

## Bài 20.

## DÃY ĐIỆN HÓA CỦA KIM LOẠI

### I – MỤC TIÊU CỦA BÀI HỌC

#### 1. Kiến thức

Biết :

- Các khái niệm : cặp oxi hoá–khử của kim loại, pin điện hoá, suất điện động và thế điện cực.
- Cấu tạo của pin điện hoá, sự chuyển động của các phân tử mang điện khi pin điện hoá hoạt động.
- Các phản ứng hóa học xảy ra ở catot (cực +) và anot (cực –) của pin điện hoá.
- Thế điện cực chuẩn của kim loại
- Dãy thế điện cực chuẩn của kim loại và ý nghĩa của nó.

#### 2. Kỹ năng

- So sánh tính oxi hoá của các ion kim loại, tính khử của các kim loại giữa các cặp oxi hoá – khử.
- Xác định tên và dấu của các điện cực trong pin điện hoá, tính được suất điện động của pin điện hoá.
- Tính được thế điện cực chuẩn của một số cặp oxi hoá–khử trong pin điện hoá.

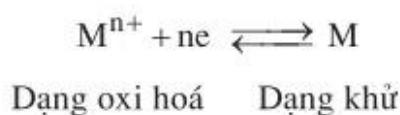
## II – CHUẨN BỊ

- Lắp ráp một số pin điện hoá Zn – Cu, Pb – Cu, Zn – Pb theo hình 5.3 SGK.
- Một số tranh ảnh đã được vẽ trước :
  - Sơ đồ chuyển dịch của các ion trong pin điện hoá Zn – Cu, hình 5.6 (SGK).
  - Sơ đồ cấu tạo của điện cực hiđro chuẩn, hình 5.7 (SGK).
  - Thí nghiệm xác định thế điện cực chuẩn của cặp  $Zn^{2+}/Zn$  hình 5.8 (SGK).
  - Thí nghiệm xác định thế điện cực chuẩn của cặp  $Ag^+/Ag$ , hình 5.9 (SGK).
  - Bảng dãy điện hoá chuẩn của kim loại (SGK). Tranh vẽ một số pin điện hoá.

## III – GỢI Ý TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### ▪ **Hoạt động 1. KHÁI NIỆM VỀ CẶP OXI HOÁ – KHỦ CỦA KIM LOẠI**

GV cho HS tìm hiểu khái niệm này trong SGK, sau đó yêu cầu HS khái quát theo sơ đồ :



và viết cặp oxi hoá – khử của kim loại M :  $M^{n+}/M$ .

### ▪ **Hoạt động 2. PIN ĐIỆN HOÁ**

Khác với môn Vật lí là tìm hiểu dòng điện trong pin điện hoá, môn Hoá học tìm hiểu về nguyên nhân, bản chất của phản ứng oxi hoá – khử đã phát sinh ra dòng điện.

Hoạt động 2 nên có những bước nhận thức như sau :

#### a) HS quan sát thí nghiệm

GV chuẩn bị sẵn pin điện hoá Zn – Cu (hình 5.3 SGK), lúc này GV nối 2 điện cực Zn và Cu bằng một dây dẫn, trên dây có mắc nối tiếp một vôn kế :

- Xuất hiện dòng điện một chiều từ lá Cu (cực +) đến lá Zn (cực –). Chú ý rằng chiều di chuyển của dòng electron ở mạch ngoài thì ngược lại, từ lá Zn (cực –) đến lá Cu (cực +). Suất điện động của pin đo được là 1,10 V.

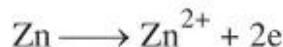
- Điện cực Zn bị ăn mòn dần.

- Có một lớp kim loại đồng bám trên điện cực Cu.
- Màu xanh của cốc đựng dung dịch  $\text{CuSO}_4$  bị nhạt dần.

b) HS giải thích hiện tượng của thí nghiệm

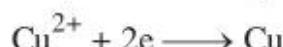
GV yêu cầu HS giải thích các hiện tượng quan sát được trong quá trình hoạt động của pin điện hoá Zn – Cu :

- Điện cực Zn bị oxi hoá :



Do vậy cực Zn bị ăn mòn.

- Trong cốc đựng dung dịch  $\text{CuSO}_4$ , các ion  $\text{Cu}^{2+}$  di chuyển đến lá Cu, tại đây chúng bị khử thành Cu kim loại bám trên cực đồng :



Nồng độ  $\text{Cu}^{2+}$  trong dung dịch giảm dần, khiến cho màu xanh của dung dịch nhạt dần.

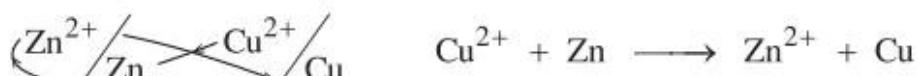
- Trong quá trình hoạt động của pin điện hoá Zn – Cu, nồng độ ion  $\text{Zn}^{2+}$  trong cốc đựng dung dịch  $\text{ZnSO}_4$  tăng dần, nồng độ ion  $\text{Cu}^{2+}$  trong cốc kia giảm dần. Đến một lúc nào đó, dòng electron trong dây dẫn không còn, dòng điện tự ngắt.

– Để duy trì được dòng điện trong quá trình hoạt động của pin điện hoá, người ta dùng *cầu muối*. GV cho HS phân tích vai trò của cầu muối là trung hoà điện tích của 2 dung dịch : các ion dương  $\text{NH}_4^+$  hoặc  $\text{K}^+$  và  $\text{Zn}^{2+}$  di chuyển qua cầu muối đến cốc đựng dung dịch  $\text{CuSO}_4$ .

Ngược lại, các ion âm  $\text{NO}_3^-$  và  $\text{SO}_4^{2-}$  di chuyển qua cầu muối đến dung dịch  $\text{ZnSO}_4$ .

GV viết phương trình hoá học của phản ứng xảy ra trong pin điện hoá Zn – Cu.

Quy tắc  $\alpha$  :



$$E_{\text{pin}}^{\circ} = 1,10 \text{ V}$$

### Kết luận :

- Có sự biến đổi nồng độ của các ion  $Cu^{2+}$  và  $Zn^{2+}$  trong quá trình hoạt động của pin.
- Năng lượng của phản ứng oxi hóa – khử trong pin điện hoá đã sinh ra dòng điện một chiều.
- Những yếu tố ảnh hưởng đến suất điện động của pin điện hoá như : nhiệt độ, nồng độ của ion kim loại, bản chất của kim loại làm điện cực.

#### ▪ Hoạt động 3. THẾ ĐIỆN CỰC CHUẨN CỦA KIM LOẠI

GV đặt vấn đề : Vì sao cần phải xác định thế điện cực chuẩn cho mỗi cặp oxi hóa – khử ?

Hoạt động 3 nên có những bước hoạt động nhận thức sau :

a) GV thông báo về thế điện cực hidro chuẩn

GV dùng tranh vẽ sẵn hình 5.7 (SGK) để giới thiệu cho HS biết :

– Cấu tạo của điện cực hidro chuẩn.

– Quy ước về thế điện cực hidro chuẩn :  $E^{\circ}(2H^+/H_2) = 0,00 V$ .

b) HS tìm hiểu về cách xác định thế điện cực chuẩn của kim loại

– Dùng tranh vẽ sẵn hình 5.8 (SGK) để HS trình bày về những nội dung của thí nghiệm xác định thế điện cực chuẩn của cặp  $Zn^{2+}/Zn$ .

◦ Cách lắp thiết bị để xác định thế điện cực chuẩn của một kim loại nào đó, thí dụ kim loại Zn.

◦ Những phản ứng hóa học xảy ra ở các điện cực khi pin Zn – H hoạt động.

◦ Thế điện cực chuẩn của cặp  $Zn^{2+}/Zn$ . Lưu ý HS đến giá trị âm (-) của thế điện cực chuẩn (-0,76 V).

– Dùng tranh vẽ sẵn hình 5.9 (SGK) để HS trình bày về những nội dung của thí nghiệm xác định thế điện cực chuẩn của cặp  $Ag^+/Ag$ . Hoạt động dạy và học tương tự đã nói ở trên. Ở đây GV lưu ý HS đến giá trị dương (+) của thế điện cực chuẩn của cặp  $Ag^+/Ag$  (+0,80V).

– GV hướng dẫn HS rút ra nhận xét về thế điện cực chuẩn của kim loại :

◦ Trường hợp nào thì thế điện cực chuẩn của cặp  $M^{n+}/M$  có giá trị dương ?

◦ Trường hợp nào thì thế điện cực chuẩn của cặp  $M^{n+}/M$  có giá trị âm ?

▪ **Hoạt động 4.** DÂY THẾ ĐIỆN CỤC CHUẨN CỦA KIM LOẠI (trọng tâm)

Các hoạt động nhận thức nên như sau :

a) HS tìm hiểu về cách sắp xếp các cặp oxi hoá – khử trong dây thế điện cực chuẩn của kim loại

GV đặt câu hỏi hướng dẫn HS tìm hiểu :

– Thế nào là thế điện cực chuẩn của kim loại ?

– Nguyên tắc sắp xếp các cặp oxi hoá – khử của kim loại trong dãy ?

GV giới thiệu *Dây thế điện cực chuẩn của kim loại* đã được viết sẵn trên băng giấy (xem SGK).

b) HS nhận xét về sự biến thiên tính chất của dây thế điện cực chuẩn của kim loại

– GV đặt câu hỏi hướng dẫn HS nghiên cứu : Theo chiều  $E^0_{(M^{n+}/M)}$  tăng dần, tính oxi hoá của  $M^{n+}$  và tính khử của kim loại M biến thiên như thế nào ?

▪ **Hoạt động 5.** Ý NGHĨA CỦA DÂY THẾ ĐIỆN CỤC CHUẨN CỦA KIM LOẠI (trọng tâm)

Hoạt động tìm hiểu về ý nghĩa của thế điện cực chuẩn của kim loại nên chia thành những hoạt động nhỏ sau :

*Hoạt động tìm hiểu về chiều của phản ứng giữa 2 cặp oxi hoá – khử của kim loại*

HS phân tích phản ứng giữa 2 cặp oxi hoá – khử :  $Cu^{2+}/Cu$  ( $E^0 = +0,34V$ ) và  $Ag^+/Ag$  ( $E^0 = +0,80V$ ) theo các câu hỏi của GV :

– Ion  $Cu^{2+}$  và  $Ag^+$ , ion nào có tính oxi hoá mạnh hơn ? yếu hơn ?

– Kim loại Cu và Ag, kim loại nào có tính khử mạnh hơn ? yếu hơn ?

– Cặp oxi hoá – khử của kim loại nào có thế điện cực chuẩn cao hơn ? nhô hơn ?

Từ những phân tích đó, GV cho HS tìm hiểu về chiều xảy ra phản ứng của 2 cặp oxi hoá – khử trên (quy tắc  $\alpha$ ).

GV kết luận về chiều của phản ứng hoá học : có 3 kết luận tương đương về mặt ý nghĩa, nên cho HS biết :

**Kim loại của cặp oxi hoá – khử có thể điện cực chuẩn nhỏ khử được kim loại của cặp oxi hoá – khử có thể điện cực chuẩn lớn hơn trong dung dịch muối :**



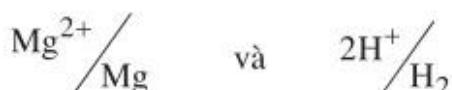
**Hoặc : Cation kim loại trong cặp oxi hoá – khử có thể điện cực lớn hơn oxi hoá được kim loại trong cặp oxi hoá – khử có thể điện cực nhỏ hơn.**

**Hoặc : Chất oxi hoá mạnh hơn sẽ oxi hoá chất khử mạnh hơn, sinh ra chất oxi hoá yếu hơn và chất khử yếu hơn (quy tắc α)**



$$E^\circ = +0,34V \quad E^\circ = +0,80V$$

HS tìm hiểu về phản ứng giữa chất oxi hoá và chất khử giữa hai cặp oxi hoá – khử :



$$E^\circ = -2,37V \quad E^\circ = 0,00V$$

HS rút ra kết luận về chiều của phản ứng (Quy tắc α) :

**– Kim loại trong cặp oxi hoá – khử có thể điện cực chuẩn nhỏ hơn 0,00 V đây được hidro ra khỏi dung dịch axit  $HCl$  và  $H_2SO_4$  loãng.**

**– Hoặc : Cation  $H^+$  trong cặp  $2H^+/H_2$  oxi hoá được kim loại trong cặp oxi hoá – khử có thể điện cực chuẩn nhỏ hơn (thể điện cực chuẩn âm).**

**– Hoặc : Chất oxi hoá mạnh hơn ( $H^+$ ) sẽ oxi hoá chất khử mạnh hơn ( $Mg$ ) sinh ra chất oxi hoá ( $Mg^{2+}$ ) và chất khử yếu hơn ( $H_2$ ).**



$$E^\circ = -2,37V \quad E^\circ = 0,00V$$



HS tìm hiểu cách xác định suất điện động chuẩn của pin điện hoá theo các câu dẫn dắt của GV :

– Pin điện hoá được cấu tạo bằng hai cặp oxi hoá – khử của hai kim loại khác nhau (có thể điện cực chuẩn khác nhau), việc xác định dấu của các điện cực như thế nào ? (Kim loại có tính khử mạnh hơn là cực âm, kim loại có tính khử yếu hơn là cực dương ; Hoặc : Kim loại có thể điện cực chuẩn cao hơn là cực dương, ngược lại là cực âm).

– Suất điện động chuẩn của pin điện hoá được xác định như thế nào ? (xem SGK).

– GV cho HS vận dụng điều đã biết để xác định suất điện động chuẩn của một số pin điện hoá (sử dụng dây điện hoá chuẩn) :

- Pin Zn – Cu ;
- Pin Zn – Pb ;
- Pin Cu – Ag.

▪ **Hoạt động 7. XÁC ĐỊNH THẾ ĐIỆN CỰC CHUẨN CỦA CẶP OXI HOÁ – KHỬ (trọng tâm)**

GV có thể đặt vấn đề : Bằng cách nào có thể xác định được  $E^0$  của một cặp oxi hoá-khử, khi biết suất điện động chuẩn của pin điện hoá ( $E_{pdh}^0$ ) và biết thế điện cực chuẩn của cặp oxi hoá-khử còn lại ?

GV cho một, hai thí dụ để HS tính toán (chú ý đến dấu của thế điện cực chuẩn).

▪ **Hoạt động 8. CÙNG CỐ**

GV có thể cùng cố bài học bằng cách cho HS làm các bài tập 1, 3a, 7a (SGK).

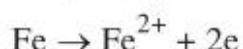
#### IV – HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRONG SÁCH GIÁO KHOA

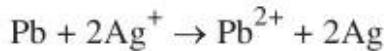
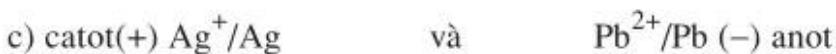
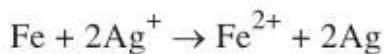
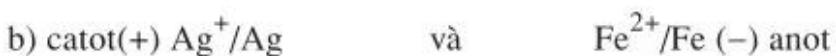
1. Chọn B.

2. Chọn C.

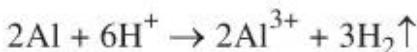
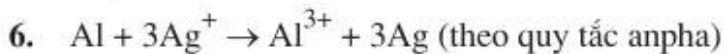
3.  $\text{Ag}^+/\text{Ag}$  ;  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$  ;  $\text{Al}^{3+}/\text{Al}$  ;  $\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}$  ;  $\text{Na}^+/\text{Na}$  ;

4. a) catot(+)  $\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}$       và       $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$  (-) anot





5. Chọn C



7. a) điện cực âm là Fe và điện cực dương là Ni.



c) Suất điện động chuẩn =  $-0,26 - (-0,44) = +0,18\text{V}$ .

8. HS tự giải.

## V – THÔNG TIN BỔ SUNG KIẾN THỨC

### ▪ Điện cực hidro chuẩn

Để có thể so sánh thế điện cực giữa hai cặp oxi hoá – khử, điều cần thiết trước hết là thế điện cực của chúng phải được so sánh với một tiêu chí nào đó. Có nghĩa là, ta phải chọn một cặp oxi hoá – khử để quy chiếu và quy ước nó có thể điện cực bằng không (0). Cặp quy chiếu được chọn là cặp oxi hoá – khử  $2\text{H}^+/\text{H}_2$ .

Quy ước rằng : Một thanh platin (Pt) được đặt trong một dung dịch axit có  $\text{pH} = 0$  và áp suất của khí hidro bằng 1 atm thì nửa pin hidro này được gọi là *điện cực hidro chuẩn*. Thế điện cực hidro chuẩn của cặp  $2\text{H}^+/\text{H}_2$ , kí hiệu là  $E_{2\text{H}^+/\text{H}_2}^0$  có giá trị bằng không (0) :

$$E_{2\text{H}^+/\text{H}_2}^0 = 0,00 \text{ V}$$

Ta dùng thế điện cực hidro chuẩn  $E_{2\text{H}^+/\text{H}_2}^0$  để xác định thế điện cực chuẩn cho các cặp oxi hoá – khử khác. Bằng cách nối cặp oxi hoá – khử  $\text{M}^{n+}/\text{M}$

chuẩn (cation  $M^{n+}$  có nồng độ 1M, nhiệt độ  $25^{\circ}C$ ) với cặp  $2H^+/H_2$  chuẩn. Có 2 trường hợp xảy ra với giá trị của thế điện cực chuẩn :

– Thế điện cực chuẩn của cặp  $M^{n+}/M$  là số dương nếu khả năng oxi hoá của ion  $M^{n+}$  trong nửa pin  $M^{n+}/M$  là mạnh hơn ion  $H^+$  trong nửa pin  $2H^+/H_2$ .

– Thế điện cực chuẩn của cặp  $M^{n+}/M$  là số âm nếu khả năng oxi hoá của ion  $M^{n+}$  trong nửa pin  $M^{n+}/M$  là yếu hơn ion  $H^+$  trong nửa pin  $2H^+/H_2$ .

*Thí dụ.* Thế điện cực chuẩn của các cặp kim loại :

$$E_{Ag^+/Ag}^0 = +0,80V$$

$$E_{Zn^{2+}/Zn}^0 = -0,76V$$

#### ▪ Dãy thế điện cực chuẩn của kim loại

Dãy thế điện cực chuẩn của kim loại còn được gọi là dãy thế oxi hoá–khử chuẩn của kim loại, hoặc dãy thế khử chuẩn của kim loại. Tuỳ thuộc vào mục đích sử dụng, người ta dùng tên dãy sao cho phù hợp.

– Nếu muốn xác định suất điện động chuẩn của một pin điện hoá ( $E_{pdh}^0$ ) hoặc thế điện cực chuẩn của một cặp oxi hoá–khử ( $E_{M^{n+}/M}^0$ ), người ta dùng các số liệu trong dãy thế điện cực chuẩn của kim loại.

– Nếu muốn xác định chiều của một phản ứng oxi hoá–khử (phản ứng oxi hoá–khử đó có xảy ra không) ta dùng các số liệu trong dãy thế oxi hoá chuẩn hoặc dãy thế khử chuẩn.

#### ▪ Ý nghĩa của dãy thế điện cực chuẩn của kim loại

##### 1. Dùng dãy thế điện cực chuẩn của kim loại để

a) Xác định suất điện động chuẩn của pin điện hoá Al–Cu

$$E_{pdh}^0 = E_{cực\oplus}^0 - E_{cực\ominus}^0$$

$$\text{Ta có : } E_{pdh}^0 = +0,34V - (-1,66V) = 2,00V$$

b) Xác định thế điện cực chuẩn của cặp oxi hoá–khử

Biết suất điện động chuẩn của pin điện hoá Zn–Ag là 1,56V và thế điện cực chuẩn của cặp oxi hoá–khử  $Ag^+/Ag$  là +0,80V. Hãy xác định thế điện cực chuẩn của cặp  $Zn^{2+}/Zn$ .

$$E_{\text{pdh}}^0 = E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^0 - E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0$$

Suy ra :

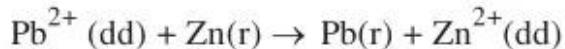
$$\begin{aligned} E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 &= E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^0 - E_{\text{pdh}}^0 \\ &= +0,80V - 1,56V \\ &= -0,76V \end{aligned}$$

## 2. Dùng dây thé oxi hoá–khử chuẩn của kim loại (dây thé khử chuẩn) để dự đoán chiều của phản ứng oxi hoá–khử

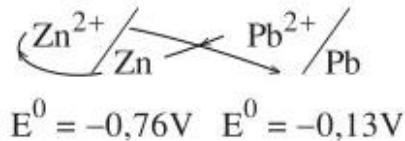
Xác định chiều của phản ứng oxi hoá–khử cũng là sự tìm hiểu về phản ứng đó trong điều kiện tự nhiên có xảy ra hay không.

Có một số phương pháp xác định chiều của phản ứng oxi hoá–khử :

**Phương pháp 1 :** Phương pháp định tính như đã trình bày trong bài học, thí dụ, ion  $\text{Pb}^{2+}$  có oxi hoá được Zn hay không trong phản ứng



Nếu phản ứng hoá học trên xảy ra giữa 2 cặp oxi hoá–khử  $\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}$  và  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$ , ta viết các cặp oxi hoá–khử trên theo trình tự : cặp nào có giá trị  $E^0$  lớn hơn ở bên phải, cặp có giá trị  $E^0$  nhỏ hơn ở bên trái. Ta có :

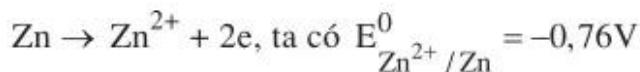


Theo quy tắc  $\alpha$  : ion  $\text{Pb}^{2+}$  oxi hoá được Zn, sản phẩm là những chất oxi hoá ( $\text{Zn}^{2+}$ ) và chất khử ( $\text{Pb}$ ) yếu hơn. Phản ứng trên có xảy ra.

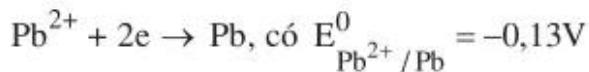
**Phương pháp 2 :** Phương pháp định lượng được tiến hành như sau

Phản ứng hoá học trên được tạo nên từ 2 nửa phản ứng :

- Nửa phản ứng oxi hoá :



- Nửa phản ứng khử :



Thế oxi hoá – khử của cả phản ứng ( $E_{pu}^0$ ) được tính theo công thức :

$$E_{pu}^0 = E_{Pb^{2+}/Pb}^0 - E_{Zn^{2+}/Zn}^0 = -0,13V - (-0,76V) = +0,63V$$

$E^0$  của phản ứng oxi hoá–khử là số dương ( $E_{pu}^0 > 0$ ), kết luận là phản ứng trên có xảy ra, hoặc ion  $Pb^{2+}$  oxi hoá được Zn.

**Phương pháp 3 :** Ta tìm thế oxi hoá–khử của cả phản ứng ( $E_{pu}^0$ ) theo công thức :

$$E_{pu}^0 = E_{khử}^0 + E_{oxh}^0$$

Chú ý là ở đây,  $E_{khử}^0$  có giá trị như đã ghi trong dãy điện hoá chuẩn, còn  $E_{oxh}^0$  có giá trị như  $E_{khử}^0$  nhưng ngược dấu :

Nửa phản ứng oxi hoá :  $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e$ , ta có  $E_{oxh}^0 = +0,76V$

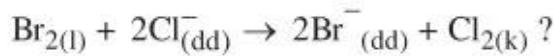
Nửa phản ứng khử :  $Pb^{2+} + 2e \rightarrow Pb$ , có  $E_{khử}^0 = -0,13V$

Ta có thế oxi hoá–khử của cả phản ứng là :

$$E_{pu}^0 = -0,13V + (+0,76V) = +0,63V$$

Kết luận :  $E_{pu}^0 > 0$ , phản ứng trên xảy ra.

Ta tìm hiểu một thí dụ khác,  $Br_2$  có oxi hoá được ion  $Cl^-$  trong phản ứng :



– **Theo phương pháp I :**



$Cl_2$  oxi hoá được  $Br^-$ , ngược lại  $Br_2$  không oxi hoá được  $Cl^-$ . Kết luận : phản ứng trên không xảy ra.

– **Theo phương pháp 2 :**

$$E_{pu}^0 = E_{Br_2/2Br^-}^0 - E_{Cl_2/2Cl^-}^0$$

$E_{Br_2/2Br^-}^0$  của nửa phản ứng  $Br_2 + 2e \rightarrow 2Br^-$  có giá trị  $+1,09V$

$E_{Cl_2/2Cl^-}^0$  của nửa phản ứng oxi hoá  $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e$  có giá trị  $+1,36V$

$$E_{pu}^0 = +1,09V - (+1,36V) = -0,27V$$

Kết luận,  $E_{pu}^0 < 0$  : phản ứng trên không xảy ra.

- *Theo phương pháp 3 :*

$$E_{pu}^0 = E_{khử}^0 + E_{oxh}^0 = +1,09V + (-1,36V) = -0,27V$$

biết :  $E_{khử}^0 = +1,09V$  ;  $E_{oxh}^0 = -1,36V$

Kết luận,  $E_{pu}^0 < 0$  : phản ứng trên không xảy ra.