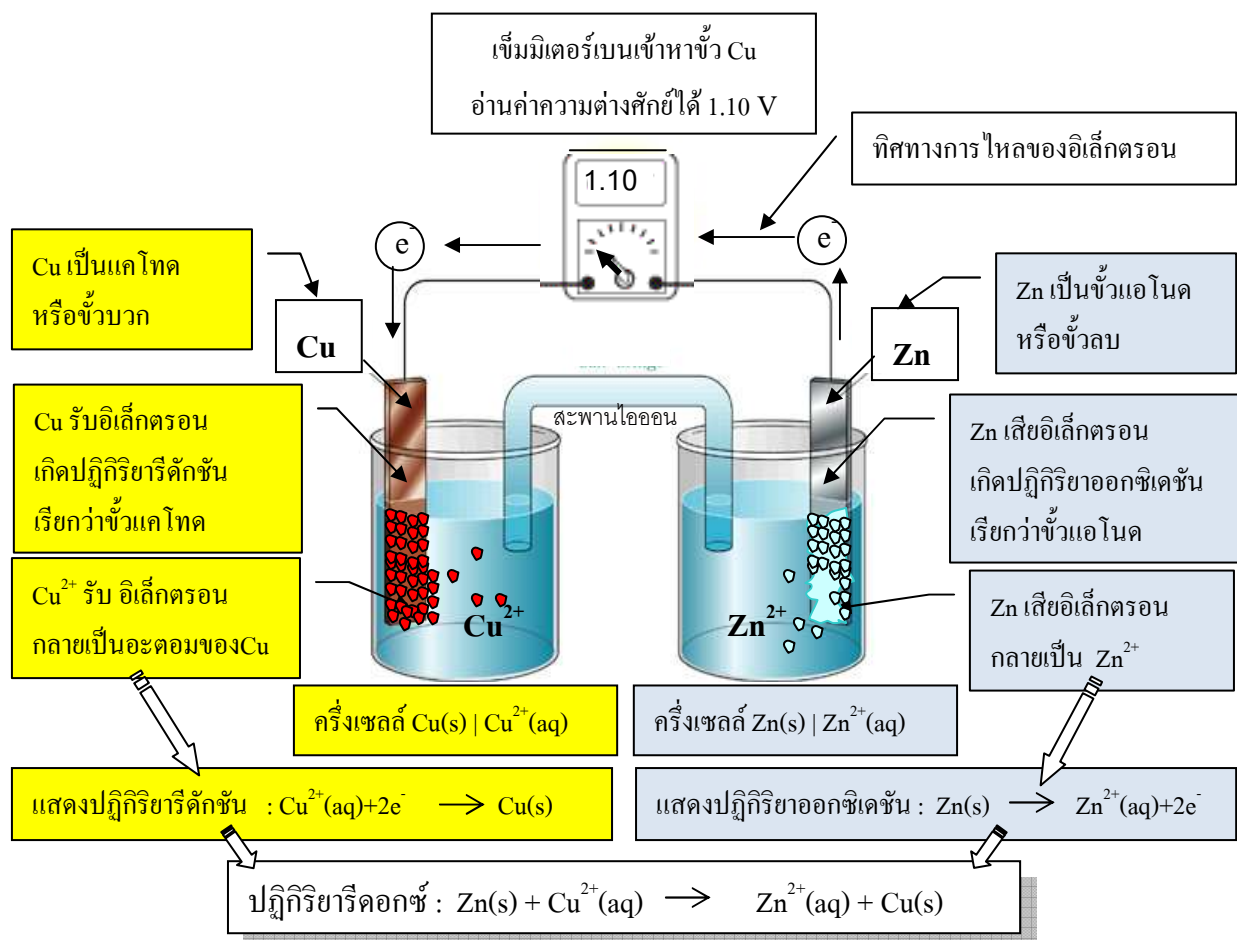


เรื่องที่ 3.3 ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์กัลวานิก

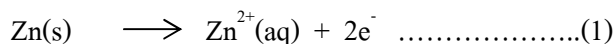
เราทราบมาแล้วว่าลักษณะทั่ว ๆ ไปของเซลล์กัลวานิกประกอบด้วย 2 ครึ่งเซลล์ แต่แต่ละครึ่งเซลล์จะมีขั้วไฟฟ้าจุ่มอยู่ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ขั้วไฟฟ้าจะต่อเข้ากับมิเตอร์สำหรับวัดความต่างศักย์ และครึ่งเซลล์ทั้งสองจะเชื่อมต่อกันด้วยสะพานไอออน เมื่อครบวงจรจะเกิดปฏิกิริยาเคมีแล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า ต่อไปนี้เราจะศึกษาว่าเมื่อนำครึ่งเซลล์ต่าง ๆ มาต่อกันเป็นเซลล์กัลวานิก จะเกิดปฏิกิริยาถ่ายโอนอิเล็กตรอนอย่างไร โดยจะศึกษาเมื่อนำครึ่งเซลล์ $\text{Zn(s)} | \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ มาต่อกับครึ่งเซลล์ $\text{Cu(s)} | \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ ดังรูป

ผังแสดงการนำครึ่งเซลล์ $\text{Zn(s)} | \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ มาต่อกับครึ่งเซลล์ $\text{Cu(s)} | \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$



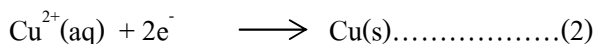
เมื่อต่อครึ่งเซลล์สังกะสีและครึ่งเซลล์ทองแดงเข้าด้วยกัน โดยเชื่อมด้วยสะพานไอออนและต่อเข้ากับโวลต์มิเตอร์จะทำให้เซลล์ครบวงจร จะพบว่าเข็มของโวลต์มิเตอร์จะเบนจากขั้ว Zn ไปยังขั้ว Cu อ่านค่าศักย์ไฟฟ้าได้ 1.10 โวลต์ และสังเกตที่ขั้วของ Zn จะพบว่าโลหะ Zn จะกร่อน ส่วนขั้ว Cu มีคราบสารสีน้ำตาลแดงมาเกาะ สารละลายสีฟ้าจะจางลงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอธิบายได้ดังนี้

1. เข็มของโวลต์มิเตอร์เบนจากขั้ว Zn ไปยังขั้ว Cu แสดงว่าเกิดการถ่ายโอนอิเล็กตรอนจากขั้ว Zn ไปยังขั้ว Cu โดยมี Zn เป็นฝ่ายให้อิเล็กตรอน และ Cu^{2+} เป็นฝ่ายรับอิเล็กตรอน
2. Zn ให้อิเล็กตรอนเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ขั้วแอโนด แสดงปฏิกิริยาได้ดังนี้



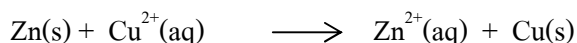
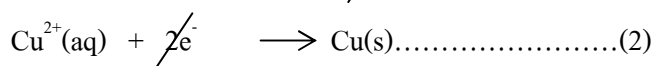
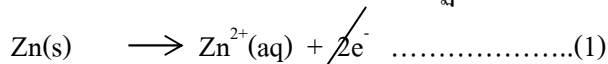
Zn เกิดการฟุกร่อนกลายเป็น Zn^{2+} สารละลายปริมาณ Zn^{2+} จะเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการสะสมประจุบวกมากขึ้น สะพานไอออนจะปรับสมดุลโดยการเคลื่อนไอออนลบ (NO_3^-) ลงไปในสารละลายเพื่อดุลจำนวนประจุ

3. อิเล็กตรอนที่เคลื่อนจากขั้ว Zn มายังขั้ว Cu และ Cu^{2+} ในสารละลายครึ่งเซลล์ทองแดง ไปปรับกลายเป็นโลหะ Cu มาเกาะที่แผ่นทองแดงเกิดปฏิกิริยารีดักชันแสดงสมการได้ดังนี้



เมื่อ Cu^{2+} รับอิเล็กตรอนกลายเป็นโลหะ Cu แล้วปริมาณ Cu^{2+} ในสารละลายจะลดลงทำให้มีไอออนลบ SO_4^{2-} มากกว่า สะพานไอออนจึงเคลื่อนไอออนบวก K^+ ลง ในสารละลายเพื่อรักษาจุดประจุ ทำให้อิเล็กตรอนไหลในวงจรได้ตลอด

4. เมื่อรวมปฏิกิริยาในแต่ละครึ่งเซลล์เข้าด้วยกัน จะได้ปฏิกิริยารีดอกซ์ดังนี้



5. ขั้ว Zn เป็นขั้วที่ให้อิเล็กตรอนไหลออกจึงเป็นขั้วลบ เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและเป็นขั้วแอโนด
6. ขั้ว Cu เป็นขั้วที่ให้อิเล็กตรอนไหลเข้าจึงเป็นขั้วบวก เกิดปฏิกิริยารีดักชันและเป็นขั้วแคโทด
7. การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจะออกจากแอโนดผ่านลวดตัวนำไปยังแคโทด ซึ่งตรงกันข้ามกับการไหลของกระแสไฟฟ้าซึ่งไหลจากแคโทดหรือขั้วบวกไปยังแอโนดหรือขั้วลบได้มีผู้ทำการทดลองนำครึ่งเซลล์ต่าง ๆ มาต่อกันเป็นเซลล์กัลวานิก สังเกตทิศทางกร เบนของเข็มมิเตอร์อ่านค่าความต่างศักย์ได้ดังนี้

ตารางที่ 5 ค่าความต่างศักย์เมื่อนำครึ่งเซลล์ต่าง ๆ มาต่อกันเป็นเซลล์กัลวานิก

ครึ่งเซลล์ที่นำมาต่อกัน	ขั้วของโลหะที่เข็มมิเตอร์เบนเข้าหา	ความต่างศักย์ (โวลต์)
Cu(s) Cu ²⁺ (aq) ต่อกับ Zn(s) Zn ²⁺ (aq)	Cu	1.10
Cu(s) Cu ²⁺ (aq) ต่อกับ Mg(s) Mg ²⁺ (aq)	Cu	2.70
Zn(s) Zn ²⁺ (aq) ต่อกับ Mg(s) Mg ²⁺ (aq)	Zn	1.60
Cu(s) Cu ²⁺ (aq) ต่อกับ Fe(s) Fe ²⁺ (aq)	Cu	0.70
Zn(s) Zn ²⁺ (aq) ต่อกับ Fe(s) Fe ²⁺ (aq)	Fe	0.30
Fe(s) Fe ²⁺ (aq) ต่อกับ Mg(s) Mg ²⁺ (aq)	Fe	1.90

จากตารางที่ 5 จะเห็นว่าเมื่อนำครึ่งเซลล์ต่าง ๆ มาต่อเข้าด้วยกันสังเกตทิศทางการเบนของเข็มมิเตอร์ในแต่ละคู่จะเปลี่ยนไป และค่าที่อ่านได้ก็จะแตกต่างกันด้วย เช่น เมื่อนำครึ่งเซลล์ Cu(s)|Cu²⁺(aq) มาต่อกับครึ่งเซลล์ Zn(s)|Zn²⁺(aq) เข็มจะเบนเข้าหาขั้ว Cu แสดงว่า Cu²⁺ มีความสามารถในการรับอิเล็กตรอนดีกว่า Zn²⁺ และเมื่อนำครึ่งเซลล์ Zn(s)|Zn²⁺(aq) มาต่อกับครึ่งเซลล์ Mg(s)|Mg²⁺(aq) เข็มของมิเตอร์จะเบนเข้าหาขั้ว Zn แสดงว่า Zn²⁺ สามารถรับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า Mg²⁺ หรือ Zn ให้อิเล็กตรอนได้ยากกว่า Mg ด้วย เมื่อนำข้อมูลจากตาราง มาจัดลำดับความสามารถในการให้และรับอิเล็กตรอน ของโลหะและโลหะไอออนได้ดังนี้

ตารางที่ 6 ลำดับความสามารถในการให้และรับอิเล็กตรอนของโลหะและโลหะไอออน

โลหะให้อิเล็กตรอนจากยากไปง่าย	โลหะไอออนรับอิเล็กตรอนจากง่ายไปยาก
Cu(s) ยาก	ง่าย Cu ²⁺ (aq)
Fe(s)	Fe ²⁺ (aq)
Zn(s)	Zn ²⁺ (aq)
Mg(s) ง่าย	ยาก Mg ²⁺ (aq)

NOTE

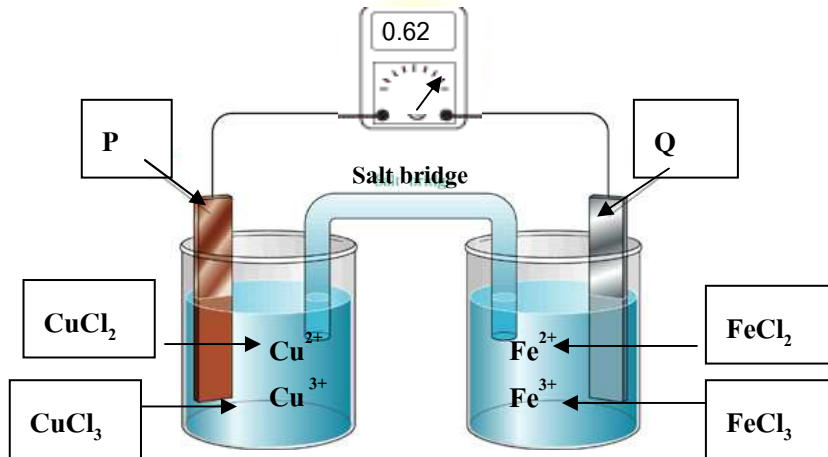
สรุปได้ว่าเซลล์กัลวานิกประกอบด้วยสองครึ่งเซลล์ที่มีศักย์ไฟฟ้าต่างกัน นำมาต่อกันและเชื่อมด้วยสะพานไอออน ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีแล้วจะมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร อิเล็กตรอนจะไหลจากขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำไปหาขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าสูง ค่าที่อ่านได้คือความต่างศักย์ของ 2 ครึ่งเซลล์

กิจกรรมที่ 3.3

สำรวจตรวจสอบ ความรู้ความเข้าใจเรื่อง ปฏิกิริยาในเซลล์กัลวานิก

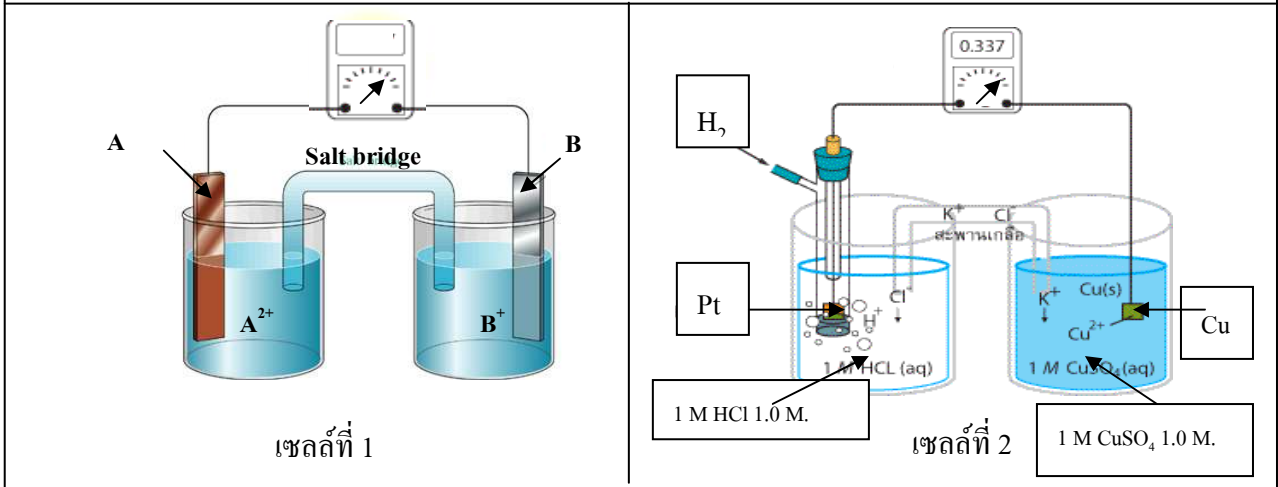
ข้อ 1 เซลล์กัลวานิกที่ประกอบด้วยครึ่งเซลล์ $\text{Pt(s)} | \text{Fe}^{2+}(\text{aq}), \text{Fe}^{3+}(\text{aq})$ และครึ่งเซลล์

$\text{Pt(s)} | \text{Cu}^{3+}(\text{aq}), \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ นำมาต่อกันดังรูปที่



1. ขั้วใดเป็นแอโนด.....ขั้วใดเป็นแคโทด.....
2. จงแสดงปฏิกิริยาออกซิเดชัน.....
3. จงแสดงปฏิกิริยารีดักชัน.....
4. จงแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้น.....
5. สารใดเป็นตัวออกซิไดซ์.....สารใดเป็นตัวรีดิวซ์.....
6. อิเล็กตรอนไหลจากขั้วใดไปยังขั้วใด.....
7. ครึ่งเซลล์ใดมีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า.....
8. ถ้าขั้ว P และ Q เป็นขั้วไฟฟ้าเฉื่อยน่าจะใช้สารใด.....
9. เซลล์นี้มีความต่างศักย์เท่าใด.....
10. สารที่บรรจุในสะพานไอออนน่าจะใช้สารใด.....

ข้อ 2 พิจารณารูปเซลล์กัลวานิกที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามต่อไปนี้



การเปลี่ยนแปลง	เซลล์ที่ 1	เซลล์ที่ 2
ปฏิกิริยาออกซิเดชัน		
ปฏิกิริยารีดักชัน		
ขั้วแคโทด		
ขั้วแอโนด		
ปฏิกิริยาของเซลล์		
ทิศทางการไหลของ e^-		
ตัวออกซิไดส์		
ตัวรีดิวซ์		
แผนภาพเซลล์		

