เซลล์ไฟฟ้าเคมี

ไฟฟ้าเคมี (ElectroChemistry) ไฟฟ้าเคมีเป็นการศึกษาเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า สามารถแบ่งปฏิกิริยาเคมีเป็น 2 ประเภท ตามการถ่ายเทของอิเลกตรอน ได้แก่

1. ปฏิกิริยาที่มีการถ่ายเทอิเล็กตรอนเรียกปฏิกิริยารีดอกซ์ (Redox Reaction)

2. ปฏิกิริยาที่ไม่มีการถ่ายเทอิเล็กตรอนเรียกว่าปฏิกิริยานอนรีดอกซ์ (Nonredox Reaction)

ปฏิกิริยารีดอกซ์ (Redox Reaction)

ปฏิกิริยารีดอกซ์เป็นปฏิกิริยาที่มีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันของสาร โดยปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้าสามารถแยกออกเป็นปฏิกิริยาย่อยได้ 2 ปฏิกิริยา ได้แก่ ปฏิกิริยาย่อยเรียกว่า ครึ่งปฏิกิริยา

1. ครึ่งปฏิกิริยาที่มีการให้อิเล็กตรอน เรียกว่า ปฏิกิริยาออกซิเดชัน

2. ครึ่งปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอน เรียกว่า ปฏิกิริยารีดักชัน

ปฏิกิริยาทั้งสองต้องเกิดขึ้นพร้อมกัน จึงเรียกปฏิกิริยารวมว่า ปฏิกิริยาออกซเดชัน – รีดักชัน หรือ ปฏิกิริยารีดอกซ์ สารละลายในปฏิกิริยานี้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ สรุปได้ว่าการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์จะต้องประกอบไปด้วย 1. สารที่ให้อิเล็กตรอนเรียกว่าตัวรีดิวซ์เกิดปฏิกิริยาออกซเดชัน (Oxidation Reaction)

2. สารที่รับอิเล็กตรอนเรียกวาตัวออกซิไดซ์เกิดปฏิกิริยารีดักชัน (Reduction Reaction)

เซลล์ไฟฟ้าเคมี (Electrochemical cell)

เซลล์ไฟฟ้าเคมี (Electrochemical cell) คือเครื่องมือหรืออุปกรณ์ทางเคมีที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า หรือไฟฟ้าเป็นเคมีเซลล์ไฟฟ้าเคมีแบงออกเป็น 2 ประเภท

1. เซลล์กัลวานิก (Galvanic cell) คือเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า เกิดจากสารเคมี ทำปฏิกิริยากันในเซลล์แล้วเกิดกระแสไฟฟ้า เช่น ถ่านไฟฉาย เซลล์แอลคาไลน์เซลล์ปรอท เซลล์เงิน แบตเตอรี่ เป็นต้น

2. เซลล์อิเล็กโทรไลต์ (Electrolytic cell) คือเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเคมีเกิดจากการผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในเซลล์แล้วเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น เช่น เซลล์แยกน้ำด้วยไฟฟ้า การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า โดย ส่วนประกอบของเซลล์ไฟฟ้าเคมีสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. ขั้วไฟฟ้า มี 2 ชนิด

1.1 ขั้วว่องไว (Active electrode) ได้แก่ ขั้วโลหะทั่วไป เช่น Zn Cu Pb

1.2 ขั้วเฉื่อย (Inert electrode) คือขั้วที่ไม่มีส่วนร่วมใดๆในการเกิดปฏิกิริยาเคมีเช่น Pt ในเซลล์ไฟฟ้าปกติจะประกอบด้วยขั้วไฟฟ้า 2 ขั้วเสมอ ดังนี้

1. ขั้วแอโนด (Anode) คือขั้วที่เกิดออกซิเดชัน

2. ขั้วแคโทด (Cathode) คือขั้วที่เกิดรีดักชัน

2. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte)

อิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte) คือ สารที่มีสถานะเป็นของเหลว นำไฟฟ้าได้เพราะมีไอออนเคลื่อนที่ไปมาอยู่ในสารละลาย

เซลล์ไฟฟ้าเคมี (Electrochemical cell) มีดังนี้

1. เซลล์กัลวานิก (Galvanic cell) คือ เซลล์ไฟฟ้าเคมีที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า เกิดจากสารเคมีทำปฏิกิริยากันในเซลล์ แล้วเกิดกระแสไฟฟ้า ประกอบด้วยครึ่งเซลล์ 2 ครึ่งเซลล์มาต่อกัน และเชื่อมให้ครบวงจรโดยใช้สะพานไอออนต่อระหว่างครึ่งเซลล์ไฟฟ้าทั้งสอง เซลล์กัลป์วานิก มี 2 ประเภท คือ

1.1 เซลล์ปฐมภูมิ ได้แก่ เซลล์แห้ง เซลล์แอลคาไลน์ เซลล์ปรอท

1.2 เซลล์ทุติยภูมิ ได้แก่ แบตเตอรี่สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว เซลล์นิกเกิล-แคดเมียม หรือเซลล์นิแคด และเซลล์ลิเทียมไอออน

2. เซลล์อิเล็กโทรไลต์ (Electrolytic cell) คือ เซลล์ไฟฟ้าเคมีที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเคมี เกิดจากการผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในเซลล์ แล้วเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น เช่น เซลล์แยกน้ำด้วยไฟฟ้า การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า โดย ส่วนประกอบที่สำคัญของอิเล็คโตรไลติกเซลล์ (Electrolytic Cell) ประกอบด้วยคือ

1. แหล่งพลังงานไฟฟ้าจากภายนอก
2. ขั้วไฟฟ้า
3. สารละลายอิเลกโตรไลท์

โดยลักษณะการเกิดปฏิกิริยาสามารถอธิบายได้จากการที่สารให้อิเล็คตรอนแก่ขั้วบวกหรือการเกิดปฏิกิริยา ออกซเดชันคือขั้วแอโนดที่มีประจุไฟฟ้าลบ และสารที่รับอิเล็คตรอนจากขั้วลบหรือการเกิดปฏิกิริยารีดักชันคือขั้วแคโทดที่มีประจุไฟฟ้าบวก ในการประยุกต์ใช้งานของหลักการอิเล็คโตรไลซิสสามารถนำไปใช้ในหลักการแยกน้ำด้วยไฟฟ้าเพื่อ แยกโมเลกุลของน้ำ (H_2O) เป็นโมเลกุล H_2 และโมเลกุล O_2 เพื่อนำแก๊สที่สามารถผลิตได้ไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นต่อไป

หลักการแยกน้ำด้วยไฟฟ้าหรืออิเล็คโทรไลซิส เป็นกระบวนการที่ใช้หลักการทางไฟฟ้าเคมีในการแตกตัวน้ำโดยใส่กระแสไฟฟ้าาเพื่อให้โมลกุลน้ำแตกตัวออกเป็นโมเลกุลไฮโดรเจนและโมเลกุลออกซิเจน

ประโยชน์ของหลักการอิเล็คโทรไลซิส

1. การแยกนำด้วยไฟฟ้า เพื่อแตกตัวน้ำให้กลายเป็นแก๊สไฮโดรเจนและแก๊สออกซิเจน
2. การชุบโลหะ
3. การทำโลหะให้บริสุทธิ์

ตาราง ศักย์รีดักชันมาตรฐานที่ 25 C

ครึ่งปฏิกิริยา	E° (V)
$Li^+(aq) + e^- \rightarrow Li(s)$	-3.05
$K^+(aq) + e^- \rightarrow K(s)$	-2.93
$Ba^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Ba(s)$	-2.90
$Sr^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Sr(s)$	-2.89
$Ca^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Ca(s)$	-2.87
$Na^+(aq) + e^- \rightarrow Na(s)$	-2.71
$Mg^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Mg(s)$	-2.37
$Be^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Be(s)$	-1.85
$Al^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Al(s)$	-1.66
$Mn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Mn(s)$	-1.18
$2H_2O(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$	-0.83
$Zn^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Zn(s)$	-0.76
$Cr^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Cr(s)$	-0.74
$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Fe(s)$	-0.44
$Cd^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Cd(s)$	-0.40
$PbSO_4(aq) + e^- \rightarrow Pb(s) + SO_4^{2-}(aq)$	-0.31
$Co^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Co(s)$	-0.28
$Ni^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Ni(s)$	-0.25
$Sn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Sn(s)$	-0.14
$Pb^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Pb(s)$	-0.13
$2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$	0.00
$Sn^{4+}(aq) + 2e^- \rightarrow Sn^{2+}(aq)$	+0.13
$Cu^{2+}(aq) + e^- \rightarrow Cu^+(aq)$	+0.15
$SO_4^{2-}(aq) + 4H^+(aq) + 2e^- \rightarrow SO_2(g) + 2H_2O$	+0.20
$AgCl(s) + e^- \rightarrow Ag(s) + Cl^-(aq)$	+0.22
$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$	+0.34
$O_2(g) + 2H_2O + 3e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$	+0.40
$I_2(s) + 2e^- \rightarrow 2I^-(aq)$	+0.53
$MnO^{-4}(aq) + 2H_2O + 3e^- \rightarrow MnO_2(s) + 4OH^-(aq)$	+0.59
$O_2(g) + 2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2O_2(aq)$	+0.68
$Fe^{3+}(aq) + e^- \rightarrow Fe^{2+}(aq)$	+0.77
$Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$	+0.80
$Hg_2^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow 2Hg(l)$	+0.85
$2Hg^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Hg_2^{2+}(aq)$	+0.92
$NO_3^-(aq) + 4H^+(aq) + 3e^- \rightarrow NO(g) + 2H_2O$	+0.96
$Br_2(l) + 2e^- \rightarrow 2Br^-(aq)$	+1.07
$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O$	+1.23
$MnO_2(s) + 4H^+(aq) + 2e^- \rightarrow Mn^{2+}(aq) + 2H_2O$	+1.23
$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14H^+(aq) + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 7H_2O$	+1.33
$Cl_2(g) + 2e^- \rightarrow 2Cl^-(aq)$	+1.36
$Au^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Au(s)$	+1.50
$MnO_4^-(aq) + 8H^+(aq) + 5e^- \rightarrow Mn^{2+}(aq) + 4H_2O$	+1.51
$Ce^{4+}(aq) + e^- \rightarrow Ce^{3+}(aq)$	+1.61
$PbO_2(s) + 4H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq) + 2e^- \rightarrow PbSO_4(s) + 2H_2O$	+1.70
$H_2O_2(aq) + 2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow 2H_2O$	+1.77
$Co^{3+}(aq) + e^- \rightarrow Co^{2+}(aq)$	+1.82
$O_3(aq) + 2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow O_2(g) + H_2O(l)$	+2.07
$F_2(g) + 2e^- \rightarrow 2F^-(aq)$	+2.87

ความแรงของตัวออกซิไดซ์เพิ่มขึ้น ↓

ความแรงของตัวรีดิซ์เพิ่มขึ้น ↑

สำหรับครึ่งปฏิกิริยาทั้งหมด ไอออนในสารละลายมีความเข้มข้น 1 M และแก๊สมีความดัน 1 atm ซึ่งเป็นค่าสำหรับสภาวะมาตรฐาน

ปฏิบัติการที่ 1

วันที่ปฏิบัติการ.....

ชื่อปฏิบัติการ.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

วัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ :

.....

.....

.....

.....

.....

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นตอนการทดลอง : ให้นักศึกษาทำเป็น flow chart

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

บันทึกผลการทดลอง :

1. แสดงวิธีการคำนวณสำหรับการเตรียมสารละลาย :

1.1 วิธีการคำนวณสำหรับการเตรียมสารละลาย $CuSO_4$ [1] M

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.2 วิธีการคำนวณสำหรับการเตรียมสารละลาย $ZnSO_4$ [1] M

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ตารางผลการทดลอง :

ครึ่งเซลล์ที่นำมาต่อกัน	ขั้วโลหะที่เข้มเบนเข้าหา	ความต่างศักย์ (V)

3. ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :

.....

.....

.....

.....

4. แสดงวิธีการคำนวณหาค่า E°cell :

.....

.....

.....

.....

5. หาค่าร้อยละ :

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปฏิบัติการที่ 2

วันที่ปฏิบัติการ.....

ชื่อปฏิบัติการ.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

วัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ :

.....

.....

.....

.....

.....

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นตอนการทดลอง : ให้นักศึกษาทำเป็น flow chart

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

บันทึกผลการทดลอง :

1. ตารางผลการทดลอง :

ขั้วไฟฟ้า	ชนิดของแก๊ส	ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

สรุปผลการทดลอง :

.....

.....

.....

.....

.....

คำถาม :

1. แก๊สที่เกิดขึ้นทั้งสองขั้วเป็นแก๊สชนิดเดียวกันหรือไม่ ทราบได้อย่างไร

.....

.....

2. ส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโตรไลติก มีอะไรบ้าง

.....

.....

ปฏิบัติการที่ 3

วันที่ปฏิบัติการ.....

ชื่อปฏิบัติการ.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

วัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ :

.....

.....

.....

.....

.....

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นตอนการทดลอง : ให้นักศึกษาทำเป็น flow chart

.....

.....

.....

.....

.....

.....

บันทึกผลการทดลอง :

1. ตารางผลการทดลอง :

ขั้วไฟฟ้า	ชนิดของแก๊ส	ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

2. อธิบายหลักการ :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.

.....

.....

.....

.....

3. แสดงวิธีการคำนวณหาค่า E°cell :

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง :

.....

.....

.....

.....

.....

คำถาม :

1. แก๊สที่เกิดขึ้นทั้งสองขั้วเป็นแก๊สชนิดเดียวกันหรือไม่ ทราบได้อย่างไร

.....

.....

2. ส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโตรไลติก มีอะไรบ้าง

.....

.....

ปฏิบัติการที่ 4

วันที่ปฏิบัติการ.....

ชื่อปฏิบัติการ.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

วัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ :

.....

.....

.....

.....

.....

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นตอนการทดลอง : ให้นักศึกษาทำเป็น flow chart

.....

.....

.....

.....

.....

.....

บันทึกผลการทดลอง :

1. ตารางผลการทดลอง :

ขั้วไฟฟ้า	ชนิดของแก๊ส	ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

2. อธิบายหลักการ :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. แสดงวิธีการคำนวณหาค่า E°cell :

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง :

.....

.....

.....

.....

.....

คำถาม :

1. แก๊สที่เกิดขึ้นทั้งสองขั้วเป็นแก๊สชนิดเดียวกันหรือไม่ ทราบได้อย่างไร

.....

.....

2. ส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโตรไลติก มีอะไรบ้าง

.....

.....

ปฏิบัติการที่ 5

วันที่ปฏิบัติการ.....

ชื่อปฏิบัติการ.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

ชื่อ.....รหัสประจำตัวนักศึกษา.....

วัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ :

.....

.....

.....

.....

.....

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นตอนการทดลอง : ให้นักศึกษาทำเป็น flow chart

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

บันทึกผลการทดลอง :

1. ตารางผลการทดลอง :

ตัวอย่างชิ้นงานก่อนชุบ..... ตัวอย่างชิ้นงานหลังชุบ.....

กระแสไฟฟ้าที่ใช้..... เวลาในการชุบ.....

ขั้วไฟฟ้า	ผลการสังเกต	
	ก่อนชุบ	หลังชุบ
1. แผ่นทองแดง		
2. ชิ้นงาน		
3. สลล. $CuSO_4$		

2. อธิบายหลักการ :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. เขียนปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง :

.....

.....

.....

.....

.....

คำถาม :

1. เราสามารถให้หลักการนี้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....