

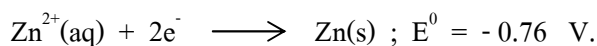
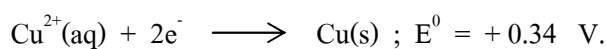
เรื่องที่ 4.3 ประโยชน์ของศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานครึ่งเซลล์

จากความรู้ในหัวข้อเรื่องที่ 4.2 ทำให้เราทราบค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของแต่ละครึ่งเซลล์ เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐาน และยังทำให้ทราบว่าอิเล็กตรอนจะไหลจากขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำไปยังขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าสูง แสดงว่าครึ่งเซลล์ที่รับอิเล็กตรอนจะมีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าครึ่งเซลล์ที่ให้อิเล็กตรอน หรือขั้วไฟฟ้าที่รับอิเล็กตรอน จะมีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าขั้วที่ให้อิเล็กตรอน (ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์จึงเป็นผลต่างระหว่างศักย์ไฟฟ้าสูง (แคโทด) กับขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ (แอโนด) เมื่อทราบค่า E^0 ของครึ่งเซลล์ต่าง ๆ สามารถนำค่า E^0 มาใช้ประโยชน์ได้อย่างมากมาย เช่น ใช้หาความสามารถในการเป็นตัวออกซิไดส์ ความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์ ความสามารถในการให้และรับอิเล็กตรอน และการพิจารณาเกี่ยวกับประโยชน์ลักษณะที่สำคัญของค่า E^0 ตามลำดับได้ดังนี้

1. ค่า E^0 มี 2 แบบคือ ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์รีดักชัน ซึ่งเป็นค่าศักย์ไฟฟ้า

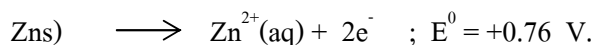
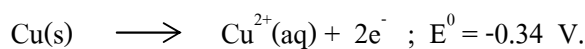
ที่แสดงถึงความสามารถในการรับอิเล็กตรอน และศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ออกซิเดชันแสดงถึงความสามารถในการให้อิเล็กตรอน เช่น

ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์รีดักชัน



- ครึ่งเซลล์แบบรีดักชันจะเปรียบเทียบในทางความสามารถในการให้อิเล็กตรอนหรือรับอิเล็กตรอนได้คือครึ่งเซลล์ $\text{Cu}(\text{s}) | \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ มีค่า E^0 มากกว่าจึงมีความสามารถในการรับอิเล็กตรอนได้ดี กว่าครึ่งเซลล์ $\text{Zn}(\text{s}) | \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$

ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ออกซิเดชัน เขียนได้ดังนี้



- ครึ่งเซลล์แบบออกซิเดชันจะเปรียบเทียบในทางความสามารถในการให้อิเล็กตรอนหรือรับอิเล็กตรอนได้คือครึ่งเซลล์ $\text{Cu}(\text{s}) | \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ มีค่า E^0 น้อยกว่าจึงมีความสามารถในการให้อิเล็กตรอนได้น้อยกว่าครึ่งเซลล์ $\text{Zn}(\text{s}) | \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$

ถ้าครึ่งเซลล์ใด ๆ ไม่กำหนดสมการของปฏิกิริยา แต่กำหนดให้เฉพาะค่า E^0 อย่างเดียว ค่า E^0 ที่กำหนดให้นี้หมายถึงค่า E^0 ในครึ่งเซลล์แบบรีดักชันเพราะค่า E^0 แบบรีดักชันเป็นค่าที่ใช้เป็นหน่วยในระบบ SI

2. ค่า E^0 ใช้เปรียบเทียบความสามารถในการออกซิไดส์และรีดิวซ์ของโลหะหรือไอออนของโลหะได้ด้วย คือถ้าครึ่งเซลล์ใดมีค่า E^0 มาก ไอออนของโลหะนั้นจะเป็นตัวออกซิไดส์ที่ดี แต่จะเป็นตัวรีดิวซ์ที่ไม่ดี

ตัวอย่างที่ 21 กำหนดให้ค่า E^0 ของครึ่งเซลล์ต่อไปนี้ จงเรียงลำดับความสามารถในการเป็นตัวออกซิไดส์และตัวรีดิวซ์จากมากไปหาน้อย



แนวคิด พิจารณาจากค่า E^0 เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ $\text{Cu}^{2+} > \text{Fe}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Al}^{3+}$ เมื่อนำมาพิจารณาการเป็นตัวออกซิไดส์และตัวรีดิวซ์ได้ดังนี้ “ค่า E^0 มากเป็นตัวออกซิไดส์ที่ดี แต่เป็นตัวรีดิวซ์ที่ไม่ดี” เรียงลำดับได้ดังนี้

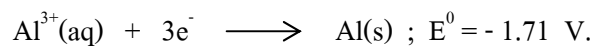
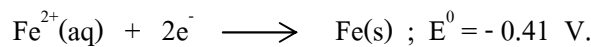
- ลำดับตัวออกซิไดส์จากมากไปหาน้อย $\text{Cu}^{2+} > \text{Fe}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Al}^{3+}$
- ลำดับตัวรีดิวซ์ $\text{Al} > \text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cu}$ (ไม่ใช่ $\text{Al}^{3+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Fe}^{2+} > \text{Cu}^{2+}$)
- Cu สามารถออกซิไดส์ได้ทั้ง Fe, Zn, และ Al
- Al^{3+} สามารถรีดิวซ์ได้ทั้ง Cu^{2+} , Fe^{2+} , และ Zn^{2+}

3. ค่า E^0 สามารถใช้คำนวณหาค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ได้ดังนี้

ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ = ศักย์ไฟฟ้าของแคโทด - ศักย์ไฟฟ้าของแอโนด

$$E^0_{\text{cell}} = E^0_{\text{cathode}} - E^0_{\text{anode}}$$

ตัวอย่างที่ 22 จากค่า E^0 ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จงหาศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ (E^0_{cell})

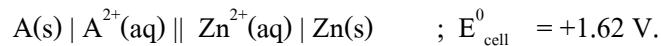
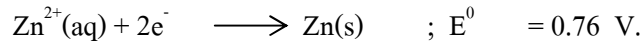


แนวคิด พิจารณาจากค่า E^0 จะเห็นว่าครึ่งเซลล์ของ $\text{Fe}(\text{s}) | \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ มากกว่าครึ่งเซลล์ $\text{Al}(\text{s}) | \text{Al}^{3+}(\text{aq})$ ดังนั้น Fe เป็นแคโทด และ Al เป็นแอโนด หาค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์} &= \text{ศักย์ไฟฟ้าของแคโทด} - \text{ศักย์ไฟฟ้าของแอโนด} \\ &= \text{ศักย์ไฟฟ้า Fe}(\text{s}) | \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) - \text{ศักย์ไฟฟ้า Al}(\text{s}) | \text{Al}^{3+}(\text{aq}) \\ &= (-0.41 \text{ V.}) - (-1.71 \text{ V.}) \\ &= +1.30 \text{ V.} \end{aligned}$$

4. ค่า E^0 นอกจากจะใช้หาค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ (E^0_{cell}) แล้วยังสามารถหาค่าศักย์ไฟฟ้าของครึ่งเซลล์อื่น ๆ ได้

ตัวอย่างที่ 23 กำหนดค่า E^0 ให้ดังต่อไปนี้ จงหาค่า E^0 ของครึ่งเซลล์



จงหาค่า E^0 ของครึ่งเซลล์ $\text{A}(\text{s}) | \text{A}^{2+}(\text{aq})$ แสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเซลล์ ขั้วแอโนด ขั้วแคโทด ตัวออกซิไดส์ และตัวรีดิวซ์

แนวคิด พิจารณาจากแผนภาพของเซลล์ $\text{A}(\text{s}) | \text{A}^{2+}(\text{aq}) || \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) | \text{Zn}(\text{s})$ จะพบว่า A เป็นขั้วแอโนดและ Zn เป็นขั้วแคโทด จึงตอบคำถามได้ดังนี้

$$E^0_{\text{cell}} = E^0_{\text{cathode}} - E^0_{\text{anode}}$$

$$1.62 = (-0.76 \text{ V.}) - E^0_{\text{anode}}$$

$$= -2.38 \text{ V.}$$

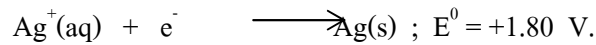
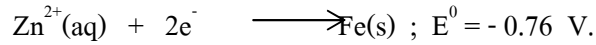
ครึ่งเซลล์ $\text{A}(\text{s}) / \text{A}^{2+}(\text{aq})$ มีค่า $E^0 = -2.38 \text{ V.}$

แสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ได้ดังนี้

- ที่แอโนด $\text{A}(\text{s}) \longrightarrow \text{A}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$
- ที่แคโทด $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Zn}(\text{s})$
- ปฏิกิริยาของเซลล์ $\text{A}(\text{s}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) \longrightarrow \text{A}^{2+}(\text{aq}) + \text{Zn}(\text{s})$
- A เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ดังนั้น A จึงเป็นตัวรีดิวซ์
- Zn^{2+} เกิดปฏิกิริยารีดักชัน จึงเป็นตัวออกซิไดส์

5. ค่า E^0 ใช้อธิบายเกี่ยวกับเซลล์ไฟฟ้าเคมีได้ เรานำค่า E^0 มาพิจารณาเกี่ยวกับเซลล์ไฟฟ้าเคมีได้ คือ ถ้าค่า E^0 มากกว่าจะเป็นขั้วแคโทดเกิดปฏิกิริยารีดักชัน ค่า E^0 น้อยจะเป็นขั้วแอโนดเกิดปฏิกิริยารีดักชัน

ตัวอย่างที่ 24 กำหนดค่า E^0 ของครึ่งเซลล์ให้ดังนี้



เมื่อนำ 2 ครึ่งเซลล์มาต่อกันเป็นเซลล์กัลวานิกจงตอบคำถามต่อไปนี้

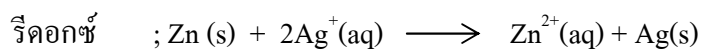
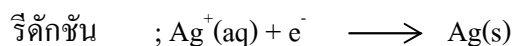
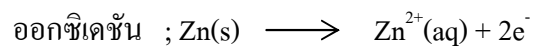
1. หาค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์
2. ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเซลล์
3. จงเขียนแผนภาพของเซลล์

แนวคิด พิจารณาว่า E^0 จะเห็นว่า Zn เป็นแอโนด และ Ag เป็นแคโทด หาค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ (E^0_{cell}) ได้ดังนี้

1. หาค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์

$$\begin{aligned} \text{จาก } E^0_{\text{cell}} &= E^0_{\text{cathode}} - E^0_{\text{anode}} \\ &= +0.80 \text{ V.} - (-1.76 \text{ V.}) \\ &= +0.80 + 1.76 \text{ V.} \\ &= +2.56 \text{ V.} \end{aligned}$$

2. ปฏิกิริยาของเซลล์มีดังนี้

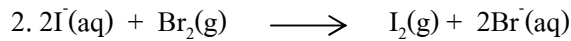
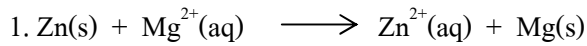


3. แผนภาพของเซลล์ได้ดังนี้ $\text{Zn(s)} | \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) || \text{Ag}^+(\text{aq}) | \text{Ag(s)}$

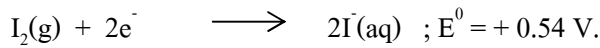
6. ค่า E^0 ใช้ทำนายทิศทางของการเกิดปฏิกิริยา ถ้าค่า E^0_{cell} มีค่าเป็นบวกคือมีค่ามากกว่า 0 แสดงว่าปฏิกิริยารีดอกซ์เกิดขึ้นได้จริงตามสมการที่เขียน แต่ถ้าค่า E^0_{cell} มีค่าเป็นลบ ปฏิกิริยารีดอกซ์ไม่เกิดได้จริงตามสมการที่เขียน

ตัวอย่างที่ 25

จงพิจารณาสมการต่อไปนี้ว่าเกิดขึ้นได้จริงตามสมการที่เขียนหรือไม่ ให้เหตุผลประกอบด้วย



กำหนดค่า E^0 ให้ดังนี้



แนวคิด ข้อ 1 จากสมการที่เขียนแสดงว่า Mg^{2+} เกิดปฏิกิริยารีดักชันรับอิเล็กตรอน ส่วน Zn ให้อิเล็กตรอนเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน Zn จึงเป็นแอโนด และ Mg^{2+} เป็นแคโทด จำนวนหาค่า

$$\begin{aligned} E^0_{\text{cell}} \text{ ได้ดังนี้} & \quad \text{จาก } E^0_{\text{cell}} = E^0_{\text{cathode}} - E^0_{\text{anode}} \\ & = -2.37 \text{ V.} - (-0.76 \text{ V.}) \\ & = -2.37 + 1.76 \\ & = -1.61 \text{ V.} \end{aligned}$$

เนื่องจากค่า E^0_{cell} เป็นลบหรือน้อยกว่า 0 แสดงว่าปฏิกิริยานี้ไม่เกิดจริงตามสมการที่เขียน

แนวคิด ข้อ 2 จากสมการที่เขียนแสดงว่า Br_2 เกิดปฏิกิริยารีดักชันรับอิเล็กตรอน

ส่วน I^- เสียอิเล็กตรอนเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน I^- ในครึ่งเซลล์ Br_2 จึงเป็นแคโทดและ I^- ในครึ่งเซลล์ I_2 เป็นแอโนด จำนวนหาค่า E^0_{cell} ได้ดังนี้

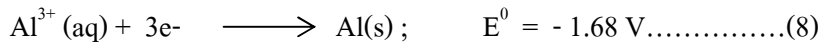
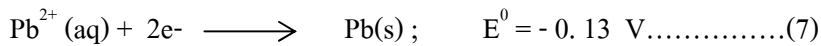
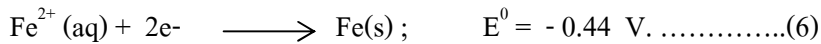
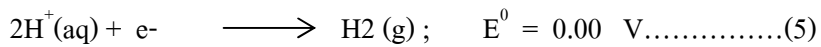
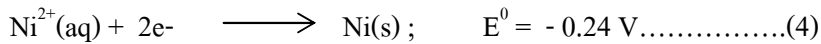
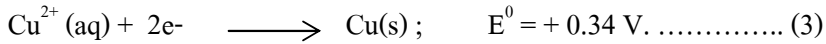
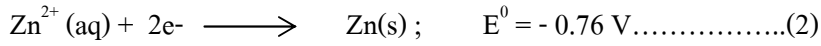
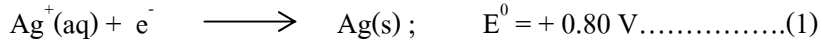
$$\begin{aligned} \text{จาก } E^0_{\text{cell}} & = E^0_{\text{cathode}} - E^0_{\text{anode}} \\ & = +1.08 \text{ V.} - (+0.54 \text{ V.}) \\ & = +1.08 \text{ V.} - 0.54 \text{ V.} = +0.54 \text{ V.} \end{aligned}$$

เนื่องจากค่า E^0_{cell} เป็นบวกหรือมากกว่า 0 แสดงว่าปฏิกิริยานี้เกิดได้จริงตามสมการที่เขียน

กิจกรรมที่ 4.3

ตรวจสอบ ความรู้ความเข้าใจเรื่องประโยชน์ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์

กำหนดค่า E^0 ให้ต่อไปนี้



ข้อ	ปัญหาและสถานการณ์	แคโทด	แอโนด	E^0 cell
1	$\text{Ag}(\text{s}) \text{Ag}^+(\text{aq})$ ต่อกับ $\text{Zn}(\text{s}) \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$	E^0 cell =.....
2	$\text{Ni}(\text{s}) \text{Ni}^{2+}(\text{aq})$ ต่อกับ $\text{H}_2(\text{g}) \text{H}^+(\text{aq}) \text{Pt}(\text{s})$	E^0 cell =.....
3	$\text{Pt}(\text{s}) \text{H}_2(\text{g}) \text{H}^+(\text{aq})$ ต่อกับ $\text{Ni}(\text{s}) \text{Ni}^{2+}(\text{aq})$	ปฏิกิริยารีดอกซ์; \longrightarrow		
4	$\text{Pt}(\text{s}) \text{H}_2(\text{g}) \text{H}^+(\text{aq})$ ต่อกับ $\text{Ag}(\text{s}) \text{Ag}^+(\text{aq})$	ปฏิกิริยารีดอกซ์; ; \longrightarrow		
5	$2\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Pb}(\text{s}) \longrightarrow 2\text{Ag}(\text{s}) + \text{Pb}^{2+}(\text{aq})$	แคโทดคือ	แอโนดคือ	E^0 cell =.....
		ปฏิกิริยานี้เกิดได้จริงหรือไม่.....		
6	$2\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{Ni}(\text{s}) \longrightarrow 2\text{Al}(\text{s}) + 3\text{Ni}^{2+}(\text{aq})$	แคโทดคือ	แอโนดคือ	E^0 cell =.....
		ปฏิกิริยานี้เกิดได้จริงหรือไม่.....		
7	$\text{Pb}(\text{s}) \text{Pb}^{2+}(\text{aq})$ ต่อกับ $\text{Al}(\text{s}) \text{Al}^{3+}(\text{aq})$	แผนภาพเซลล์; $\text{Al}(\text{s}) \text{Al}^{3+}(\text{aq}) // \dots\dots\dots$		
8	$\text{Pt}(\text{s}) \text{H}_2(\text{g}) \text{H}^+(\text{aq})$ ต่อกับ $\text{Pb}(\text{s}) \text{Pb}^{2+}(\text{aq})$	แผนภาพเซลล์;//		
9	โลหะชนิดใดบ้างจุ่มลงในสารละลายกรด HCl เกิดแก๊ส H_2 ได้.....			
10	โลหะชนิดใดบ้างจุ่มลงในสารละลายกรด HCl ไม่เกิดแก๊ส H_2			

