba		$Ba^{2+} + 2e \rightleftharpoons Ba$		−2,92
Ca		$Ca^{2+} + 2e \rightleftharpoons Ca$		−2,84
Na		$Na^+ + 1e \rightleftharpoons Na$		−2,713
Mg		$Mg^{2+} + 2e \rightleftharpoons Mg$		−2,356
Al		$Al^{3+} + 3e \rightleftharpoons Al$		−1,676
Zn		$Zn^{2+} + 2e \rightleftharpoons Zn$		−0,762
Cr		$Cr^{3+} + 3e \rightleftharpoons Cr$		−0,74
Fe		$Fe^{2+} + 2e \rightleftharpoons Fe$		−0,44
H_2		$2H_2O + 2e \rightleftharpoons H_2 + 2OH^-$		−0,414(2)
Cd		$Cd^{2+} + 2e \rightleftharpoons Cd$		−0,403
Ni		$Ni^{2+} + 2e \rightleftharpoons Ni$		−0,257
Sn		$Sn^{2+} + 2e \rightleftharpoons Sn$		−0,137
Pb		$Pb^{2+} + 2e \rightleftharpoons Pb$		−0,126
H_2		$2H^+ + 2e \rightleftharpoons H_2$		0,000
Cu		$Cu^{2+} + 2e \rightleftharpoons Cu$		+0,340
Fe		$Fe^{3+} + 1e \rightleftharpoons Fe^{2+}$		+0,771
Ag		$Ag^+ + 1e \rightleftharpoons Ag$		+0,799
Hg		$Hg^{2+} + 2e \rightleftharpoons Hg$		+0,853
Br		$Br_2(aq) + 2e \rightleftharpoons 2Br^-$		+1,087
O		$O_2 + 4H^+ + 4e \rightleftharpoons 2H_2O$		+1,229
Cl		$Cl_2(aq) + 2e \rightleftharpoons 2Cl^-$		+1,358
Au		$Au^{3+} + 3e \rightleftharpoons Au$		+1,52

4 Ý nghĩa của thế điện cực chuẩn

Giá trị thế điện cực chuẩn cho biết mức độ oxi hóa và mức độ khử của cặp oxi hóa – khử:

+) Giá trị thế điện cực chuẩn càng nhỏ thì tính khử (của dạng khử) càng mạnh.

+) Giá trị thế điện cực chuẩn càng lớn thì tính oxi hóa (của dạng oxi hóa) càng mạnh.

+) So sánh tính khử, tính oxi hóa giữa các cặp oxi hóa – khử.

Ví dụ: Dựa vào bảng thế điện cực chuẩn, hãy so sánh tính khử của Cu và Ag, tính oxi hóa của Cu^{2+} và Ag^{+}.

Cu	TÍNH OXI H	$Cu^{2+} + 2e \rightleftharpoons Cu$	TÍNH KH	+0,340
Fe		$Fe^{3+} + 1e \rightleftharpoons Fe^{2+}$		+0,771
Ag		$Ag^{+} + 1e \rightleftharpoons Ag$		+0,799

K^+ Na^+ Mg^{2+} Al^{3+} Zn^{2+} Fe^{2+} Ni^{2+} Sn^{2+} Pb^{2+} H^+ Cu^{2+} Ag^+ Au^{3+}

Tính oxi hóa của kim loại tăng

K Na Mg Al Zn Fe Ni Sn Pb H Cu Ag Au

Tính khử của kim loại giảm

Dự đoán chiều hướng của phản ứng oxi hóa – khử.

$\Rightarrow$ Chất khử mạnh tác dụng với chất oxi hóa mạnh tạo thành chất oxi hóa yếu hơn.

$\Rightarrow$ Quy tắc alpha (α)

Dựa vào giá trị thế điện cực chuẩn. Hãy viết phương trình hóa học xảy ra giữa các cặp oxi hóa – khử sau:

a) Cu^{2+}/Cu và $2H^+/H_2$.

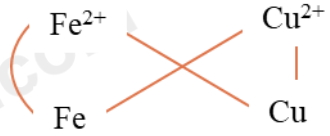
$Cu + 2H^+ \longrightarrow Cu^{2+} + H_2$

b) Fe^{2+}/Fe và Cu^{2+}/Cu.

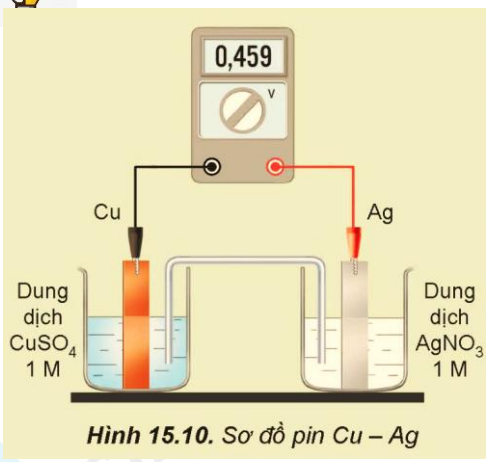
$Cu^{2+} + Fe \longrightarrow Cu + Fe^{2+}$

c) Fe^{3+}/Fe^{2+} và Cu^{2+}/Cu

$Cu + Fe^{3+} \longrightarrow Fe^{2+} + Cu^{2+}$



a) Xác định cathode và anode trong pin trên. Viết phương trình hóa học xảy ra



Hình 15.10. Sơ đồ pin Cu – Ag

$Cu + 2Ag^+ \longrightarrow Cu^{2+} + 2Ag$

b) Tính sức điện động chuẩn của pin và so sánh giá trị hiển thị trên Volt kế

$E^o_{Cu^{2+}/Cu} = +0,340(V); E^o_{Ag^+/Ag} = +0,799(V)$

$\Rightarrow E^o_{pin} = E^o_{Ag^+/Ag} - E^o_{Cu^{2+}/Cu} = 0,799 - 0,340 = 0,459(V)$

III. MỘT SỐ LOẠI PIN KHÁC

Pin acquy chì (pin thứ cấp – pin sạc):



+) Dễ sản xuất, giá thành thấp

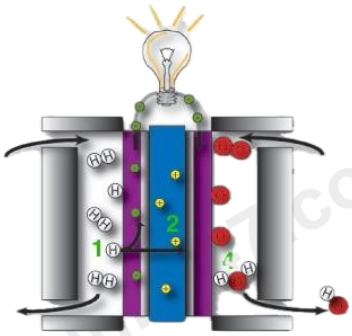
+) Hoạt động ổn định

+) Dễ thu hồi sulfuric acid và chì dễ tái chế

+) Nặng, tuổi thọ thấp

+) Gây ô nhiễm môi trường và ngộ độc chì.

Pin nhiên liệu



+) Điều chỉnh được cường độ

+) Hiệu suất chuyển đổi năng lượng cao, lượng chất thải ít và dễ kiểm soát

+) Giá thành cao

Pin mặt trời (Solar cell) – pin sạc

+) Là nguồn năng lượng sạch.

+) Tận dụng được năng lượng vô tận của Mặt Trời

+) Giá thành cao, sản xuất phức tạp

+) Phụ thuộc nhiều vào thời tiết

+) Có nguy cơ gây ô nhiễm môi trường với tấm pin hết hạn sử dụng

Pin lithium – ion (pin sạc)



- Nhỏ, gọn, nhẹ, bền, sạc nhanh
- Giá thành cao
- Dễ hư hỏng bởi nhiệt độ
- Tiềm ẩn nguy cơ cháy nổ