



Chương VIII & IX

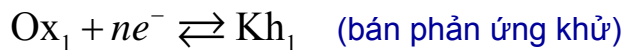
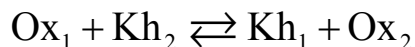
PIN ĐIỆN HÓA & THẾ ĐIỆN CỰC CHUẨN ĐỘ THỂ OXY HÓA KHỬ



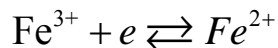
Ts. Phạm Trần Nguyên Nguyễn
ptnnguyen@hcmus.edu.vn

1. Phản ứng oxy hóa khử

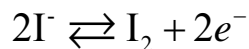
Phản ứng liên quan đến sự chuyển điện tử giữa các tiểu phân của phản ứng




- Ox = “chất oxy hóa” nhận điện tử (bị khử), làm giảm số oxy hóa



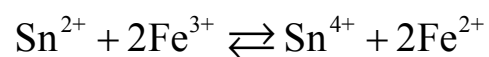
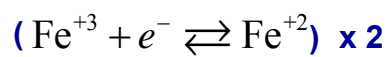
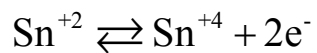
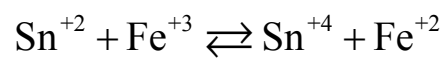
- Kh = “chất khử” cho điện tử (bị oxy hóa), làm tăng số oxy hóa



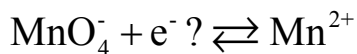
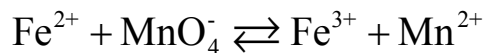
- Các chất đóng vai trò oxy hóa hay khử tùy thuộc vào thế khử của chúng

$\text{Cu(s)} + 2\text{Ag}^+(\text{aq})$		$\text{Cu(s)} + \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Ag(s)}$		Không p. ứng
	(a) (b)	
Cu/dd Ag^+		Cu/dd Zn^{2+}

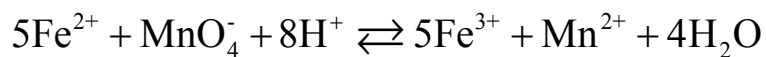
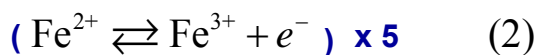
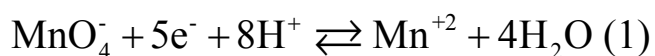
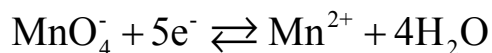
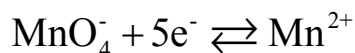
2. Cân bằng phản ứng oxy hóa - khử



2. Cân bằng phản ứng oxy hóa - khử

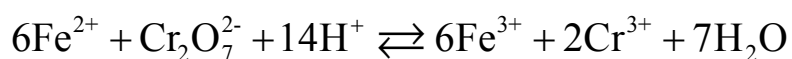
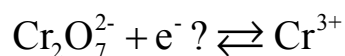
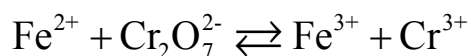


$$\begin{aligned} -1 &= 1(x)_{\text{Mn}} + 4(-2)_{\text{O}} & +2 \\ x &= +8 - 1 = +7 \end{aligned}$$



5

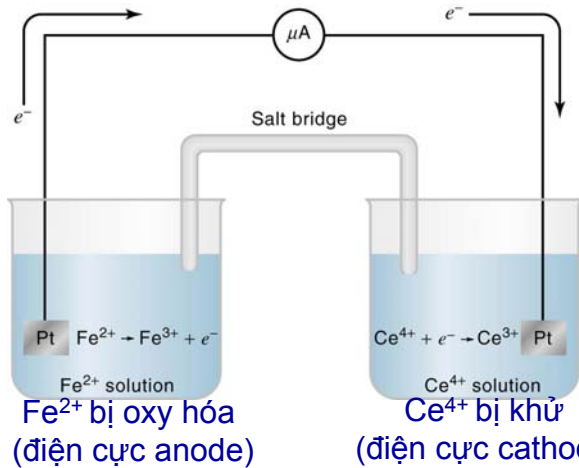
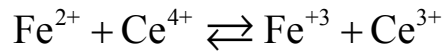
Cân bằng phản ứng oxy hóa - khử



6

3. Chiều của phản ứng oxy hóa- khử

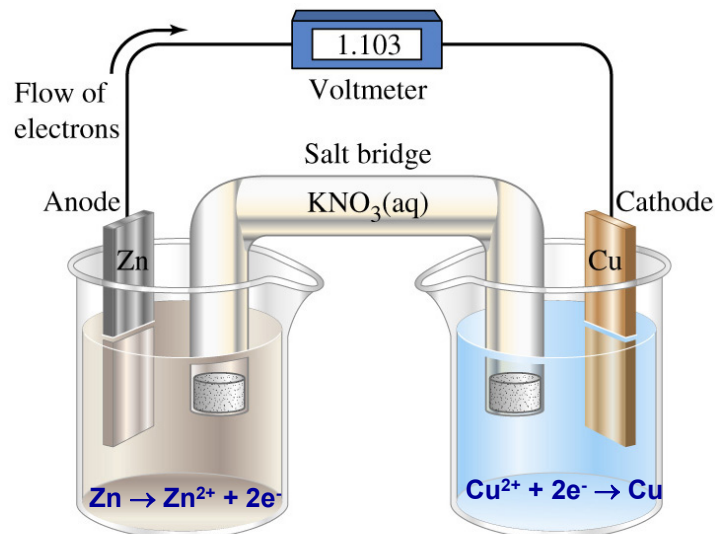
✓ Mạch điện oxy hóa-khử



- sự di chuyển của các e^- → kết quả của p.ứ hóa học
- Hiệu thế đo được giữa 2 cực của mạch = hiệu thế oxy hóa khử của các nguyên tố tạo nên hệ = sức điện động của pin Galvanic.



7



4. Thế oxy hóa- khử

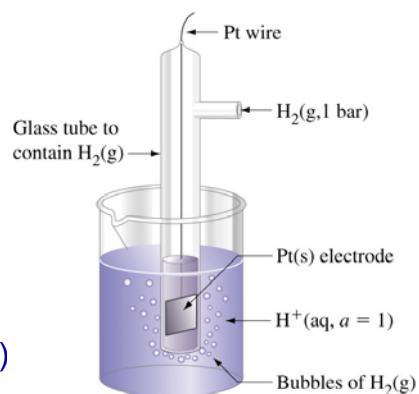
✓ Điện cực hydro chuẩn (SHE)

• Để so sánh khả năng oxy hóa khử của các nguyên tử và lập mạch Galvanic gồm cặp cần khảo sát và điện cực hydro chuẩn

• Điện cực hydro chuẩn (SHE)



Qui ước: $E^\circ = 0\text{ V}$



9

Thế chuẩn



anode

cathode

$$E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{cathode}} - E^\circ_{\text{anode}}$$

$$E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} - E^\circ_{\text{H}^+/\text{H}_2}$$

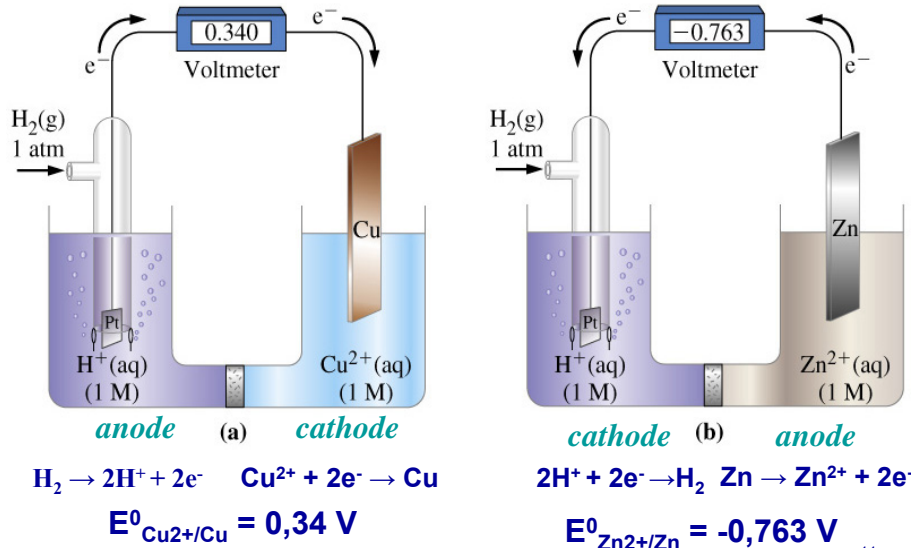
$$0.340\text{ V} = E^\circ_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} - 0\text{ V}$$

$$E^\circ_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = +0.340\text{ V}$$



10

Đo thế chuẩn

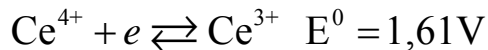


11

- Sơ đồ mạch Galvanic của sắt clorua với điện cực hydro



- hiệu số thế trên các cực của mạch galvanic = +0,771 V
- Giá trị dương chỉ tính oxy hóa của $\text{Fe}^{3+} > \text{H}^+$
- thế đo được với điện cực hydro chuẩn khi nồng độ của các ion = 1M, nhiệt độ 25°C gọi là thế chuẩn (E^0)
- Thế điện cực càng dương → tính oxy hóa của tác nhân oxy hóa càng mạnh, và dạng khử của nó có tính khử càng yếu



Ce^{4+} là tác nhân oxy hóa mạnh, Ce^{3+} tác nhân khử yếu



Zn^{2+} là tác nhân oxy hóa yếu, Zn tác nhân khử mạnh

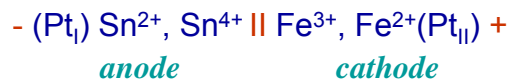
12

THẺ CHUẨN

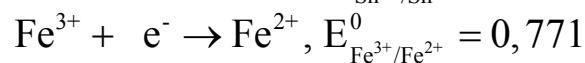
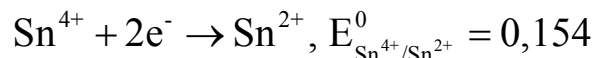
	Bán phản ứng	E° (V)
Tác nhân Oxy hóa	$F_2 + 2e^- \leftrightarrow 2F^-$	2.890
	$MnO_4^- + 5e^- \leftrightarrow Mn^{2+}$	1.507
	$Ce^{4+} + e^- \leftrightarrow Ce^{3+}$ (in HCl)	1.280
	$O_2 + 4H^+ + 4e^- \leftrightarrow 2H_2O$	1.229
↑ Tính oxy hóa tăng	$Ag^+ + e^- \leftrightarrow Ag(s)$	0.799
	$Cu^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Cu(s)$	0.339
	$2H^+ + 2e^- \leftrightarrow H_2(g)$	0.000
	$Cd^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Cd(s)$	-0.402
	$Fe^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Fe(s)$	-0.440
	$Zn^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Zn(s)$	-0.763
	$Al^{3+} + 3e^- \leftrightarrow Al(s)$	-1.659
	$K^+ + e^- \leftrightarrow K(s)$	-2.936
	$Li^+ + e^- \leftrightarrow Li(s)$	-3.040
	↓ Tính khử tăng	

13

Sức điện động của pin



anode *cathode*



Anode: Xảy ra quá trình oxy hóa → chất khử mạnh (bên trái)

Cathode: Xảy ra quá trình khử → chất oxy hóa mạnh (bên phải)

$$E_{pin} = E_{right} - E_{left} = E_{cathode} - E_{anode} = E_+ - E_-$$

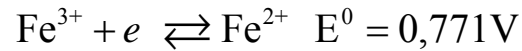
$$E_{pin} = E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}}^0 - E_{Sn^{4+}/Sn^{2+}}^0$$

$$= 0,771 - 0,154 = 0,617$$

* Khi pin được thiết lập, số của pin luôn dương

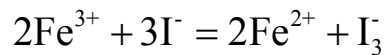
14

Tính sức điện động của pin được thiết lập từ 2 bán pin sau



$$\text{vì } E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 > E_{\text{I}_3/\text{I}^-}^0$$

$$E_{\text{pin}} = E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 - E_{\text{I}_3/\text{I}^-}^0 = 0,771 - 0,536 = 0,235$$



15

5. Phương trình NERNST

❖ Bán phản ứng: $a\text{Ox} + ne^- \leftrightarrow b\text{Kh}$

Thế của bán pin (ở 25 °C), E, được tính như sau:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \left(\frac{[\text{Ox}]^a}{[\text{Kh}]^b} \right)$$

E^0 = thế điện cực chuẩn

R = hằng số khí = 8.314 J/K-mol

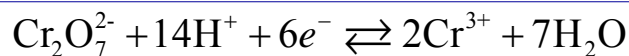
T = nhiệt độ tuyệt đối (298K)

F = hằng số Faraday = 9.649 x 10⁴ C/mol

n = số điện tử

$$E = E^0 + \frac{0.05916}{n} \log \left(\frac{[\text{Ox}]^a}{[\text{Kh}]^b} \right)$$

Một dd gồm $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 10⁻³M và Cr^{3+} 10⁻²M. Tính thế của bán pin trong môi trường acid pH = 2

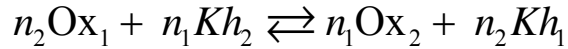


$$E = E_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}}^0 + \frac{0.05916}{6} \log \left(\frac{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}][\text{H}^+]^{14}}{[\text{Cr}^{3+}]^2} \right) = 1.06\text{V}$$

16

5. Phương trình NERNST

❖ Xét toàn bộ phản ứng: Thế của toàn phản ứng



$$E_{\text{pin}} = E_+ - E_- \quad \& \quad E_{\text{pin}}^0 = E_+^0 - E_-^0$$

$$E_{\text{pin}} = (E_+^0 - E_-^0) - \frac{0.05916}{n_1 n_2} \lg \frac{[\text{Ox}_2]^{n_1} [\text{Kh}_1]^{n_2}}{[\text{Ox}_1]^{n_2} [\text{Kh}_2]^{n_1}} = E^0 - \frac{0.059}{n_1 n_2} \lg Q$$

▪ Cho pin Cu – Fe ở điều kiện chuẩn (nồng độ = 1M)



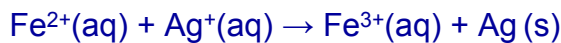
▪ Phản ứng Galvanic



$$E_{\text{pin}}^0 = E_+^0 - E_-^0 = 0,339 + 0,440 = 0,779\text{V}$$

17

Áp dụng phương trình Nernst tính số của pin sau, E_{pin} .

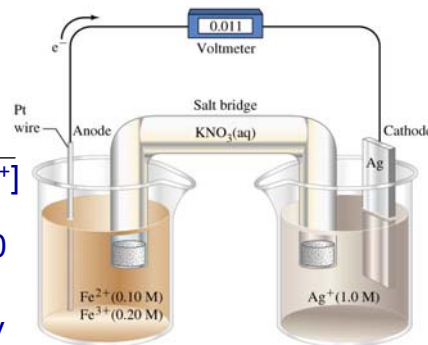


$$E_{\text{pin}} = E_{\text{pin}}^0 - \frac{0.05916}{n} \log Q$$

$$E_{\text{pin}} = E_{\text{pin}}^0 - \frac{0.05916}{n} \log \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}] [\text{Ag}^+]}$$

$$E_{\text{pin}}^0 = 0.799 \text{ V} - 0.771 \text{ V} = 0.0280$$

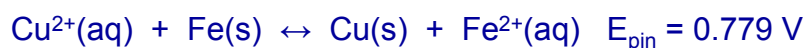
$$E_{\text{pin}} = 0.028 \text{ V} - 0.018 \text{ V} = 0.010 \text{ V}$$



18

5. Phương trình NERNST

Phản ứng Galvanic



- $E > 0 \rightarrow$ p. ứng của pin xảy ra tự nhiên theo chiều thuận
- $E < 0 \rightarrow$ p. ứng của pin xảy ra tự nhiên theo chiều nghịch
- ❖ Nếu pin chạy trong thời gian dài:
 - Chất p. ứng bị tiêu thụ
 - Sản phẩm được hình thành
 - P. ứng đạt đến cân bằng
 - $E_{\text{pin}} \rightarrow 0$: lý do hết pin
- $E = 0 \rightarrow$ p. ứng của pin đạt cân bằng

19

5. Phương trình NERNST- Thế ở cân bằng

❖ Khi pin đạt đến cân bằng (ở 25°C) : $E_{\text{pin}} = 0$

$$E_{\text{pin}} = (E^0_+ - E^0_-) - \frac{0.05916}{n_1 n_2} \lg \frac{[\text{Ox}_2]^{n_1} [\text{Kh}_1]^{n_2}}{[\text{Ox}_1]^{n_2} [\text{Kh}_2]^{n_1}} = E^0 - \frac{0.05916}{n_1 n_2} \lg Q = 0$$

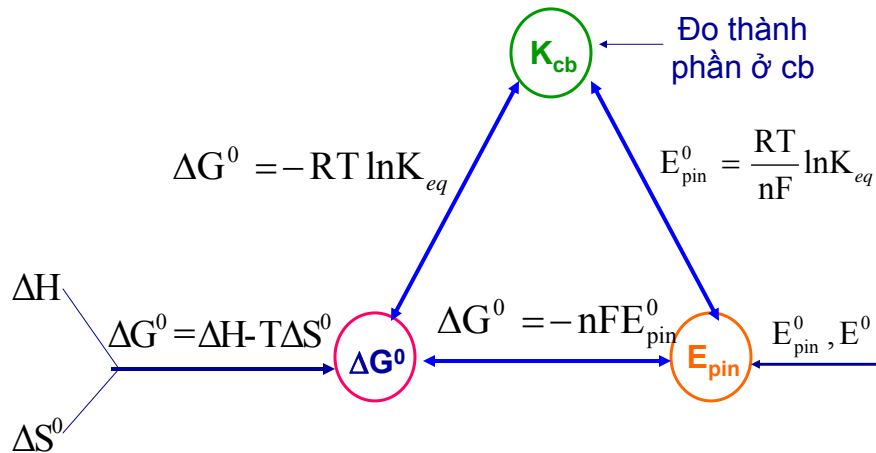
$$E_{\text{pin}} = E^0 - \frac{0.05916}{n_1 n_2} \lg K = 0$$

$$K = 10^{n_1 n_2 E^0 / 0.05916}$$

- $E^0 > 0$: $K > 1$
- $E^0 < 0$: $K < 1$

20

Mối quan hệ giữa nhiệt động học (ΔG^0), cân bằng (K_{cb}) và điện hóa học



21

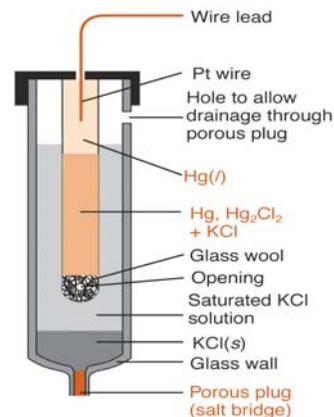
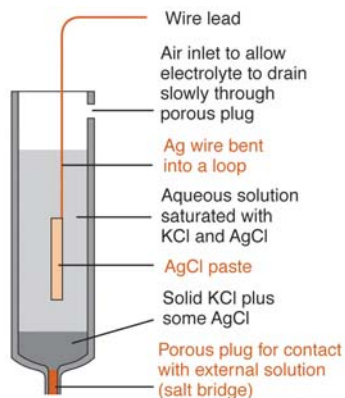
6. Điện cực so sánh (Reference Electrode)

❖ Điện cực bạc (Ag/AgCl)

- bão hòa bằng dd KCl
- $AgCl(s) + e^- \leftrightarrow Ag(s) + Cl^-$
- $E = +0.197 V$

❖ Điện cực calomel (SCE)

- bão hòa bằng dd KCl
- $\frac{1}{2}Hg_2Cl_2 + e^- \leftrightarrow Hg + Cl^-$
- $E = +0.241 V$



22

6. Điện cực so sánh

$$E_{\text{đo}} = E^{\circ} - 0.241 \text{ (SCE)}$$

$$E_{\text{đo}} = E^{\circ} - 0.197 \text{ (Ag/AgCl)}$$

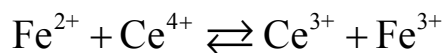
	$E^{\circ}_{\text{(SHE)}}$	$E_{\text{(SCE)}}$	$E_{\text{(Ag/AgCl)}}$
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Cu(s)}$	0.339 V	0.098 V	0.142 V
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Fe(s)}$	-0.440 V	-0.681 V	-0.637 V

23

7. Chuẩn độ oxy hóa khử

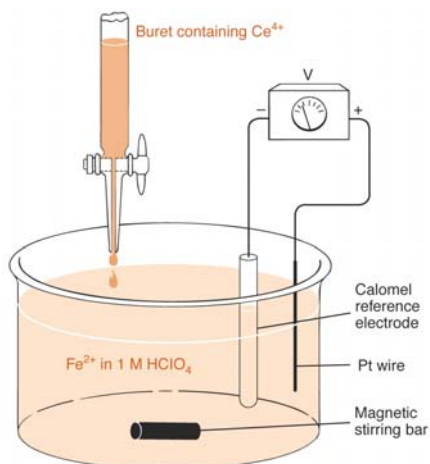
Xây dựng đồ thị biểu diễn sự thay đổi thế oxy hóa khử E của dung dịch định phân theo mức độ thêm dd chuẩn của chất oxy hóa hay khử

Xây dựng đường cong chuẩn độ thế của 100,0 mL dd Fe^{2+} 0,100M với 10,0mL; 50,0mL; 100mL, 200,0mL dd Ce^{4+} 0,100M trong môi trường acid HNO_3 .



$$E^{\circ}_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = 0,771\text{V}$$

$$E^{\circ}_{\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}} = 1,61\text{V}$$



Xây dựng đường cong chuẩn độ thế của 100,0 mL dd Fe²⁺ 0,100M với 10,0mL; 50,0mL; 100mL, 200,0mL dd Ce⁴⁺ 0,100M trong môi trường acid HNO₃.

Phản ứng chuẩn độ: $\text{Fe}^{2+} + \text{Ce}^{4+} \rightleftharpoons \text{Ce}^{3+} + \text{Fe}^{3+}$

❖ Thêm V = 10,0 mL Ce⁴⁺ $V_{\text{Fe}^{2+}}M_{\text{Fe}^{2+}} > V_{\text{Ce}^{4+}}M_{\text{Ce}^{4+}}$

mmol Ce⁴⁺ thêm vào = 0,100M x 10,0 mL = 1.00 mmol

mmol Fe³⁺ tạo thành = 1.00 mmol

mmol Fe²⁺ còn lại = (0,100 M x 100,0 mL) - 1,00 mmol = 9,00

$$E = E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 + \frac{0,0592}{n} \log \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]}$$

$$E = 0,771 + 0,0592 \log(1,00/9,00) = 0,714\text{V}$$

25

Xây dựng đường cong chuẩn độ thế của 100,0 mL dd Fe²⁺ 0,100M với 10,0mL; 50,0mL; 100mL, 200,0mL dd Ce⁴⁺ 0,100M trong môi trường acid HNO₃.

Phản ứng chuẩn độ: $\text{Fe}^{2+} + \text{Ce}^{4+} \rightleftharpoons \text{Ce}^{3+} + \text{Fe}^{3+}$

❖ Thêm V = 50,0 mL Ce⁴⁺ $V_{\text{Fe}^{2+}}M_{\text{Fe}^{2+}} > V_{\text{Ce}^{4+}}M_{\text{Ce}^{4+}}$

mmol Ce⁴⁺ thêm vào = 0,100M x 50,0 mL = 5.00 mmol

mmol Fe³⁺ tạo thành = 5.00 mmol

mmol Fe²⁺ còn lại = (0,100 M x 100,0 mL) - 5,00 mmol = 5,00

$$E = E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 + \frac{0,0592}{n} \log \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]}$$

$$E = 0,771 + 0,0592 \log \frac{5,00}{5,00} = 0,771\text{V}$$

26

Xây dựng đường cong chuẩn độ thế của 100,0 mL dd Fe²⁺ 0,100M với 10,0mL; 50,0mL; 100mL, 200,0mL dd Ce⁴⁺ 0,100M trong môi trường acid HNO₃.

Phản ứng chuẩn độ: $\text{Fe}^{2+} + \text{Ce}^{4+} \rightleftharpoons \text{Ce}^{3+} + \text{Fe}^{3+}$

❖ Thêm V = 100,0 mL Ce⁴⁺ $V_{\text{Fe}^{2+}} M_{\text{Fe}^{2+}} = V_{\text{Ce}^{4+}} M_{\text{Ce}^{4+}}$

→ điểm tương đương

mmol Ce⁴⁺ thêm vào = 0,100M x 100,0 mL = 10,0 mmol

mmol Fe³⁺ ở cb = 10,0 – x ~ 10,0

mmol Fe²⁺ ở cb = x

mmol Ce³⁺ ở cb = 10,0 – x ~ 10,0

mmol Ce⁴⁺ ở cb = x

27

Xây dựng đường cong chuẩn độ thế của 100,0 mL dd Fe²⁺ 0,100M với 10,0mL; 50,0mL; 100mL, 200,0mL dd Ce⁴⁺ 0,100M trong môi trường acid HNO₃.

Phản ứng chuẩn độ: $\text{Fe}^{2+} + \text{Ce}^{4+} \rightleftharpoons \text{Ce}^{3+} + \text{Fe}^{3+}$

❖ Thêm V = 100,0 mL Ce⁴⁺ $V_{\text{Fe}^{2+}} M_{\text{Fe}^{2+}} = V_{\text{Ce}^{4+}} M_{\text{Ce}^{4+}}$

→ điểm tương đương $E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = E_{\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}}$

$$E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 + \frac{0,0592}{n} \log \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]} = E_{\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}}^0 + \frac{0,0592}{n} \log \frac{[\text{Ce}^{4+}]}{[\text{Ce}^{3+}]}$$

$$E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 - E_{\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}}^0 = -\frac{0,0592}{1} \log \frac{[\text{Fe}^{3+}][\text{Ce}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}][\text{Ce}^{4+}]} = -0,0592 \log K_{cb}$$

$$K_{cb} = 1,7 \times 10^{14}$$

28

Xây dựng đường cong chuẩn độ thế của 100,0 mL dd Fe^{2+} 0,100M với 10,0mL; 50,0mL; 100mL, 200,0mL dd Ce^{4+} 0,100M trong môi trường acid HNO_3 .

Phản ứng chuẩn độ: $Fe^{2+} + Ce^{4+} \rightleftharpoons Ce^{3+} + Fe^{3+}$

❖ Thêm $V = 100,0$ mL Ce^{4+} $V_{Fe^{2+}} M_{Fe^{2+}} = V_{Ce^{4+}} M_{Ce^{4+}}$

→ điểm tương đương $E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = E_{Ce^{4+}/Ce^{3+}}$

$$K_{cb} = 1,7 \times 10^{14} = \frac{[Fe^{3+}][Ce^{3+}]}{[Fe^{2+}][Ce^{4+}]} = \frac{(10,0)(10,0)}{(x)(x)}$$

$$x = 7,7 \times 10^{-7} \text{ mmol } Fe^{2+} = \text{mmol } Ce^{4+}$$

$$E = E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}}^0 + 0,0592 \log \frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]} =$$

$$= 0,771 + 0,0592 \log(10,0 / 7,7 \times 10^{-7}) = 1,19V$$

29

Xây dựng đường cong chuẩn độ thế của 100,0 mL dd Fe^{2+} 0,100M với 10,0mL; 50,0mL; 100mL, 200,0mL dd Ce^{4+} 0,100M trong môi trường acid HNO_3 .

Phản ứng chuẩn độ: $Fe^{2+} + Ce^{4+} \rightleftharpoons Ce^{3+} + Fe^{3+}$

❖ Thêm $V = 100,0$ mL Ce^{4+} $V_{Fe^{2+}} M_{Fe^{2+}} = V_{Ce^{4+}} M_{Ce^{4+}}$

→ điểm tương đương $E_{cb} = E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = E_{Ce^{4+}/Ce^{3+}}$

$$E_{cb} = E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}}^0 + 0,0592 \log \frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]}$$

$$E_{cb} = E_{Ce^{4+}/Ce^{3+}}^0 + 0,0592 \log \frac{[Ce^{4+}]}{[Ce^{3+}]}$$

$$2E_{cb} = (E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}}^0 + E_{Ce^{4+}/Ce^{3+}}^0) - 0,0592 \log \frac{[Fe^{3+}][Ce^{3+}]}{[Fe^{2+}][Ce^{4+}]}$$

30

Xây dựng đường cong chuẩn độ thế của 100,0 mL dd Fe²⁺ 0,100M với 10,0mL; 50,0mL; 100mL, 200,0mL dd Ce⁴⁺ 0,100M trong môi trường acid HNO₃.

Phản ứng chuẩn độ: $\text{Fe}^{2+} + \text{Ce}^{4+} \rightleftharpoons \text{Ce}^{3+} + \text{Fe}^{3+}$

❖ Thêm V = 100,0 mL Ce⁴⁺ $V_{\text{Fe}^{2+}} M_{\text{Fe}^{2+}} = V_{\text{Ce}^{4+}} M_{\text{Ce}^{4+}}$

→ điểm tương đương $E_{cb} = E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = E_{\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}}$

$$2E_{cb} = (E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 + E_{\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}}^0) - 0,0592 \log \frac{[\text{Fe}^{3+}][\text{Ce}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}][\text{Ce}^{4+}]}$$

Tại cb

$$[\text{Fe}^{3+}] = [\text{Ce}^{4+}] \text{ \& } [\text{Ce}^{3+}] = [\text{Fe}^{2+}]$$

$$E_{cb} = \frac{1}{2} (E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 + E_{\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}}^0) = 1,19V$$

31

Xây dựng đường cong chuẩn độ thế của 100,0 mL dd Fe²⁺ 0,100M với 10,0mL; 50,0mL; 100mL, 200,0mL dd Ce⁴⁺ 0,100M trong môi trường acid HNO₃.

Phản ứng chuẩn độ: $\text{Fe}^{2+} + \text{Ce}^{4+} \rightleftharpoons \text{Ce}^{3+} + \text{Fe}^{3+}$

❖ Thêm V = 200,0 mL Ce⁴⁺ $V_{\text{Fe}^{2+}} M_{\text{Fe}^{2+}} < V_{\text{Ce}^{4+}} M_{\text{Ce}^{4+}}$

mmol Ce⁴⁺ thêm vào = 0,100M x 200,0 mL = 20,0 mmol

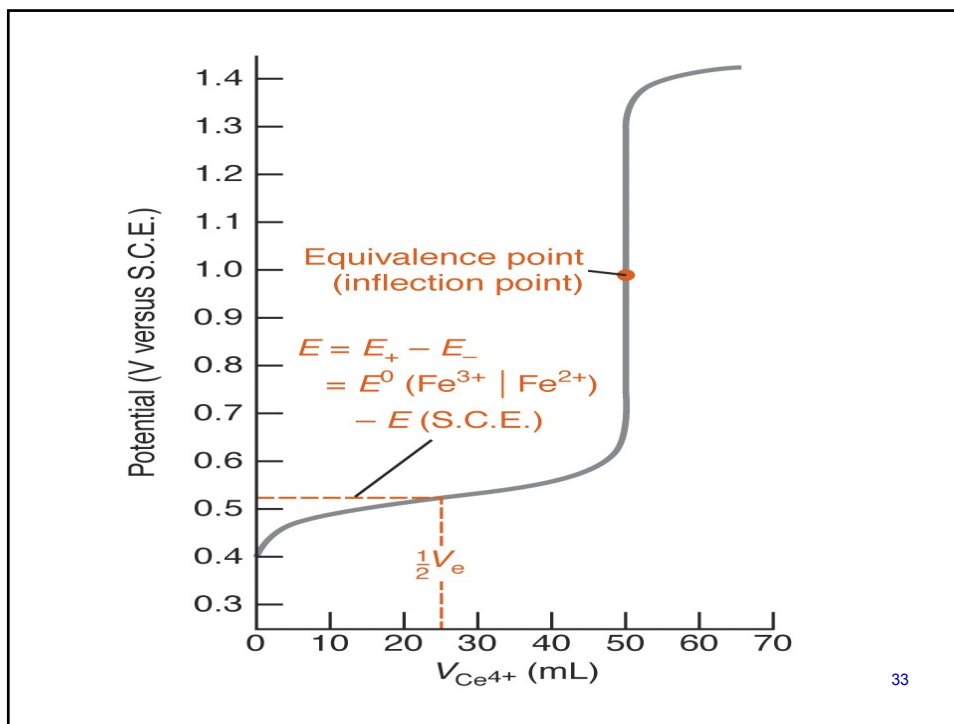
mmol Ce⁴⁺ dư = 20,0 - (0,100 M x 100,0 mL) = 10,0 mmol

mmol Ce³⁺ tạo thành = 10,0 mmol

$$E = E_{\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}} + \frac{0,0592}{n} \log \frac{[\text{Ce}^{4+}]}{[\text{Ce}^{3+}]}$$

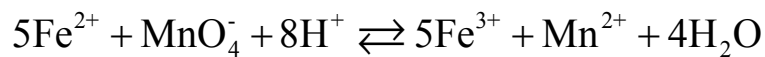
$$E = 1,61 + 0,0592 \log \frac{10,0}{10,0} = 1,61V$$

32



Tính thế tại điểm tương đương của quá trình chuẩn độ 100,0 mL dd Fe^{2+} trong dd H_2SO_4 0,500M bằng 100,0 mL dd MnO_4^- 0,0200 M.

Phản ứng chuẩn độ:



$$E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 = 0,771\text{V}$$

$$E_{\text{Mn}^{2+}/\text{MnO}_4^-}^0 = 1,51\text{V}$$

8. Cách nhận ra điểm tương đương trong pp Oxy hóa khử

❖ Tự chỉ thị

Chuyển màu do dung dịch gây ra do lượng dư của dd chuẩn

Ví dụ: Chuẩn độ KMnO_4 (màu tím)

❖ Chỉ thị hồ tinh bột

Ví dụ: Chuẩn độ Iod, hồ tinh bột tạo phức với $\text{I}_2 \rightarrow$ xanh đậm

❖ Chỉ thị oxy hóa khử

Chất có màu thay đổi tùy thuộc vào thể oxy hóa khử

35

Table 16-2 Redox indicators

Indicator	Color		E°
	Oxidized	Reduced	
Phenosafranine	Red	Colorless	0.28
Indigo tetrasulfonate	Blue	Colorless	0.36
Methylene blue	Blue	Colorless	0.53
Diphenylamine	Violet	Colorless	0.75
4'-Ethoxy-2,4-diaminoazobenzene	Yellow	Red	0.76
Diphenylamine sulfonic acid	Red-violet	Colorless	0.85
Diphenylbenzidine sulfonic acid	Violet	Colorless	0.87
Tris(2,2'-bipyridine)iron	Pale blue	Red	1.120
Tris(1,10-phenanthroline)iron (ferroin)	Pale blue	Red	1.147
Tris(5-nitro-1,10-phenanthroline)iron	Pale blue	Red-violet	1.25
Tris(2,2'-bipyridine)ruthenium	Pale blue	Yellow	1.29

36