

บทที่ 3

เซลล์ไฟฟ้า

สสารที่มีในโลกนี้มีอนุภาคที่สำคัญของสสารซึ่งประกอบไปด้วยอะตอม (Atom) เป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดของสารซึ่งโดยปกติอะตอมมักจะอยู่รวมกับโมเลกุลที่มีอนุภาคใหญ่กว่าหรืออาจรวมกันเป็นโครงสร้างขนาดใหญ่ ในส่วนของโมเลกุล (Molecule) เป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดโดยสามารถอยู่ได้อย่างเป็นอิสระในธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากอะตอมที่มาวมกันในทางเคมีตั้งแต่ 2 อะตอมขึ้นไป และไอออน (Ion) เป็นกลุ่มของอะตอมที่มีประจุไฟฟ้าของไอออนบวกและไอออนลบ ซึ่งในเนื้อหาบทเรียนนี้จะอธิบายถึงไฟฟ้าที่เกิดจากการปฏิกิริยาทางเคมีและการประยุกต์ใช้งานเซลล์ไฟฟ้า จากสาระสำคัญเกี่ยวกับสสารที่มีอนุภาคดังกล่าวในอนุภาคของอะตอม ซึ่งประกอบไปด้วยอิเล็กตรอน โปรตอน และนิวตรอน โดยที่อิเล็กตรอนจะมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ โปรตอนมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก และนิวตรอนมีประจุไฟฟ้าเป็นกลาง ซึ่งได้กล่าวตามรายละเอียดเนื้อหาที่ได้ศึกษาผ่านมาแล้วในบทที่ 2 และในการอยู่ร่วมกันของอนุภาคทั้งสามในอะตอมเป็นลักษณะที่โปรตอนและนิวตรอนรวมกันอยู่ตรงกลาง จะเรียกว่า นิวเคลียส และมีอิเล็กตรอนโคจรอยู่รอบ ๆ การไหลของอิเล็กตรอนภายในอะตอมจะมีอิเล็กตรอนโคจรอยู่รอบ ๆ นิวเคลียส เป็นวงโคจรซึ่งอิเล็กตรอนที่อยู่วงโคจรนอกสุดเรียกว่า อิเล็กตรอนอิสระ และถ้าอิเล็กตรอนที่อยู่วงโคจรนอกนี้ได้รับพลังงานก็จะทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปอยู่ในอะตอมที่ถัดไปทำให้เกิดการไหลของอิเล็กตรอนพลังงานจะทำให้อิเล็กตรอนในวัตถุตัวนำไหลได้ เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะทำหน้าที่ทั้งการรับและจ่ายอิเล็กตรอนจะเรียกว่า ขั้วไฟฟ้า โดยการกำหนดขั้วที่รับอิเล็กตรอนจะเรียกว่า ขั้วบวก และขั้วที่จ่ายอิเล็กตรอนเรียกว่าขั้วลบ จากเนื้อหาดังกล่าวได้มีความสำคัญต่อผู้เรียนเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นความรู้พื้นฐานที่ต้องทำความเข้าใจเพื่อนำความรู้ความเข้าใจไปประยุกต์ใช้งานในการต่อวงจรทดลองเซลล์ไฟฟ้า

ไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี

เซลล์ไฟฟ้ากระแสตรงที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีนั้นสามารถใช้เป็นแหล่งกำเนิดหรือแหล่งจ่ายไฟฟ้า เช่น แบตเตอรี่ (Battery) เซลล์เคมีไฟฟ้า (Electrochemical Cell) และเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell) เป็นต้น ซึ่งหลักการทำงานของเซลล์ไฟฟ้าเป็นการเปลี่ยนจากพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า และได้มีผู้กล่าวถึงหลักการเกิดไฟฟ้าจากปฏิกิริยาเคมี มีดังนี้

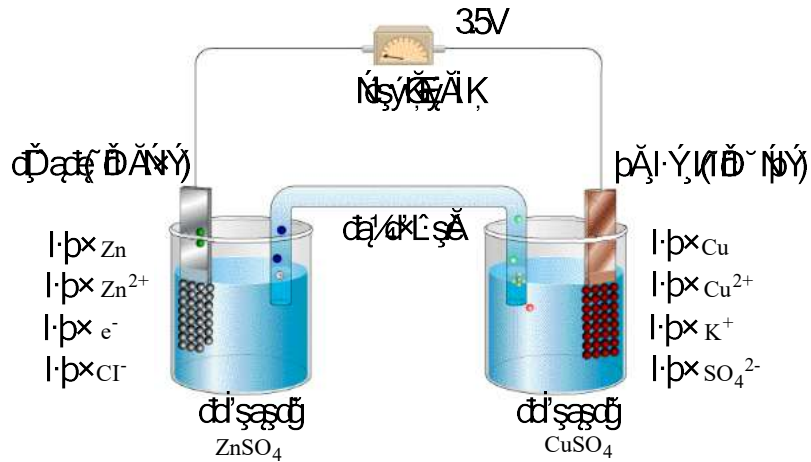
วัชรพงษ์ ยงไสว (2545 : 1) กล่าวว่า ไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีทำได้โดยการนำแท่งวัตถุที่ต่างกันซึ่งจะประกอบไปด้วยสังกะสี (Zinc : Zn) กับทองแดง (Copper : Cu) โดยการนำไปจุ่มลงในกรดกำมะถันเจือจางหรือกรดซัลฟิวริก (Sulfuric Acid) ถูกเรียกว่า อิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte)

ใส่ไว้ในโถแก้ว โลหะสองชนิดนี้จะทำปฏิกิริยาทางเคมีกับกรดกำมะถัน เกิดไฟฟ้าขึ้นซึ่งเป็นกระแสตรง โดยมีสังกะสีเป็นขั้วลบและทองแดงเป็นขั้วบวกสามารถนำไปทดลองกับหลอดไฟฟ้าซึ่งจะทำให้หลอดไฟติดได้ต่อมาภายหลังวิวัฒนาการมาเป็นเซลล์ไฟฟ้าและแบตเตอรี่

นฤมล อาราม, ประมุข แก้วภักดี และจตุรงค์ ศิริตระกูล (2553 : 2) กล่าวว่า การเกิดไฟฟ้ากระแสตรงที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีโดยการนำโลหะที่ต่างชนิดกันเพื่อใช้ในการสร้างเซลล์ไฟฟ้าที่ให้ศักย์ไฟฟ้าซึ่งเป็นการประดิษฐ์เซลล์ไฟฟ้า เช่น เซลล์เปียก และเซลล์แห้ง ในรูปแบบการนำเซลล์ไฟฟ้าไปใช้งานมีอยู่ 2 รูปแบบ คือเซลล์แบบปฐมภูมิ (Primary Cell) เป็นแหล่งกำเนิดหรือแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ให้ไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งเซลล์ไฟฟ้าในลักษณะนี้สร้างเสร็จสามารถนำไปใช้งานได้ทันที และเซลล์แบบทุติยภูมิ (Secondary Cell) เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่สร้างขึ้นแล้วต้องประจุไฟฟ้าก่อนใช้งานทุกครั้งจึงจะสามารถนำไปใช้งานได้ และในการเพิ่มกระแสไฟฟ้ามากขึ้นจะต้องใช้เซลล์หลาย ๆ แผ่นมาต่อขนานกันซึ่งเซลล์ไฟฟ้าชนิดนี้จะเรียกว่าสตอเรจเซลล์ (Storage)

พิมพ์ชนก ชาญสกุล (2556 : 2) กล่าวว่า การนำโลหะ 2 ชนิดที่มีความแตกต่างกันซึ่งจะประกอบไปด้วยสังกะสี (Zinc : Zn) กับทองแดง (Copper : Cu) โดยทำการจุ่มลงในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งโลหะทั้งสองจะทำปฏิกิริยาเคมีกับสารละลายอิเล็กโทรไลต์จะพบว่า อิเล็กตรอน (ประจุลบ) โดยที่ทองแดงจะถูกดูดเข้าไปยังขั้วของสังกะสี หากทองแดงขาดประจุลบจะเปลี่ยนความต่างศักย์ไฟฟ้าจะเป็น (ประจุบวก) โดยพื้นที่จะเรียกว่าขั้วบวก ในส่วนสังกะสีจะเป็นขั้วลบตามค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า และส่วนประกอบของไฟฟ้าเกิดจากการทำปฏิกิริยาทางเคมีนี้จะถูกเรียกว่า เซลล์กัลวานิก (Galvanic Cell) หรือเซลล์โวลตาอิก (Voltaic Cell) โดยการนำหลักการของเซลล์โวลตาอิกไปใช้งานในการสร้างเซลล์ไฟฟ้าที่ให้ศักย์ไฟฟ้าสูงมากขึ้น เช่น แบตเตอรี่ ถ่านไฟฉาย เป็นต้น

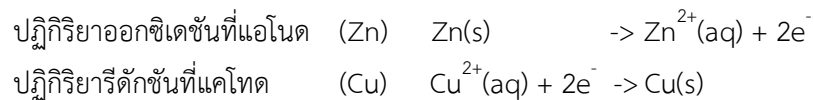
ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า เซลล์ไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีเป็นการเปลี่ยนจากพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการนำขั้วตัวนำไฟฟ้าในการใช้แท่งทองแดงและแท่งสังกะสีจุ่มอยู่ในสารละลายกรดซัลฟิวริก (Sulfuric Acid) ขั้วตัวนำไฟฟ้าทั้งสองจะเกิดปฏิกิริยากับสารละลายทำให้เกิดการแตกตัว โดยสังกะสีจะแตกตัวอิเล็กตรอนที่มีจำนวนมากกว่าทองแดงจะทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากขั้วของสังกะสีไปสู่ขั้วทองแดง ซึ่งขั้วสังกะสีจะเป็นขั้วไฟฟ้าลบจะมีศักย์ไฟฟ้าต่ำและส่วนขั้วทองแดงจะเป็นขั้วไฟฟ้าบวกจะมีศักย์ไฟฟ้าสูงสามารถพิจารณา ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 เซลล์กัลวานิก

ที่มา : พิมล กลิ่นขจร (2554 : 5)

จากภาพที่ 3.1 สามารถอธิบายได้ว่าเมื่อนำแท่งสังกะสีและแท่งทองแดงในเซลล์เป็นขั้วไฟฟ้า ซึ่งเรียกว่า อิเล็กโทรด (Electrode) ขั้วที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเรียกว่า ขั้วแอโนด (Anode) และขั้วที่เกิดปฏิกิริยารีดักชันจะเรียกว่า ขั้วแคโทด (Cathode) และสำหรับสะพานเกลือ (Salt Bridge) อิเล็กตรอนจะถูกถ่ายโอนผ่านตัวกลางภายนอกจากขั้วไฟฟ้าที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันไปยังขั้วไฟฟ้าที่เกิดปฏิกิริยารีดักชันจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้การเกิดปฏิกิริยาเคมีนี้จะเรียกว่า เซลล์กัลวานิก (Galvanic Cell) สามารถพิจารณาการเกิดปฏิกิริยาได้ดังนี้



จากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันขึ้นที่ขั้วแอโนด Zn นั้นจะค่อย ๆ กร่อนแล้วเกิดเป็น Zn²⁺ ละลายลงไปในสารละลายที่มี Zn²⁺ และ SO₄²⁻ ส่วนที่ขั้วแคโทด Cu²⁺ นั้นจากสารละลายเกิดปฏิกิริยารีดักชันกลายเป็นอะตอมของทองแดงเกาะอยู่ที่ผิวของขั้วไฟฟ้าเมื่อเกิดปฏิกิริยาจะพบว่าในครึ่งของเซลล์ออกซิเดชันสารละลายจะมีประจุบวก (Zn²⁺) มากกว่าประจุลบ (SO₄²⁻) และในครึ่งของเซลล์รีดักชันสารละลายจะมีประจุลบ (SO₄²⁻) มากกว่าประจุบวก (Cu²⁺) จึงเกิดความไม่สมดุลทางไฟฟ้าขึ้น จากปัญหานี้สามารถที่จะแก้ไขได้โดยการนำสะพานเกลือหรือสะพานไอออนมาใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างสองครึ่งเซลล์ ซึ่งสะพานเกลือทำมาจากหลอดแก้วรูปตัวยู ภายในบรรจุอิเล็กโทรไลต์ที่ไม่ทำปฏิกิริยากับสารในเซลล์และมีไอออนบวกกับไอออนลบเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ใกล้เคียงกัน หรือสามารถใช้กระดาษกรองชุบอิเล็กโทรไลต์ หลักการของสะพานเกลือซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางที่เชื่อมต่อระหว่างครึ่งเซลล์ทั้งสอง และเนื่องจากครึ่งเซลล์ทั้งสองเชื่อมต่อกับวงจรภายนอกครึ่งเซลล์ที่

มีศักย์รีดักชันสูงกว่าจะเกิดรีดักชัน ครึ่งเซลล์ที่มีศักย์รีดักชันต่ำกว่าจะทำให้เกิดออกซิเดชันความต่างศักย์ระหว่างอิเล็กโทรดจะเรียกว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้า (พิมล กลิ่นขจร. 2554 : 5)

เซลล์ไฟฟ้า

จากการศึกษาไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนจากพลังงานทางเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้าซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้มีหลากหลายชนิดที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด เนื่องจากได้รับการยอมรับในการนำไปใช้งานได้อย่างเหมาะสมกับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น ไฟฉาย นาฬิกา กล้องถ่ายโทรทัศน์เคลื่อนที่ เครื่องเล่นเพลงแบบพกพา เป็นต้น ในปัจจุบันเซลล์ไฟฟ้ามียุหลายขนาดเมื่อพิจารณาโดยใช้หลักการเก็บประจุไฟสามารถแบ่งเซลล์ไฟฟ้าออกเป็นเซลล์แบบปฐมภูมิ (Primary Cell) เป็นเซลล์ไฟฟ้าใช้แล้วทิ้งไม่สามารถเก็บประจุไฟ และเซลล์ทุติยภูมิ (Secondary Cell) เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่สามารถนำมาเก็บประจุไฟได้ และได้มีผู้กล่าวถึงชนิดของเซลล์ไฟฟ้ามีดังนี้

เทพรัตน์ ภูนาสอน (2554 : 1) กล่าวว่า เซลล์ไฟฟ้าชนิดเซลล์ปรอทโดยมีหลักการเช่นเดียวเซลล์ชนิดแอลคาไลน์เพียงแต่ใช้เมอร์คิวรี ออกไซด์ แทนแมงกานีส เซลล์ไฟฟ้าชนิดนี้มีขนาดเล็กโดยผิวหน้าด้านบนภายในเซลล์เป็นทองแดงขั้วบวกทำจากออกไซด์ของปรอทกับกราไฟท์ส่วนขั้วลบใช้ผงสังกะสีผสมโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ ในปัจจุบันนิยมนำไปใช้งานในเครื่องคิดเลข นาฬิกาข้อมือ อุปกรณ์ถ่ายภาพ เป็นต้น และสามารถแสดงเซลล์ไฟฟ้าชนิดปรอท ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 เซลล์ไฟฟ้าชนิดปรอท

กฤษณะ สุกันตพงศ์ (2555 : 1) กล่าวว่า ลิเทียม-โพลิเมอร์ (Lithium-Polymer) เป็นอุปกรณ์เก็บประจุไฟฟ้าได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยการออกแบบครั้งแรกได้รวมอิเล็กโทรไลต์-โพลิเมอร์ ในรูปแบบแข็งและแห้งคล้ายกับฟิล์มพลาสติก มีประสิทธิภาพในการใช้งานยังคงมีความสามารถในการคงอายุการใช้งานได้ดี มีน้ำหนักเบา ถูกปรับปรุงให้มีความปลอดภัยสูงยิ่งขึ้น ลดความเสี่ยงเรื่องระเบิดและไม่ต้องกังวลเรื่องแบตเตอรี่เสื่อมเร็ว โดยสามารถกล่าวถึงลักษณะการใช้งานของลิเทียม-โพลิเมอร์ได้ว่าลิเทียมที่มีขนาดเล็กเหมาะสำหรับใช้งานกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก โทรศัพท์เคลื่อนที่ และกล้องถ่าย เป็นต้น และสามารถแสดงเซลล์ไฟฟ้าชนิดลิเทียม ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 เซลล์ไฟฟ้าชนิดลิเทียมโพลิเมอร์

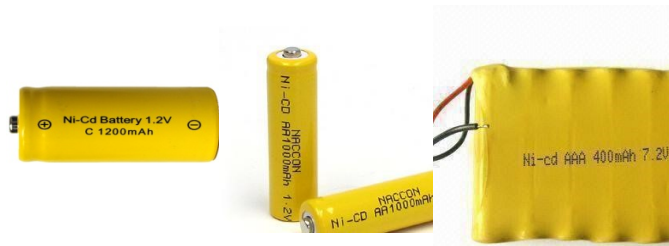
บุญรักษ์ กาญจนวรรณิชย์ (2556 : 2) กล่าวว่า เซลล์ไฟฟ้าชนิดเฮฟวี่ดิวตี้ (Heavy Duty) เป็นเซลล์คาร์บอน-สังกะสีเหมือนเซลล์ไฟฟ้าชนิดธรรมดาแต่มีประสิทธิภาพการจ่ายไฟสูงกว่าเซลล์ไฟฟ้าชนิดธรรมดา ซึ่งเซลล์ไฟฟ้าชนิดเฮฟวี่ดิวตี้ได้มีการพัฒนามาจากถ่านคาร์บอน-สังกะสีจะมีโครงสร้างตัวถังภายนอกเป็นสังกะสีทำหน้าที่เป็นขั้วลบ ภายในจะมีแท่งคาร์บอนทำหน้าที่เป็นขั้วบวก โดยมีสารเคมีเพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี โดยใช้สารละลายซิงค์คลอไรด์เป็นสารอิเล็กโทรไลต์เพียงสารชนิดเดียว และก่อให้เกิดประจุไฟฟ้ามีแรงเคลื่อนไฟฟ้าขนาด 1.5 โวลต์ (V) เป็นมาตรฐาน และสามารถแสดงเซลล์ไฟฟ้าชนิดเฮฟวี่ดิวตี้ ดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 เซลล์ไฟฟ้าชนิดเฮฟวี่ดิวตี้

ที่มา : Hu (2013 : 1)

พิมพา ล้มทองกุล (2558 : 2) กล่าวว่า เซลล์ไฟฟ้าชนิดนิกเกิล (Nickel) มีอยู่ 5 ประเภท คือเซลล์ไฟฟ้านิกเกิล-แคดเมียม (Nickel-Cadmium, Ni-Cd หรือ NiCadTM) ใช้ในอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป เช่น ไฟฉายฉุกเฉิน แฟลชสำหรับกล้องถ่ายรูป และเครื่องมือช่างแบบไร้สาย เซลล์ไฟฟ้านิกเกิล-เมทัลไฮไดรด์ (Nickel-Metal Hybrid, Ni-MH) ใช้ในอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น อุปกรณ์สื่อสารแบบไร้สาย หน่วยสำรองไฟฟ้า และรถยนต์ไฟฟ้า เซลล์ไฟฟ้านิกเกิล-เหล็ก (Nickel-Iron, Ni-Fe) ใช้ในอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป เซลล์ไฟฟ้านิกเกิล-สังกะสี (Nickel-Zinc, Ni-Zn) ใช้ในอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เช่น กล้องถ่ายรูป และเครื่องมือช่างแบบไร้สาย และเซลล์ไฟฟ้านิกเกิล-ไฮโดรเจน (Nickel-Hydrogen, Ni-H₂) ใช้งานในอวกาศ เช่น ดาวเทียม และขอยกตัวอย่างลักษณะของเซลล์ไฟฟ้าชนิดนิกเกิล-แคดเมียม ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 เซลล์ไฟฟ้าชนิดนิกเกิลแคดเมียม

ที่มา : Kataria (n.d. : 1)

จู่ไรร์ตัน ดวงเดือน (ม.ป.ป. : 2-4) กล่าวว่า เซลล์ไฟฟ้าชนิดนิกเกิลเมทัลไฮไดรด์ (Nickel Metal Hydride : Ni-MH) ที่ประกอบไปด้วยขั้วบวกซึ่งเป็นอเล็กโทรไลต์เช่นเดียวกับไนแคด แตกต่างที่ขั้วลบซึ่งเป็นโลหะผสมที่สามารถทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเกิดเป็นเมทัลไฮไดรด์ได้ โดยโลหะผสมนี้มีสูตรเป็น AB₂ เช่น ZrNi₂ หรือ AB₅ เช่น LaNi₅ โดยเซลล์ไฟฟ้าชนิดนิกเกิลเมทัลไฮไดรด์ได้มีการพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ไขจุดด้อยของเซลล์ไฟฟ้าชนิดนิกเกิลแคดเมียม เนื่องจากนิกเกิลแคดเมียมมีความจุพลังงานได้น้อยและเกิดปัญหาการลดลงของพลังงานไฟฟ้าในกรณีที่ไม่ได้ทำการคายประจุ ซึ่งนิกเกิลเมทัลไฮไดรด์ที่พัฒนาขึ้นมีขนาดความจุมากกว่า และแก้ปัญหาคายประจุได้ดีกว่าเซลล์ไฟฟ้าชนิดนิกเกิลแคดเมียมและสามารถแสดงเซลล์ไฟฟ้าชนิดนิกเกิลเมทัลไฮไดรด์ ดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 เซลล์ไฟฟ้าชนิดนิกเกิลเมทัลไฮไดรด์

ที่มา : Wang (n.d. : 5)

เซลล์ไฟฟ้าชนิดอัลคาไลน์ (Alkaline) เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่มีจุดเด่นสามารถให้พลังงานไฟฟ้าได้สูงกว่าเซลล์ไฟฟ้าชนิดธรรมดา 4 ถึง 9 เท่า ซึ่งมีการพัฒนาเซลล์ไฟฟ้าชนิดอัลคาไลน์ขึ้นเมื่อในปี ค.ศ. 1959 คิดค้นโดยลิวอิส เออร์รี่ (Lewis Urry) เป็นวิศวกรของบริษัทผลิตเซลล์ไฟฟ้าชนิดเอเวอร์เรดี (Eveready) ซึ่งได้ต้นแบบมาจากแบตเตอรี่อัลคาไลน์ที่โรเบิร์ตสันพัฒนาขึ้นระหว่างปลายทศวรรษที่

1890 ถึงต้นทศวรรษที่ 1900 แบตเตอรี่อัลคาไลน์ของเอ็ดวินไซโปต์สเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium Hydroxide) ซึ่งจะมีฤทธิ์เบสเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ใช้เหล็กเป็นแอโนดและใช้สารประกอบนิกเกิลออกไซด์ (Nickel Oxide) เป็นแคโทด ในขณะที่ลิวอิสได้ทดลองใช้สารแมงกานีสไดออกไซด์เป็นแคโทดส่วนแอโนดทำการเปลี่ยนจากการใช้ด้วยสังกะสีเป็นผงสังกะสีแทน และใช้สารโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แทน ผลจากการทดลอง พบว่า เซลล์ไฟฟ้าชนิดอัลคาไลน์ใช้งานได้ยาวนานกว่าเซลล์ไฟฟ้าชนิดธรรมดา ซึ่งมีจุดเด่นที่สามารถให้พลังงานไฟฟ้าได้สูงกว่าเซลล์ไฟฟ้าชนิดธรรมดา (บุญรักษ์ กาญจนวรรณิชย์. 2556 : 1-2) โดยสามารถแสดงเซลล์ไฟฟ้าชนิดอัลคาไลน์ ดังภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 เซลล์ไฟฟ้าชนิดอัลคาไลน์

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า เซลล์ไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีเป็นการเปลี่ยนจากพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ประกอบไปด้วยขั้วบวก และขั้วลบ ในปัจจุบันเซลล์ไฟฟ้านิยมนำไปใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์ในรูปของวงจรไฟฟ้ากระแสตรง และสามารถกล่าวได้ว่าเซลล์ไฟฟ้าแบบเซลล์ปฐมภูมิ (Primary Cell) เป็นพลังงานไฟฟ้าเมื่อใช้งานแล้วพลังงานไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าจะหมดไป และเมื่อใช้งานพลังงานไฟฟ้าหมดจะไม่สามารถนำไปประจุไฟฟ้า เช่น ถ่านไฟฉาย เซลล์แอลคาไล เซลล์ปรอท เซลล์เงิน เป็นต้น และแบบเซลล์ทุติยภูมิ (Secondary Cell) พลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานหมดแล้ว สามารถนำมาประจุไฟฟ้ากลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น เซลล์ไฟฟ้าชนิดตะกั่ว เซลล์ไฟฟ้าชนิดนิกเกิล-แคดเมียม เป็นต้น

แบตเตอรี่

แบตเตอรี่ (Battery) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถเก็บประจุไฟฟ้าและจ่ายประจุหรือการจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ ถือเป็นอุปกรณ์ที่สามารถแปลงพลังงานด้านเคมีให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรงที่ประกอบไปด้วยขั้วแบตเตอรี่ขั้วบวกและขั้วลบหรือที่เรียกว่าแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง และได้มีผู้กล่าวถึงชนิดของแบตเตอรี่ มีดังนี้

ไทรเทพ จ่ากลาง (2556 : 1) กล่าวว่า เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จัดเก็บพลังงานที่สามารถแปลงพลังงานเคมีให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรงประกอบไปด้วยขั้วแบตเตอรี่ที่มีขั้วบวก และขั้วลบ หรือที่เรียกว่า ไฟฟ้ากระแสตรง และพร้อมกับสารละลายอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte Solution) และแบตเตอรี่จะประกอบไปด้วยเซลล์กัลวานิกเพียง 1 เซลล์ หรือมากกว่าซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดของแบตเตอรี่ ดังนั้นสามารถสรุปคุณสมบัติของแบตเตอรี่ได้ว่าเป็นอุปกรณ์สำหรับเก็บประจุไฟฟ้าได้เท่านั้นไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ โดยสามารถประจุไฟฟ้าเข้าไปใหม่หรือเรียกว่าการชาร์จแบตเตอรี่ได้ตลอดอายุการใช้งาน

สมพงษ์ กงภูธร (2557 : 1) กล่าวว่า ในปัจจุบันแบตเตอรี่มีส่วนสำคัญเป็นอย่างมากสำหรับพลังงานทางเลือก เช่น ระบบโซลาร์เซลล์ ระบบกังหันลม เป็นต้น เนื่องจากแบตเตอรี่มีส่วนสำคัญในการจัดเก็บสะสมพลังงานที่ได้จากการผลิตกระแสไฟฟ้าจากระบบดังกล่าว โดยมีหลักการทำงานของแบตเตอรี่สามารถอธิบายได้ว่าการเกิดปฏิกิริยาเคมีเนื่องจากแผ่นตะกั่วจุ่มอยู่ในสารละลายกรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid) หรือเรียกว่า กรดกำมะถัน ไฮโดรเจนซัลเฟต โดยแบตเตอรี่แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือแบตเตอรี่ชนิดแห้ง (Dry Cell) และแบตเตอรี่ชนิดเปียก (Storage Battery)

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ที่สามารถเก็บประจุไฟฟ้าและจ่ายประจุหรือการจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ โดยแบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบไปด้วยเซลล์ไฟฟ้าเคมีหนึ่งเซลล์หรือมากกว่า โดยมีการเชื่อมต่อภายนอกเพื่อให้กำลังงานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ แบตเตอรี่มีขั้วในการต่อใช้งาน 2 ขั้ว คือขั้วบวกและขั้วลบ โดยขั้วที่มีเครื่องหมายบวกจะมีพลังงานศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าขั้วลบ และขั้วที่มีเครื่องหมายลบ เป็นแหล่งที่มาของอิเล็กตรอนเมื่อเชื่อมต่อกับวงจรภายนอกแล้ว อิเล็กตรอนเหล่านี้จะทำการไหลและส่งกำลังงานหรือพลังงานให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าภายนอก และในเนื้อหาบทเรียนนี้จะยกตัวอย่างลักษณะของแบตเตอรี่โดยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. แบตเตอรี่แห้ง (Dry Cell) เป็นเซลล์แห้งหรือเซลล์ไฟฟ้าที่ไม่ต้องเติมน้ำกลั่น ได้มีการพัฒนาจากแบตเตอรี่แบบเดิมด้วยการทดลองแผ่นธาตุ และมีฝาปิดสองชั้นทำให้ลดการสูญเสียของน้ำกรดได้สูง (**สมพงษ์ กงภูธร. 2557 : 1**) สามารถแสดงแบตเตอรี่ชนิดแห้ง ดังภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 แบตเตอรี่ชนิดแห้ง

ที่มา : ชาญชัย จาดพิมาย (2559 : 1)

2. แบตเตอรี่เปียก (Storage Battery) เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่ประกอบไปด้วยเซลล์ไฟฟ้าหลาย ๆ เซลล์ โครงสร้างภายในจะประกอบด้วยแผ่นตะกั่วและแผ่นตะกั่วออกไซด์ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นขั้วบวกและขั้วลบตามลำดับวางเรียงสลับกันอยู่ในสารละลายกรดซัลฟิวริก และภายนอกซึ่งจะทำด้วยพลาสติกหรือยางแข็ง มีฝาครอบส่วนบนของแบตเตอรี่ ในปัจจุบันนิยมนำไปใช้งานเป็นแบตเตอรี่รถยนต์มีอยู่ 2 แบบ คือแบบคอยตรวจสอบระดับน้ำกรดในแบตเตอรี่ และแบบที่ไม่ต้องตรวจสอบระดับน้ำกรดตลอดอายุการใช้งาน (สมพงษ์ กงภูธร. 2557 : 1) สามารถแสดงแบตเตอรี่ชนิดเปียกและการนำไปใช้งาน ดังภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 แบตเตอรี่เปียก

ที่มา : อินทนนท์ นิลวรรณ (2558 : 2-6)

หลักการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม ขนาน และผสม

การต่อเซลล์ไฟฟ้ามีเหตุผลเพื่อนำเซลล์ไฟฟ้าไปใช้งานเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าภายในวงจร จึงมีความจำเป็นจะต้องนำเซลล์ไฟฟ้ามาต่อรวมในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อให้ได้ค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเซลล์ไฟฟ้า จำนวน 1 เซลล์ จะมีแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้ามีค่าคงที่ค่าหนึ่งถ้าหากภาระไฟฟ้า (Load) ต้องการใช้แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้ามากกว่าเซลล์ จำนวน 1 เซลล์ จะต้องนำเซลล์ไฟฟ้าหลาย ๆ เซลล์ มาต่อเข้าด้วยกัน และได้มีผู้กล่าวถึงการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบต่าง ๆ ดังนี้

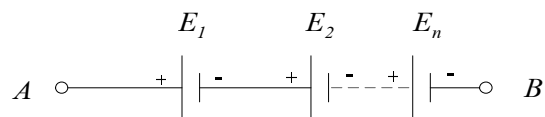
ชุด อินทสี (2553 : 93) กล่าวว่า เซลล์ไฟฟ้าสามารถให้ค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงโดยที่สามารถนำเซลล์ไฟฟ้ามาต่อใช้งานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงได้โดยการต่อเซลล์แบบอนุกรมจะทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น การต่อเซลล์แบบขนานค่าแรงดันไฟฟ้ารวมจะมีค่าเท่ากับแรงดันของทุก ๆ เซลล์

รวมกันในแต่ละสาขาย่อยในการต่อแบบขนานในการจ่ายกระแสของสาขาย่อยต่าง ๆ จะทำให้ค่ากระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

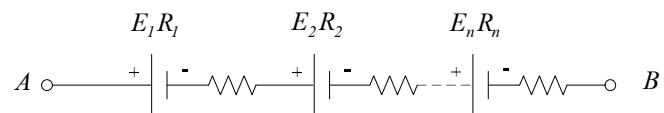
วิชญ บัณฑิต (2558 : 124) กล่าวว่า เซลล์ไฟฟ้าเกิดจากการเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งสามารถนำเซลล์ไฟฟ้ามาต่อเป็นแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าโดยการนำเซลล์ไฟฟ้าด้วยวิธีการต่อเซลล์แบบอนุกรมจะทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นและกระแสไฟฟ้าจะมีค่าเท่าเดิม ในการต่อเซลล์แบบขนานจะทำให้แรงดันไฟฟ้ามีค่าเท่าเดิมและกระแสไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้น และในส่วนของเซลล์แบบผสมเป็นการนำเอารูปแบบการต่ออนุกรมและขนานมาต่อรวมกันเพื่อให้ได้ค่าตามที่ต้องการในการนำไปประยุกต์ใช้งาน

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า หลักการต่อเซลล์ไฟฟ้าเป็นวิธีการนำเซลล์ไฟฟ้าทั้งขั้วบวกและขั้วลบมาต่อรวมกันเป็นการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมในการนำเซลล์ไฟฟ้าที่มีทิศทางเดียวกันมาต่อเรียงกัน จะทำให้มีค่าแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ในส่วนของเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานเป็นการนำเซลล์ไฟฟ้ามาต่อกันโดยที่เซลล์ไฟฟ้าที่มีขั้วเหมือนกันมาต่อขนานเข้าด้วยกัน จะทำให้มีค่าแรงดันไฟฟ้าสาขาย่อยต่าง ๆ มีค่าแรงดันเพิ่มขึ้นซึ่งจะเรียกว่าการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม และสามารถวิเคราะห์การคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้ารวมในการต่อเซลล์ไฟฟ้ารูปแบบต่าง ๆ อย่างละเอียดดังนี้

1. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม (Series) เป็นการนำเซลล์ไฟฟ้ามาต่อเรียงกันโดยการนำขั้วของเซลล์ไฟฟ้าที่มีขั้วต่างกันมาต่อเข้าด้วยกันแล้วนำขั้วที่เหลือไปใช้งาน กล่าวได้ว่าการต่อแหล่งจ่ายแรงดันเป็นลำดับโดยการนำเอาขั้วใดขั้วหนึ่งของแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าตัวที่ 1 ต่อกับขั้วใดก็ได้ของแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าตัวที่ 2 และขั้วที่เหลือของตัวที่ 2 นำไปต่อกับขั้วใดขั้วหนึ่งของตัวที่ 3 โดยการต่อเรียงกันซึ่งจะเรียกว่า การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม (ชิต อินทะสี. 2553 : 77) ดังภาพที่ 3.10



(ก) แบบอนุกรมเสริมกัน



(ข) แบบอนุกรมและมีความต้านทานภายใน

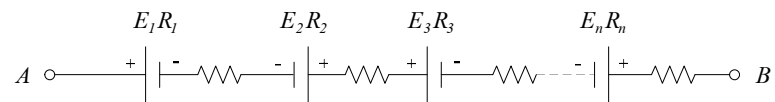
ภาพที่ 3.10 การต่อเซลล์แบบอนุกรม

จากภาพที่ 3.10 (ก) และ (ข) สามารถเขียนสมการจะได้ว่า

$$E_{AB} = E_T = E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n \quad (1)$$

$$R_{AB} = R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad (2)$$

ในการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมหักล้างกันเป็นการต่อเซลล์ไฟฟ้าขั้วลบต่อเข้ากับขั้วลบ และขั้วบวกต่อเข้ากับขั้วบวกเรียงลำดับกันไปเรื่อย ๆ ซึ่งสามารถแสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมหักล้างกัน (ชุด อินทิสี. 2553 : 78) ดังภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 การต่อเซลล์แบบอนุกรมหักล้างกันพร้อมด้วยตัวต้านทานภายในวงจร

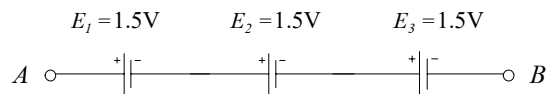
จากภาพที่ 3.11 สามารถเขียนสมการจะได้ว่า

$$E_{AB} = E_T = (+E_1) + (-E_2) + (+E_3) + \dots + (-E_n) \quad (3)$$

$$E_T = E_1 - (E_2 + E_3) + \dots - (-E_n) \quad (4)$$

$$R_{AB} = R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad (5)$$

จากการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมทำให้ได้แรงดันไฟฟ้ารวมเพิ่มขึ้นแต่กระแสไฟฟ้าจะไม่เพิ่ม กระแสไฟฟ้ารวมของวงจรมีค่าเท่ากับกระแสไฟฟ้าของเซลล์ที่ต่ำที่สุดดังนั้นจึงไม่ควรนำเซลล์ไฟฟ้าเก่าหรือที่ใช้งานแล้วมาใช้งานร่วมกับเซลล์ไฟฟ้าใหม่เพราะเซลล์ไฟฟ้าเก่าจะเป็นเหตุให้กระแสไฟฟ้าในวงจรลดน้อยลง ดังภาพที่ 3.12



ภาพที่ 3.12 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

จากภาพที่ 3.12 เป็นการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม จำนวน 1 เซลล์ไฟฟ้า มีค่าเท่ากับ 1.5V และกระแสไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 500mA จะทำให้ได้คุณสมบัติของวงจรดังนี้

1. แรงดันไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad E_T &= E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n \\ &= 1.5V + 1.5V + 1.5V \end{aligned}$$

$$\text{แรงดันไฟฟ้ารวม } E_T = 4.5V$$

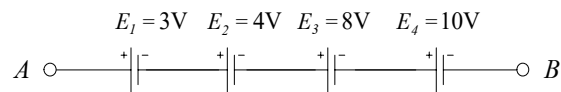
2. กระแสไฟฟ้าของวงจรจะเท่ากับเซลล์ไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าน้อยที่สุด

$$\text{กระแสไฟฟ้า} \quad I_T = 500\text{mA}$$

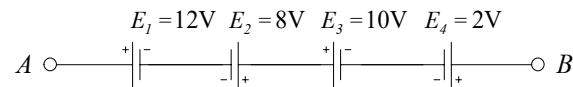
ดังนั้น จะสรุปได้ว่าค่าแรงดันไฟฟ้ารวม E_T มีค่าเท่ากับ 4.5V และกระแสไฟฟ้ารวม I_T มีค่าเท่ากับ 500mA

จากการศึกษาการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมเพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับการวิเคราะห์วงจรในการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม จึงขอยกตัวอย่างการวิเคราะห์วงจรดังตัวอย่างต่อไปนี้

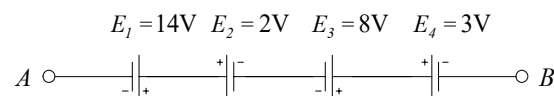
ตัวอย่างที่ 3.1 จงคำนวณหาค่า E_T และ R_T ที่กำหนดให้ ดังภาพที่ 3.13



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 3.13 การวิเคราะห์เซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

ในภาพที่ 3.13 (ก) จะประกอบไปด้วย $R_1 = 1\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $R_3 = 2\Omega$, $R_4 = 1\Omega$

ในภาพที่ 3.13 (ข) จะประกอบไปด้วย $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 1\Omega$, $R_3 = 2\Omega$, $R_4 = 1\Omega$

ในภาพที่ 3.13 (ค) จะประกอบไปด้วย $R_1 = 1\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $R_3 = 1\Omega$, $R_4 = 1\Omega$

วิธีทำ

จากภาพที่ 3.13 (ก)

$$\begin{aligned} E_T &= E_{AB} &= E_1 + E_2 + E_3 + E_4 \\ & &= 3V + 4V + 8V + 10V \\ & &= 25V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_T &= R_{AB} &= R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \\ & &= 1\Omega + 2\Omega + 2\Omega + 1\Omega \\ & &= 6\Omega \end{aligned}$$

จากภาพที่ 3.13 (ข)

$$\begin{aligned} E_T &= E_{AB} &= E_1 + (-E_2) + E_3 + (-E_4) \\ & &= 12V - 8V + 10V - 2V \\ & &= 12V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_T &= R_{AB} &= R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \\ & &= 2\Omega + 1\Omega + 2\Omega + 1\Omega \\ & &= 6\Omega \end{aligned}$$

จากภาพที่ 3.13 (ค)

$$\begin{aligned} E_T &= E_{AB} &= -E_1 + E_2 + (-E_3 + E_4) \\ & &= -14 + 2V - 8V + 3V = -17V \end{aligned}$$

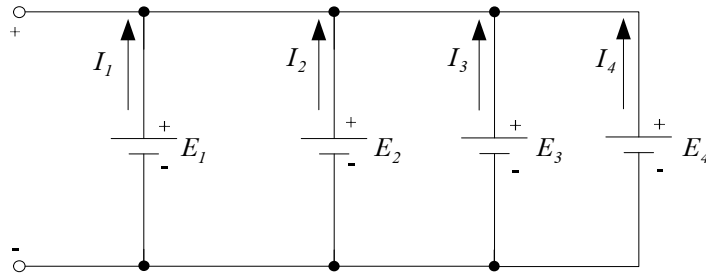
$$\text{หรือ } E_T = E_{AB} = 17V$$

$$R_T = R_{AB} = 1\Omega + 2\Omega + 1\Omega + 1\Omega = 5\Omega$$

ดังนั้นจะสรุปได้ว่าจากภาพที่ 3.13 (ก) มีค่าแรงดันไฟฟ้ารวม E_T เท่ากับ 25V และมีค่าความต้านทานรวมเท่ากับ 6Ω (ข) มีค่าแรงดันไฟฟ้ารวม E_T เท่ากับ 12V และมีค่าความต้านทานรวมเท่ากับ 6Ω และ (ค) มีค่าแรงดันไฟฟ้ารวม E_T เท่ากับ 17V และมีค่าความต้านทานรวม 5Ω

2. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน (Parallel Cell) เป็นการนำขั้วเซลล์ไฟฟ้าแต่ละเซลล์ที่เหมือนกันมาต่อเข้าด้วยกันแล้วทำการนำขั้วเซลล์ที่ต่อขนานไปใช้งาน ในการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน

แต่ละเซลล์ต้องมีค่าแรงดันไฟฟ้าและความต้านทานภายในเซลล์ไฟฟ้าแต่ละเซลล์เท่ากัน ซึ่งการต่อแบบขนานค่าแรงดันไฟฟ้ารวมจะเท่ากับแรงเคลื่อนเซลล์ไฟฟ้าที่ต่ำสุดแต่กระแสไฟฟ้ารวมจะเพิ่มขึ้นเท่ากับกระแสทุกเซลล์รวมกัน และสามารถแสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน ดังภาพที่ 3.14



ภาพที่ 3.14 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน

จากภาพที่ 3.14 เป็นการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน 1 เซลล์ไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 1.5V และกระแสไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 500mA จะทำให้ได้คุณสมบัติของวงจรดังนี้

- 1) แรงดันไฟฟ้าจะเท่าเดิมหรือเท่ากับแรงดันไฟฟ้าเซลล์ที่น้อยที่สุด

$$\text{แรงดันไฟฟ้ารวม} \quad E_T = 1.5V$$

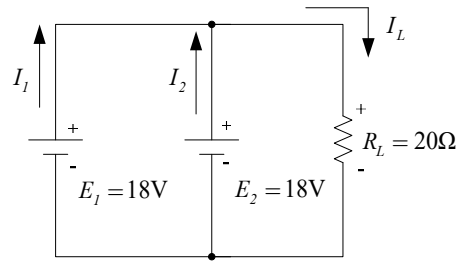
- 2) กระแสไฟฟ้าจะเพิ่มสูงขึ้น

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad I_T &= I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n \\ &= 500\text{mA} + 500\text{mA} + 500\text{mA} \\ &= 1,500\text{mA} \text{ หรือ } 1.5A \end{aligned}$$

ดังนั้น จะสรุปได้ว่าค่าแรงดันไฟฟ้ารวม E_T มีค่าเท่ากับ 1.5V และกระแสไฟฟ้า I_T มีค่าเท่ากับ 1.5A

จากการศึกษาการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานเพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับการวิเคราะห์วงจรในการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน จึงขอยกตัวอย่างการวิเคราะห์วงจรดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 3.2 จงคำนวณหาค่า I_1 , I_2 และ V_{R_2} ที่กำหนดให้ ดังภาพที่ 3.15



ภาพที่ 3.15 การวิเคราะห์เซลล์ไฟฟ้าแบบขนานต่อร่วมกับ R_L

วิธีทำ

จากภาพที่ 3.15 สามารถหาค่ากระแสที่ไหลภายในวงจรและแรงดันที่ V_{R_L} ได้ดังนี้

$$E_T = E_1 = E_2 = 18V$$

$$\begin{aligned} I_L &= \frac{V}{R} \\ &= \frac{18V}{20\Omega} \\ &= 0.9A \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{I_L}{2} \\ &= \frac{0.9A}{2} \\ &= 0.45A \end{aligned}$$

$$I_2 = 0.45A$$

หรือ

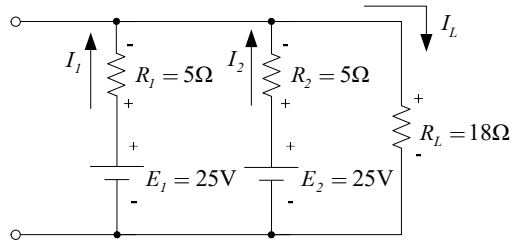
$$\begin{aligned} I_2 &= I_L - I_1 \\ &= 0.9A - 0.45A \\ &= 0.45A \end{aligned}$$

และ

$$\begin{aligned} V_{R_L} &= I_L \times R_L \\ &= 0.9A \times 20\Omega \\ &= 18V \end{aligned}$$

ดังนั้น จะสรุปได้ว่าค่าแรงดันไฟฟ้ารวม E_T มีค่าเท่ากับ 18V ค่ากระแสไฟฟ้า I_L มีค่าเท่ากับ 0.45A และค่ากระแสไฟฟ้า I_2 มีค่าเท่ากับ 0.45A

ตัวอย่างที่ 3.3 จงคำนวณหาค่า I_1 , I_2 , I_L และ V_{R_L} ที่กำหนดให้ ดังภาพที่ 3.16



ภาพที่ 3.16 การวิเคราะห์เซลล์ไฟฟ้าแบบขนานต่อร่วมกับตัวต้านทานขนาน

วิธีทำ

จากภาพที่ 3.16 สามารถหาค่ากระแสที่ไหลภายในวงจรและแรงดันที่ V_{R_L} ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} R_{T1} &= \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \\ &= \frac{5\Omega \times 5\Omega}{5\Omega + 5\Omega} \\ &= 2.5\Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_T &= R_{T1} + R_L \\ &= 2.5\Omega + 18\Omega \\ &= 20.5\Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_L &= \frac{E_T}{R_T} = \frac{25V}{20.5\Omega} \\ &= 1.21A \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{R_L} &= I_L \times R_L = 1.21A \times 18\Omega \\ &= 21.78V \end{aligned}$$

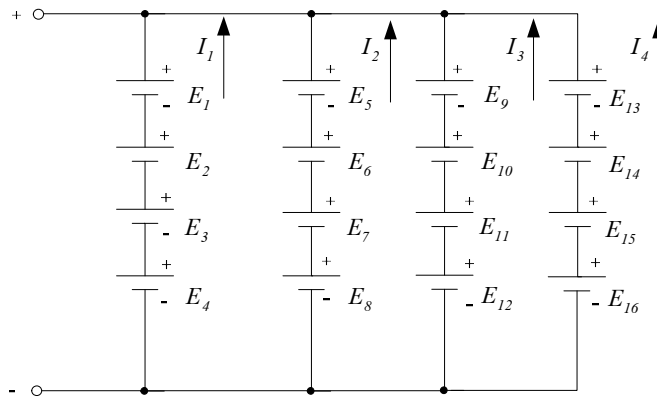
$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{E_1 - V_L}{R_1} = \frac{25V - 21.78V}{5\Omega} \\ &= 0.64A \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_2 &= \frac{E_2 - V_L}{R_2} = \frac{25V - 21.78V}{5\Omega} \\ &= 0.64A \end{aligned}$$

ดังนั้นจะสรุปได้ว่า ค่ากระแส I_1 มีค่าเท่ากับ 0.64A ค่ากระแส I_2 มีค่าเท่ากับ 0.64A และค่ากระแส I_L มีค่าเท่ากับ 1.21A และแรงดันตกคร่อม V_{R_L} มีค่าเท่ากับ 21.78V

3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม (Compound Cells) โดยเซลล์ไฟฟ้าแต่ละเซลล์ที่จะนำมาต่อจะต้องมีแรงดันไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและความต้านทานภายในเซลล์เท่ากันทุกตัวการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสมจะมีการต่ออยู่ 2 แบบ คือแบบอนุกรม-ขนาน และแบบขนาน-อนุกรม และเพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับการวิเคราะห์การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม จึงขอยกตัวอย่างการวิเคราะห์วงจรดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 3.4 จงคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้ารวม (E_T) และกระแสไฟฟ้ารวม (I_T) โดยที่เซลล์ไฟฟ้าแต่ละเซลล์มีค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 2.5V และค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากับ 250mA ที่กำหนดให้ดังภาพที่ 3.17



ภาพที่ 3.17 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม

วิธีทำ

1. แรงดันไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad E_{T1} &= E_1 + E_2 + E_3 + E_4 \\ &= 2.5V + 2.5V + 2.5V + 2.5V \\ &= 10V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{T2} &= E_5 + E_6 + E_7 + E_8 \\ &= 2.5V + 2.5V + 2.5V + 2.5V \\ &= 10V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{T3} &= E_9 + E_{10} + E_{11} + E_{12} \\ &= 2.5V + 2.5V + 2.5V + 2.5V \\ &= 10V \end{aligned}$$

$$E_{T4} = E_{13} + E_{14} + E_{15} + E_{16}$$

$$= 2.5V + 2.5V + 2.5V + 2.5V$$

$$= 10V$$

$$E_T = E_{T1} = E_{T2} = E_{T3} = E_{T4} = 10V$$

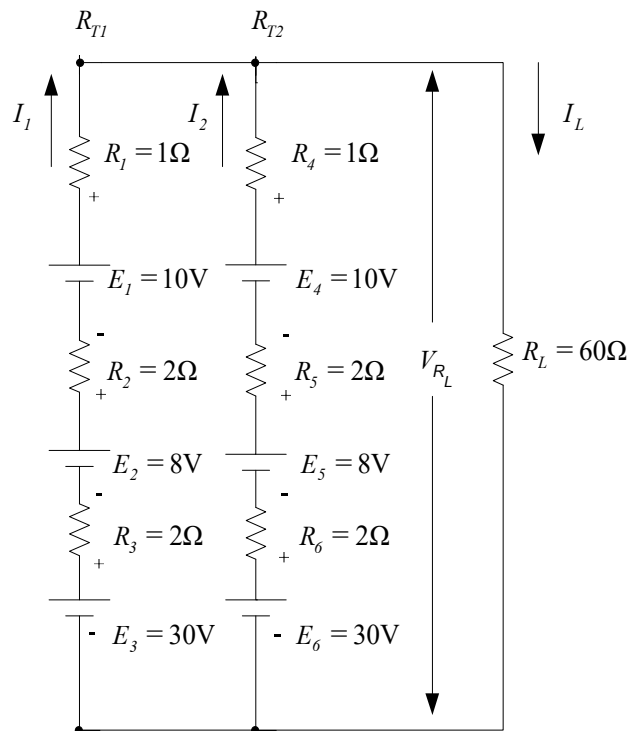
2. กระแสไฟฟ้าจะเพิ่มสูงขึ้น

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad I_T &= I_1 + I_2 + I_3 + I_4 \\ &= 250\text{mA} + 250\text{mA} + 250\text{mA} + 250\text{mA} \end{aligned}$$

$$I_T = 1,000\text{mA} \text{ หรือ } 1A$$

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า แรงดันไฟฟ้ารวม E_T มีค่าเท่ากับ 10V และกระแสไฟฟ้ารวม I_T มีค่าเท่ากับ 1A

ตัวอย่างที่ 3.5 จงคำนวณหาค่า R_T , V_{R_L} , I_1 , I_2 และ I_L ที่กำหนดให้ ดังภาพที่ 3.18



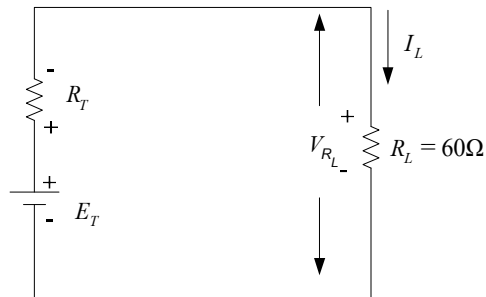
ภาพที่ 3.18 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสมรวมกับความต้านทาน

วิธีทำ

จากภาพที่ 3.18 สามารถหาค่าความต้านทานรวมและแรงดันไฟฟ้ารวมได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 R_{T1} &= R_1 + R_2 + R_3 \\
 &= 1\Omega + 2\Omega + 2\Omega = 5\Omega \\
 R_{T2} &= R_4 + R_5 + R_6 \\
 &= 1\Omega + 2\Omega + 2\Omega = 5\Omega \\
 R_T &= \frac{R_{T1} \times R_{T2}}{R_{T1} + R_{T2}} \\
 &= \frac{5\Omega \times 5\Omega}{5\Omega + 5\Omega} \\
 &= 2.5\Omega \\
 E_{T1} &= E_1 + E_2 + E_3 \\
 &= 10V + 8V + 30V = 48V \\
 E_{T2} &= E_4 + E_5 + E_6 \\
 &= 10V + 8V + 30V = 48V
 \end{aligned}$$

จากการวิเคราะห์วงจรสามารถยุบวงจร ดังภาพที่ 3.19



ภาพที่ 3.19 การยุบวงจรเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม

จะได้ว่า

$$\begin{aligned}
 I_L &= \frac{E_T}{R_T + R_L} = \frac{48V}{2.5\Omega + 60\Omega} \\
 &= 0.76A \\
 V_{R_L} &= I_L \times R_L = 0.76A \times 60\Omega \\
 &= 45.60V \\
 I_1 &= \frac{E_{T1} - V_{R_L}}{R_{T1}} = \frac{48V - 45.60V}{5\Omega} \\
 &= 0.48A
 \end{aligned}$$

$$I_2 = \frac{E_{T2} - V_{R_L}}{R_{T2}} = \frac{48V - 45.60V}{5\Omega} = 0.48A$$

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ค่าความต้านทานรวม R_T มีค่าเท่ากับ 2.5Ω สำหรับกระแส $I_1 = I_2$ มีค่าเท่ากับ $0.48A$ และกระแส I_L มีค่าเท่ากับ $0.76A$ และค่าแรงดันตกคร่อม V_{R_L} มีค่าเท่ากับ $45.60V$

สรุป

จากการศึกษาเซลล์ไฟฟ้าเคมี (Electrochemical Cell) สามารถสรุปได้ว่า เซลล์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าจากปฏิกิริยาเคมีหรือช่วยอำนวยความสะดวกในการทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีผ่านการการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยเซลล์ไฟฟ้าเคมีเป็นเซลล์มาตรฐานที่มีค่าแรงดันไฟฟ้า 1.5 โวลต์ ซึ่งอุปกรณ์ชนิดนี้รู้จักกันว่าเป็นเซลล์กัลวานิกเดี่ยว โดยแบตเตอรี่จะประกอบด้วยเซลล์สองตัวหรือมากกว่าเชื่อมต่อกันแบบอนุกรมหรือแบบขนาน เซลล์ไฟฟ้าเคมีเป็นอุปกรณ์ทางเคมีที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานเคมีเป็นไฟฟ้าหรือไฟฟ้าเป็นเคมี

จากการศึกษาเซลล์กัลวานิก (Galvanic Cell) สามารถสรุปได้ว่า เซลล์ไฟฟ้าเคมีที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า เกิดจากสารเคมีทำปฏิกิริยากันในเซลล์ แล้วเกิดกระแสไฟฟ้า เช่น ถ่านไฟฉาย เซลล์แอลคาไลน์ เซลล์ปรอท เซลล์เงิน แบตเตอรี่ เป็นต้น และในส่วนของปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ไฟฟ้าจะประกอบไปด้วยขั้วแอโนด (Anode) เป็นขั้วที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และขั้วแคโทด (Cathode) เป็นขั้วที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน

จากการศึกษาเซลล์อิเล็กโทรไลต์ (Electrolytic Cell) สามารถสรุปได้ว่า เซลล์ไฟฟ้าเคมีที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเคมี เกิดจากการผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในเซลล์ แล้วเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น เช่น เซลล์แยกน้ำด้วยไฟฟ้า การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

จากการศึกษาแบตเตอรี่สามารถสรุปได้ว่า แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ที่สามารถเก็บประจุไฟฟ้าและจ่ายประจุหรือการจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ โดยแบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบไปด้วยเซลล์ไฟฟ้าเคมีหนึ่งเซลล์หรือมากกว่ามีการเชื่อมต่อภายนอกเพื่อให้กำลังงานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ แบตเตอรี่มีขั้วในการต่อใช้งาน 2 ขั้ว คือขั้วบวกและขั้วลบ โดยขั้วที่มีเครื่องหมายบวกจะมีพลังงานศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าขั้วลบ และขั้วที่มีเครื่องหมายลบเป็นแหล่งที่มาของอิเล็กตรอนเมื่อเชื่อมต่อกับวงจรภายนอกแล้วอิเล็กตรอนเหล่านี้จะทำการไหลและส่งกำลังงานหรือพลังงานให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าภายนอก

จากการศึกษาการต่อเซลล์ไฟฟ้าสามารถสรุปได้ว่า รูปแบบเซลล์ไฟฟ้าหรือแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า ในแต่ละเซลล์ไฟฟ้าสามารถผลิตแรงดันออกมาได้ต่ำ และเซลล์ไฟฟ้าบางชนิดมีแรงดัน

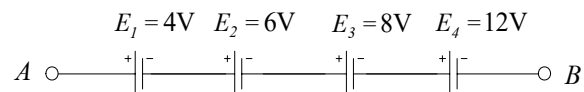
เพียง 1.5V, 6V และ 12V เป็นต้น ดังนั้นการนำเซลล์ไฟฟ้าไปต่อใช้งานบางครั้งต้องการแรงดันที่มากขึ้นจึงจำเป็นต้องต่อเซลล์ไฟฟ้าเข้าด้วยกันเพื่อให้ได้ค่าแรงดัน ค่ากระแส และค่ากำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามต้องการโดยมีวิธีการต่อเซลล์ไฟฟ้าใช้งานมีด้วยกัน 3 แบบ คือการต่อเซลล์แบบอนุกรม (Series Cells) จะทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นและกระแสไฟฟ้าจะมีค่าเท่าเดิม ในการต่อเซลล์แบบขนาน (Parallel Cells) จะทำให้แรงดันไฟฟ้ามีค่าเท่าเดิมและกระแสไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้น และในส่วนของ การต่อเซลล์แบบผสม (Compound Cells) เป็นการนำเอารูปแบบการต่ออนุกรมและขนานมาต่อรวมกัน เพื่อให้ได้ค่าตามที่ต้องการในการนำไปประยุกต์ใช้งาน

คำถามท้ายบท

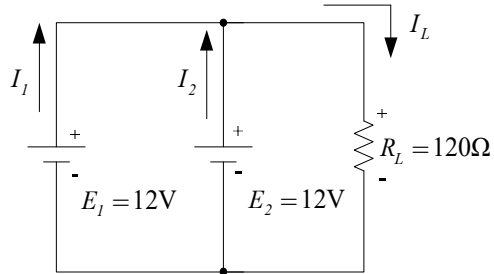
ให้นักศึกษาบรรยาย อธิบายเกี่ยวกับเซลล์ไฟฟ้าและการวิเคราะห์วงจรตามรูปแบบการต่อเซลล์ไฟฟ้าให้ถูกต้องดังต่อไปนี้

1. จงอธิบายไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมี มาพอเข้าใจ
2. จงบอกส่วนประกอบของเซลล์ไฟฟ้า มีอะไรบ้าง
3. จงอธิบายคุณสมบัติของเซลล์ไฟฟ้าแบบเฮฟวีดีวตี้ มาพอเข้าใจ
4. จงอธิบายคุณสมบัติของเซลล์ไฟฟ้าแบบอัลคาไลน์ มาพอเข้าใจ
5. จงอธิบายคุณสมบัติของลิเธียม-โพลีเมอร์ มาพอเข้าใจ
6. จงอธิบายคุณสมบัติของเซลล์ไฟฟ้านิกเกิลเมทัลไฮไดรด์ มาพอเข้าใจ
7. จงบอกส่วนประกอบของแบตเตอรี่ มีอะไรบ้าง
8. จากภาพวงจรต่อไปนี้ จะประกอบไปด้วยค่าความต้านทานภายในวงจรที่กำหนดให้

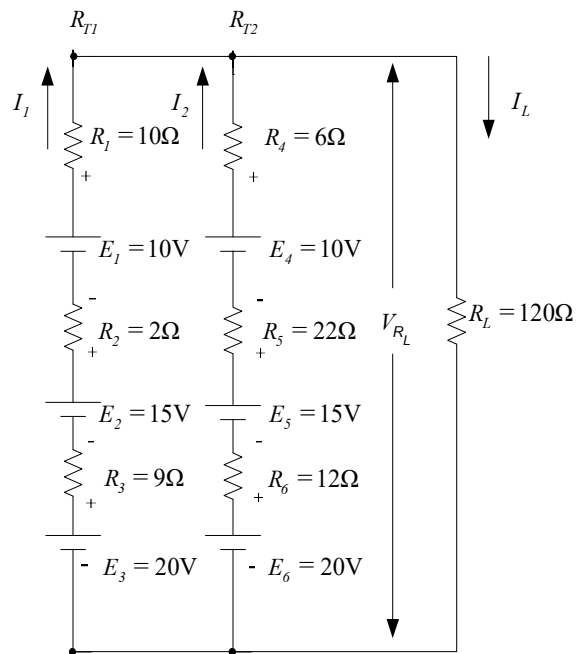
$R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 3\Omega$, $R_3 = 2\Omega$ และ $R_4 = 1\Omega$ จงคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้ารวม E_T และหาค่าความต้านทานรวม R_T



9. จงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า I_1 , I_2 และหาค่าแรงดันตกคร่อม V_{R_L} จากภาพวงจรต่อไปนี้



10. จงคำนวณหาค่าความต้านทานรวม R_T , หาค่าแรงดันตกคร่อม V_{R_L} และหาค่ากระแสไฟฟ้า I_1 , I_2 และ I_L จากภาพวงจรต่อไปนี้



เอกสารอ้างอิง

- กฤษณะ สุกันตพงศ์. (2555). ทิศทางการพัฒนาพลังงานทางเลือกกับโอกาสของแบตเตอรี่ลิเทียม. (ออนไลน์) สืบค้นเมื่อ วันที่ 20 กันยายน 2559. จาก http://www.thaibizchina.com/thaibizchina/th/articles/detail.php?IBLOCK_ID=70&SECTION_ID=509&ELEMENT_ID=10114.
- จูไรต์ตัน ดวงเดือน. (ม.ป.ป). แบตเตอรี่. (ออนไลน์) สืบค้นเมื่อวันที่ 2 ธันวาคม 2559. จาก http://www.neutron.rmutphysics.com/chemistry-glossary/index.php?option=com_content&task=view&id=1258&Itemid=149.
- ชาญชัย จาดพิมาย. (2559). แบตเตอรี่แห้ง. บริษัทชาญชัยดอทเน็ต จำกัด. (ออนไลน์) สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2560. จาก <http://www.batterypanasonic.com/>.
- ชัต อินทะสี. (2553). วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ไตรเทพ จากกลาง. (2556). แบตเตอรี่รี. ปทุมธานี : บริษัทไตรเทพ อินดัสทรี จำกัด. (ออนไลน์) สืบค้นเมื่อ วันที่ 2 พฤษภาคม 2559. จาก [http://www.diy-solarcell.com/สาระน่ารู้พลังงาน%20\(ความหมายของพลังงาน\)แบตเตอรี่%20\(Battery\).html](http://www.diy-solarcell.com/สาระน่ารู้พลังงาน%20(ความหมายของพลังงาน)แบตเตอรี่%20(Battery).html).
- เทพรัตน์ ภูนาสอน. (2554). เซลล์ปรอท. (ออนไลน์) สืบค้นเมื่อวันที่ 3 ธันวาคม 2559. จาก <http://>

- bestthapparad.blogspot.com/2011/02/blog-post_7279.html.
- นฤมล อาราม, ประมุข แก้วภักดี, และจตุรงค์ ศิริตระกูล. (2553). **แหล่งกำเนิดไฟฟ้า**. (ออนไลน์) สืบค้นเมื่อวันที่ 2 ธันวาคม 2559. จาก <https://sites.google.com/site/mechatronicett09/project-definition/2-1>.
- บุญรักษ์ กาญจนวรรณิชย์. (2556). **ถ่านไฟฉายธรรมดา**. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. (ออนไลน์) สืบค้นเมื่อ วันที่ 10 พฤษภาคม 2559. จาก <https://www.mtec.or.th/academic-services/mtec-knowledge/120->.
- พิมพ์ ลิ้มทองกุล. (2558). **สารพันความรู้ด้านพลังงาน**. หน่วยวิจัยวัสดุสำหรับพลังงาน. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. (ออนไลน์) สืบค้นเมื่อ วันที่ 15 พฤษภาคม 2559. จาก https://www2.mtec.or.th/th/e-magazine/admin/upload/295_51.pdf.
- พิมพ์ กลิ่นขจร. (2554). **เซลล์กัลวานิก**. (ออนไลน์) สืบค้นเมื่อ วันที่ 2 พฤษภาคม 2559. จาก http://bpk602.blogspot.com/2011_02_01_archive.html.
- พิมพ์ชนก ชาญสกุล. (2556). **แหล่งกำเนิดไฟฟ้าและประเภทของไฟฟ้า**. (ออนไลน์) สืบค้นเมื่อวันที่ 3 ธันวาคม 2559. จาก <https://aur1319.wordpress.com/ไฟฟ้า/แหล่งกำเนิดไฟฟ้า>.
- วิษณุ บัวเทศ. (2558). การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ปัญญาชน.
- วัชรพงษ์ ยงไสว. (2545). **แหล่งกำเนิดของไฟฟ้า**. (ออนไลน์) สืบค้นเมื่อ วันที่ 6 เมษายน 2559. จาก http://www.mwit.ac.th/~physicslab/content_01/electricitis/electric62.htm
- สมพงษ์ กงภูธร. (2557). **การจัดการความรู้เกี่ยวกับแบตเตอรี่**. (ออนไลน์) สืบค้นเมื่อ วันที่ 5 พฤษภาคม 2559. จาก <https://www.excise.go.th/cs/groups/พื้นที่อุตสาหกรรม/documents/document/mjaw/mdy4/~edisp/webportal16200068731.pdf>.
- อินทนนท์ นิลวรรณ. (2558). **การเลือกแบตเตอรี่รถยนต์**. (ออนไลน์) สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ธันวาคม 2559. จาก <http://car.boxzaracing.com/knowledge/10380>.
- Hu, S. (2013). **R20P Mitsubishi Heavy Duty DSize Battery**. Guangdong, China : Guangzhou TianQiu Enterprise Co., Ltd. (Online) Retrieved : September 20, 2016. From : http://sunnyhu22.en.ec21.com/R20P_Mitsubishi_Heavy_Duty_D-8247070_8513471.html.
- Kataria, K. (n.d). **NI-CD BATTERY**. Madhya Pradesh, India : Greenmax Technology. (Online) Retrieved : September 22, 2016. From : <http://greenmaxbatteryindia.weebly.com/ni-cd-battery.html>.
- Wang, Y. (n.d). **High power Chinese AA nickel metal hydride battery manufacturer**. Shenzhen, China : Shenzhen Kingkong Electronics Co., Ltd.

(Online) Retrieved : September 22, 2016. From : http://www.alibaba.com/product-detail/High-power-Chinese-AA-nickel-metal_759131716.html.