

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

1

การผลิตกระแสไฟฟ้า

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ไฟฟ้า

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....

นายสุกชัย บาศาชาติ

ครูชำนาญการ

โรงเรียนบ้านคอบนแดง อำเภอบัววงสามสิบ

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 1

คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) ชุดที่ 1 เรื่อง การผลิตกระแสไฟฟ้า จัดทำขึ้นสำหรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ไฟฟ้า กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ว 23101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ประกอบด้วย คำชี้แจงสำหรับนักเรียนสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ บัตรกิจกรรม บัตรเนื้อหา และแบบทดสอบท้ายชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) นี้ ได้นำรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) การสร้างความสนใจ (Engagement) 2) การสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) การอธิบาย (Explanation) 4) การขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) การประเมินผล (Evaluation) ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการสืบค้นข้อมูล มีกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตร และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ โดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษา อำนวยความสะดวก ตลอดจนติดตามกระบวนการเรียนการสอนทุกขั้นตอนเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน(5E) นี้ จะเป็นประโยชน์สำหรับครูผู้สอนและผู้สนใจ เพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อันจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะกระบวนการและเจตคติที่ดีในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เกิดสมรรถนะที่สำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เป็นคนดี คนเก่ง และมีความสุข ตามเป้าหมายของหลักสูตร

ศุภชัย มาตาชาติ

คำนำ	ก
สารบัญ	ข
คำชี้แจงสำหรับนักเรียน	1
แบบทดสอบก่อนเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1	6
บัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี	9
บัตรกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ไดนาโม	14
บัตรสรุปเนื้อหา ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1	18
บัตรทดสอบความรู้ความเข้าใจที่ 1 เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมีและไดนาโม	32
แบบทดสอบหลังเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1	33
บรรณานุกรม	36

องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) ชุดที่ 1 เรื่อง การผลิตกระแสไฟฟ้า มีองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

1. คำชี้แจงสำหรับนักเรียน
2. แบบทดสอบก่อนเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1
3. บัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี
4. บัตรกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ไดนาโม
5. บัตรสรุปเนื้อหา ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1
6. แบบทดสอบหลังเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

คำชี้แจงสำหรับนักเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) ชุดที่ 1 เรื่อง การผลิตกระแสไฟฟ้า มีรายละเอียดที่นักเรียนทุกคนจำเป็นต้องอ่านและทำความเข้าใจให้ถูกต้อง เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนการปฏิบัติตามกระบวนการเรียนรู้ ดังนี้

1. สารการเรียนรู้

สาระที่ 5 พลังงาน

2. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

3. ตัวชี้วัด

ว 5.1 ม.3/2 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสไฟฟ้า ความต้านทานและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 8.1 ม.3/1 ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจ ตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ว 8.1 ม.3/2 สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้ และวางแผนการสำรวจตรวจสอบ หลาย ๆ วิธี

ว 8.1 ม.3/4 รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ

1. สารสำคัญ

1.1 เซลล์ไฟฟ้าเคมี หมายถึง อุปกรณ์ที่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ โดยอาศัยการเกิดปฏิกิริยาเคมีเรียกว่า เซลล์กัลวานิก ส่วนอุปกรณ์ที่ผ่านไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปในระบบของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น เรียกว่า เซลล์อิเล็กโทรไลต์ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้ากับพลังงานเคมี

1.2 ไดนาโม (Dynamo) หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Regenerator) คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำระหว่างสนามแม่เหล็กกับขดลวดตัวนำ จึงสามารถนำพลังงานไฟฟ้า มาแปรรูปเป็นพลังงานรูปอื่นๆ แล้วนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมและการดำเนินชีวิตประจำวัน

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการทำงานของเซลล์ไฟฟ้าเคมีได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการทำงานของไดนาโมได้
3. นักเรียนสามารถระบุชนิดของไดนาโมได้
4. นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างระหว่างไดนาโมกระแสตรงและไดนาโมกระแสสลับได้

3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 3.1 ซื่อสัตย์สุจริต
- 3.2 มีวินัย
- 3.3 ใฝ่เรียนรู้
- 3.4 มุ่งมั่นในการทำงาน

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 4.1 ความสามารถในการสื่อสาร
- 4.2 ความสามารถในการคิด
- 4.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา

5. เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน(5E) ชุดที่ 1 เรื่อง การผลิตกระแสไฟฟ้า ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ชั่วโมง

6. บทบาทของนักเรียน

ก่อนกิจกรรมการเรียนรู้

1. นักเรียนจะต้องอ่านคำชี้แจงสำหรับนักเรียนให้เข้าใจหากมีข้อสงสัยประการใด ให้สอบถามครูผู้สอน
2. ตรวจสอบ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) ชุดที่ 1 เรื่อง การผลิตกระแสไฟฟ้า ให้เรียบร้อย ในเรื่องของจำนวนหน้า และความบกพร่องที่เกิดจากการจัดพิมพ์

ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. นักเรียนจะต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) ชุดที่ 1 เรื่อง การผลิตกระแสไฟฟ้า ให้แล้วเสร็จและนำส่งครูผู้สอน ก่อนเริ่มกิจกรรมการเรียนการสอน
2. นักเรียนจะต้องทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยครูจะดำเนินการแบ่งกลุ่มให้กับนักเรียน กลุ่มละ 4-5 คน ซึ่งสมาชิกในกลุ่มมีหน้าที่ ดังนี้
 - 2.1 นักเรียนจะต้องแบ่งหน้าที่รับผิดชอบแต่ละคนให้ชัดเจน และเปลี่ยนตำแหน่งทุกครั้งเมื่อทำกิจกรรมครั้งต่อไป ดังนี้
 - 2.1.1 ประธาน ทำหน้าที่ควบคุมและแบ่งหน้าที่รับผิดชอบของสมาชิก
 - 2.1.2 รองประธาน ทำหน้าที่แทนประธานเมื่อประธานไม่อยู่
 - 2.1.3 สมาชิก มีหน้าที่รับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจากประธาน
 - 2.1.4 เลขานุการ มีหน้าที่ จดบันทึกผลการทดลอง และความคิดเห็นในประเด็นต่างๆ ของสมาชิกในกลุ่ม
3. นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรมตามบัตรกิจกรรม โดยครูเป็นผู้ดำเนินการให้เป็นไปตามกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) ให้แล้วเสร็จตามกำหนดเวลา
4. นักเรียนจะต้องร่วมแสดงความคิดเห็นในระหว่างการทำกิจกรรมตามบัตรกิจกรรม
5. นักเรียนจะต้องบันทึกผลการทดลอง ตอบคำถามท้ายการทดลอง และสรุปผลการทดลอง ในเล่มชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) ชุดที่ 1 เรื่อง การผลิตกระแสไฟฟ้า ของตนเอง
6. นักเรียนร่วมกันคัดเลือกสมาชิกในกลุ่มเพื่อเป็นตัวแทนนำเสนอผลการทำกิจกรรมตามบัตรกิจกรรม (สมาชิกทุกคนต้องได้นำเสนอผลการทำกิจกรรมในครั้งต่อไป)

8. หลังการนำเสนอบัตรกิจกรรมในแต่ละกลุ่ม กลุ่มอื่นๆ จะต้องร่วมกันอภิปรายรูปแบบการนำเสนอเนื้อหา ประเด็นคำถาม สรุปผลการทดลอง โดยวิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ เพื่อให้เกิดการปรับปรุงหากมีข้อบกพร่อง

7. นักเรียนทำกิจกรรมตาม บัตรทดสอบความรู้ความเข้าใจที่ 1 เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมีและไดนาโม

หลังทำกิจกรรมการเรียนรู้

1. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) ชุดที่ 1 เรื่อง การผลิตกระแสไฟฟ้า ให้แล้วเสร็จและนำเสนอครูผู้สอน



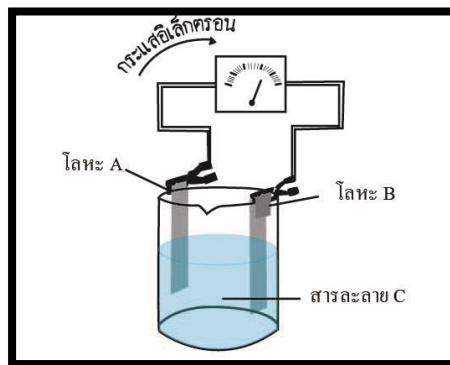
คำชี้แจง

1. ข้อสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 15 ข้อ คะแนนเต็ม 15 คะแนน เวลา 15 คะแนน
2. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท ✕ ทับตัวอักษร ก ข ค

และ ง ในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดกล่าวถึงกระแสไฟฟ้าได้ถูกต้องที่สุด
 - ก. กระแสสมมติ คือ การเคลื่อนที่ของนิวตรอน
 - ข. กระแสไฟฟ้ามีเพียงชนิดเดียว คือ กระแสอิเล็กทรอนิกส์
 - ค. กระแสไฟฟ้าจะไหลจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูง
 - ง. กระแสไฟฟ้า คือ ปริมาณประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่หรือมีการถ่ายเทผ่านพื้นที่ภาคตัดขวางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งของลวดตัวนำไฟฟ้าใน 1 หน่วยเวลา
2. อุปกรณ์ในข้อใดที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า
 - ก. เซลล์ไฟฟ้าเคมี
 - ข. ไดนาโม
 - ค. เซลล์สุริยะ
 - ง. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
3. สารใดทำหน้าที่เป็นอิเล็กโทรไลต์ในถ่านไฟฉาย
 - ก. แมกนีเซียมคลอไรด์
 - ข. แมงกานีสออกไซด์
 - ค. โพแทสเซียมคลอไรด์
 - ง. แอมโมเนียมคลอไรด์
4. ไดนาโมผลิตกระแสไฟฟ้าโดยเปลี่ยนรูปพลังงานอย่างไร
 - ก. เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า
 - ข. เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า
 - ค. เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า
 - ง. เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า

จากรูปจงตอบคำถามข้อ 5-7



5. ไอออนบวกและไอออนลบจะมีการเคลื่อนที่อยู่บริเวณใด
 - ก. โลหะ A
 - ข. โลหะ B
 - ค. สารละลาย C
 - ง. ลวดตัวนำ
6. กระแสไฟฟ้าจะมีทิศทางการไหลอย่างไร
 - ก. ไหลจาก โลหะ A ไปยัง โลหะ B
 - ข. ไหลจาก โลหะ B ไปยัง โลหะ A
 - ค. ไหลอยู่ภายในสารละลาย C
 - ง. ไหลจากโลหะ A ผ่านสารละลาย C ไปยังโลหะ B
7. อุปกรณ์ใดที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
 - ก. เซลล์ไฟฟ้าเคมี
 - ข. ถ่านไฟฉาย
 - ค. เซลล์สุริยะ
 - ง. ไดนาโม
8. ไดนาโมกระแสตรงต่างจากไดนาโมกระแสสลับในข้อใด
 - ก. ขดลวด
 - ข. แม่เหล็ก
 - ค. คอมมิวเตเตอร์
 - ง. สนามแม่เหล็ก
9. คำกล่าวในข้อใดไม่ถูกต้อง
 - ก. ขั้วอิเล็กโทรด คือ ทางที่อิเล็กตรอนไหลเข้าและไหลออก
 - ข. กระแสไฟฟ้าไม่ได้เกิดขึ้นจริง เป็นเพียงกระแสสมมติเท่านั้น
 - ค. อิเล็กตรอนจะไหลจากขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่าไปยังขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า
 - ง. แรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์ขึ้นอยู่กับปริมาณของสารละลายและขนาดของขั้วไฟฟ้า

10. ไดนาโมกระแสสลับ ถ้าเอาแม่เหล็กข้างหนึ่งออก เหลือแม่เหล็กข้างเดียว เมื่อหมุนขดลวดจะเกิดไฟฟ้ากระแสสลับขึ้นหรือไม่
- ก. ไม่เกิด เกิดแต่ไฟฟ้ากระแสตรง
 - ข. ไม่เกิดกระแสไฟฟ้าในวงจรเลย
 - ค. เกิดไฟฟ้ากระแสตรงปริมาณมาก
 - ง. เกิดไฟฟ้ากระแสสลับแต่มีปริมาณน้อย
11. กระแสไฟฟ้า คืออะไร
- ก. กระแสสมมติ
 - ข. กระแสโปรตอน
 - ค. กระแสนิวตรอน
 - ง. กระแสอิเล็กตรอน
12. กระแสไฟฟ้าไหลอย่างไรในวงจรไฟฟ้า
- ก. จากที่ศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังศักย์ไฟฟ้าต่ำ
 - ข. จากที่อุณหภูมิสูงไปยังที่อุณหภูมิต่ำ
 - ค. จากที่ศักย์ไฟฟ้าต่ำไปยังศักย์ไฟฟ้าสูง
 - ง. จากจุดที่มีความต้านทานสูงไปสู่จุดที่มีความต้านทานต่ำกว่า
13. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง
- ก. ถ่านไฟฉายให้ไฟฟ้ากระแสตรง
 - ข. แบตเตอรี่รถยนต์ให้ไฟฟ้ากระแสสลับ
 - ค. การไหลของกระแสไฟฟ้าเกิดเมื่อมีความต่างศักย์ระหว่างจุด 2 จุด
 - ง. ในเซลล์ไฟฟ้าเคมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นมากเท่าใด จะได้กระแสไฟฟ้ามากขึ้นเท่านั้น
14. สิ่งที่มีผลต่อปริมาณของกระแสไฟฟ้า ที่เกิดจากหลักการทำงานของไดนาโมคือข้อใด
- ก. ขนาดของสนามแม่เหล็ก
 - ข. อัตราการหมุนของขดลวด
 - ค. จำนวนขดลวดที่พันรอบแกน
 - ง. ถูกทุกข้อ
15. ถ่านที่นำมาใช้ในนาฬิกาข้อมือ หรือเครื่องคิดเลขเป็นถ่านชนิดใด
- ก. แบตเตอรี่
 - ข. ถ่านไฟฉาย
 - ค. ถ่านลิเทียม
 - ง. ถ่านอัลคาไลน์



1. จุดประสงค์ของกิจกรรม

- 1.1 เพื่อศึกษาและทดลองหลักการการทำงานของเซลล์ไฟฟ้าเคมี
- 1.2 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนรูปพลังงานของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

2. คำชี้แจง

- 2.1 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มรับอุปกรณ์การทำกิจกรรมและวางแผนการทำกิจกรรมร่วมกัน
- 2.2 ประธานแต่ละกลุ่มอธิบายวิธีการทำกิจกรรมให้สมาชิกฟังและวางแผนการทำกิจกรรมร่วมกัน สมาชิกทุกคนร่วมกันทำกิจกรรม
- 2.3 เลขานุการกลุ่มบันทึกผลการทำกิจกรรม สมาชิกแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายสรุปโดยใช้คำถามในการสรุป
- 2.4 ครูสุ่มตัวแทนกลุ่ม 2-3 กลุ่ม มานำเสนอองค์ความรู้ที่ได้หน้าชั้นเรียนเพื่อสะสมคะแนนกลุ่ม
- 2.5 ให้นักเรียนทุกคนตอบคำถาม เพื่อการสรุปและขยายความรู้ ส่งงานให้ครูประเมินความรับผิดชอบ อดทน มุ่งมั่น ผลงานที่ดีลำดับ 1-5 ให้นำมาจัดป้ายนิเทศหน้าชั้นเรียน

3. อุปกรณ์

- 3.1 ถ่านไฟฉาย
- 3.2 กระบะถ่านไฟฉาย
- 3.3 สายไฟฟ้าขนาดเล็ก
- 3.4 แผ่นสังกะสีและแผ่นทองแดง ขนาด $2\text{ cm} \times 7\text{ cm}$
- 3.5 บีกเกอร์ขนาด 100 cm^3
- 3.6 สารละลายกับกรดซัลฟิวริก
- 3.7 มิลลิแอมมิเตอร์/แอมมิเตอร์

4. วิธีทำกิจกรรม

4.1 ต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่ายเข้ากับถ่านไฟฉาย 1 ก้อน สังเกตและบันทึกผล



4.2 ขัดแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีขนาด $2\text{ cm} \times 7\text{ cm}$ ด้วยกระดาษทรายให้สะอาด แล้วจุ่มลงในสารละลายกรดซัลฟิวริก สังเกตและบันทึกผล



4.3 ยกแผ่นโลหะแผ่นใดแผ่นหนึ่งออก สังเกตและบันทึกผล



4.4 ต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่ายกับปลายของโลหะทั้งสอง สังเกตและบันทึกผล



5. ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

การทำกิจกรรม	ผลการทำกิจกรรม
1. ต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่ายเข้ากับถ่านไฟฉาย 1 ก้อน	
2. จุ่มแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีลงในบีกเกอร์ที่มีสารละลายกรดซัลฟิวริกอยู่	
3. ต่อแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีเข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่าย	
4. ยกแผ่นทองแดงออก	
5. ยกแผ่นสังกะสีออก	

คำถามเพื่อการสรุปผลการทำกิจกรรม/ขยายความรู้

- เมื่อต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่ายเข้ากับถ่านไฟฉาย 1 ก้อน จะเกิดผลอย่างไร เพราะเหตุใด
ตอบ.....
.....
- เมื่อจุ่มแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีลงในบีกเกอร์ที่มีสารละลายกรดซัลฟิวริกบรรจุอยู่ จะสังเกตเห็นว่าแผ่นโลหะชนิดใดเป็นสีดำ เป็นเพราะสาเหตุใด
ตอบ.....
.....

3. เมื่อต่อแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีที่จุ่มในสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่าย จะเกิดผลอย่างไร เพราะเหตุใด

ตอบ.....

4. เมื่อต่อแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีที่จุ่มในสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่าย ความต่างศักย์ที่แผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีจะเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ.....

5. เมื่อต่อแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีที่จุ่มในสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่าย ทิ้งไว้สักครู่ แผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ตอบ.....

6. การทดลองนี้มีการเปลี่ยนรูปพลังงานอย่างไรและเรียกอุปกรณ์ชุดนี้ว่าอย่างไร

ตอบ.....

7. ถ้ายกแผ่นทองแดงหรือแผ่นสังกะสีออกจากสารละลายกรดซัลฟิวริก เข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่าย จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

ตอบ.....

8. ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมมีประโยชน์ต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างไร

ตอบ.....

9. ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้หรือไม่ อย่างไร

ตอบ.....

6. สรุปผลการทำกิจกรรม/องค์ความรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



1. จุดประสงค์ของกิจกรรม

- 1.1 เพื่อศึกษาหลักการเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
- 1.2 เพื่อศึกษาหลักการทำงานของไดนาโม
- 1.3 บอกประโยชน์ของไดนาโมต่อชีวิตประจำวันและการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. คำชี้แจง

- 2.1 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มรับอุปกรณ์การทำกิจกรรมและวางแผนการทำกิจกรรมร่วมกัน
- 2.2 ประธานแต่ละกลุ่มอธิบายวิธีการทำกิจกรรมให้สมาชิกฟังและวางแผนการทำกิจกรรมร่วมกัน สมาชิกทุกคนร่วมกันทำกิจกรรม
- 2.3 เลขานุการกลุ่มบันทึกผลการทำกิจกรรม สมาชิกแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายสรุปโดยใช้คำถามในการสรุป
- 2.4 ครูสุ่มตัวแทนกลุ่ม 2-3 กลุ่ม มานำเสนอองค์ความรู้ที่ได้หน้าชั้นเรียนเพื่อสะสมคะแนนกลุ่ม
- 2.5 ให้นักเรียนทุกคนตอบคำถามเพื่อการสรุปและขยายความรู้ ส่งงานให้ครูประเมินความรับผิดชอบ อดทน มุ่งมั่น ผลงานที่ดีลำดับ 1-5 ให้นำมาจัดป้ายนิเทศหน้าชั้นเรียน

3. อุปกรณ์

- 3.1 แท่งแม่เหล็ก
- 3.2 ขดลวดที่พันรอบแกนพลาสติกปลายขดลวดมีแฉกเสียบ 2 ข้าง
- 3.3 เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่าย

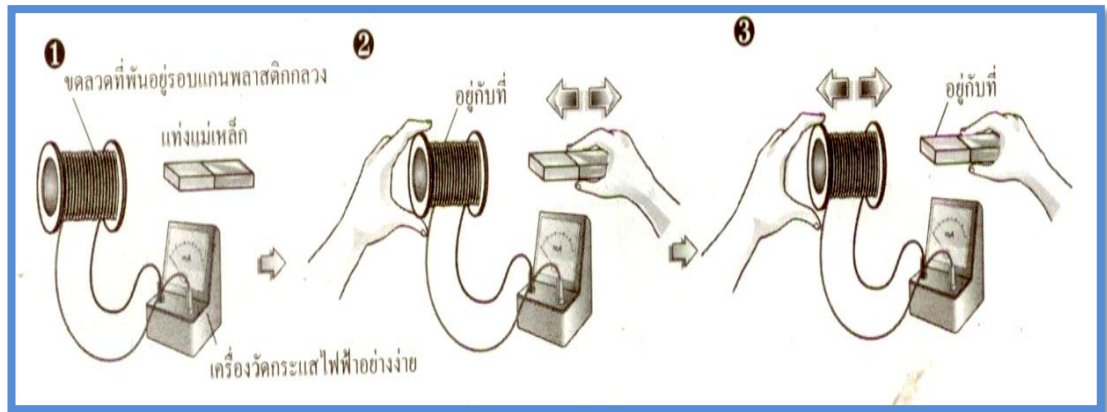
4. วิธีทำกิจกรรม

ประกอบอุปกรณ์การทดลองดังรูป แล้วทดลอง ดังนี้

4.1 นำปลายหนึ่งของแท่งแม่เหล็กมาใกล้ๆ ขดลวด สังเกตการเบนของเข็มเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่าย

4.2 เคลื่อนแท่งแม่เหล็กเข้าออกจากขดลวดอย่างรวดเร็ว สังเกตการเบนของเข็มเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่าย

4.3 เคลื่อนขดลวดเข้าออกแท่งแม่เหล็กอย่างรวดเร็ว สังเกตการเบนของเข็มเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่าย



5. ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

การทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้
1. วางแท่งแม่เหล็กใกล้ขดลวด	
2. เคลื่อนแท่งแม่เหล็กเข้าออกแกนของขดลวด	
3. เคลื่อนขดลวดเข้าออกกับแท่งแม่เหล็ก โดยให้แท่งแม่เหล็กอยู่กับที่	

คำถามเพื่อสรุปผลการทำกิจกรรม/ขยายความรู้

1. เมื่อนำแท่งแม่เหล็กไปวางใกล้ขดลวดที่ต่อปลายทั้งสองข้างเข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่าย ขดลวดจะอยู่ในสนามแม่เหล็กหรือไม่และสนามแม่เหล็กเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ

.....

2. เมื่อจับขดลวดให้อยู่กับที่ แล้วเคลื่อนแท่งแม่เหล็กเข้าออกอย่างรวดเร็ว สังเกตที่เข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่ายจะเกิดผลอย่างไร เพราะอะไร

ตอบ

.....

.....

3. เมื่อจับแท่งแม่เหล็กให้อยู่กับที่ แล้วเคลื่อนขดลวดเข้าออกอย่างรวดเร็ว จะเกิดผลอย่างไร

ตอบ

.....

.....

4. การที่ขดลวดอยู่กับที่แล้วเคลื่อนแท่งแม่เหล็กเข้าออกอย่างรวดเร็ว หรือให้แท่งแม่เหล็กอยู่กับที่แล้วเคลื่อนขดลวดเข้าออกอย่างรวดเร็ว สนามแม่เหล็กจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

ตอบ

.....

.....

5. กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการทดลองนี้มีทิศทางการไหลอย่างไร สังเกตได้จากสิ่งใด และ เรียกกระแสไฟฟ้าชนิดนี้ว่าอย่างไร

ตอบ

.....

.....

6. ไคนาโมมีประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศด้านใดบ้าง

ตอบ

.....

.....

7. ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมมีประโยชน์ต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างไร

ตอบ.....

.....

.....

8. ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้หรือไม่ อย่างไร

ตอบ.....

.....

.....

6. สรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบันของสังคมมนุษย์ การใช้พลังงานไฟฟ้าเริ่มต้นตั้งแต่ตื่นนอนจนกระทั่งเข้านอน ในชีวิตประจำวันชีวิตของคนเราเกี่ยวข้องกับพลังงานไฟฟ้าเกือบตลอดทั้งวัน ไม่ว่าจะเป็น การอาบน้ำ ทำอาหาร ดูโทรทัศน์ กา คมนาคม การแพทย์ เป็นต้น เราใช้พลังงานไฟฟ้าโดยผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่เราต้องการ

ไฟฟ้าแม้จะมีประโยชน์อนันต์แต่ไฟฟ้าก็มีโทษอย่างมหันต์เช่นกัน ถ้ามนุษย์ใช้อย่าง ประมาทและขาดความเข้าใจ เช่น การเกิดไฟฟ้าลัดวงจรซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดเพลิงไหม้ ทำให้เกิดการสูญเสียทรัพย์สินอาคารบ้านเรือนที่อยู่อาศัย และบางครั้งอาจก่อให้เกิดการสูญเสียชีวิตของ สมาชิกในครอบครัว หรือบางครั้งอาจได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิตจากไฟฟ้าดูด เป็นต้น ดังนั้นเพื่อ ป้องกันอันตรายจากการใช้ไฟฟ้า เราจึงควรใช้ไฟฟ้าอย่างระมัดระวังและรอบคอบ

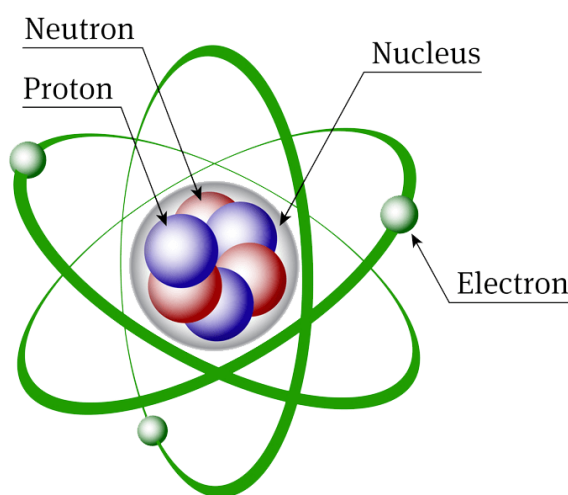
ดังนั้น ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ ๑ เรื่อง การผลิตกระแสไฟฟ้า เราจะมาเรียนรู้ใน เรื่องการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแหล่งต่างๆ ที่สำคัญในปัจจุบัน



1. กระแสไฟฟ้า (Electric current)

1.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับประจุไฟฟ้า (Electric Charge)

การที่วัตถุมีประจุไฟฟ้าเพราะอะตอมของวัตถุประกอบไปด้วยอิเล็กตรอน (Electron) โปรตอน (Proton) และนิวตรอน (Neutron) โดยโปรตอนและนิวตรอนอยู่ที่แกนกลางหรือนิวเคลียสของอะตอม ส่วนอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่วนอยู่รอบ ๆ นิวเคลียส



โครงสร้างอะตอม

ที่มา : <http://www.aboutthemcat.org/chemistry/atomic-structure.php>

ประจุไฟฟ้า คือ สิ่งที่แสดงอำนาจทางไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ ประจุบวกและประจุลบ อิเล็กตรอนเป็นประจุลบ และโปรตอนเป็นประจุบวก ส่วนนิวตรอนไม่มีประจุไฟฟ้า หรือเป็นกลาง

เราสามารถจำแนกชนิดของวัตถุโดยพิจารณาจากประจุไฟฟ้าได้ ดังนี้

- 1) วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า คือ วัตถุที่ไม่แสดงอำนาจไฟฟ้า คือ ไม่ดึงดูดวัตถุใด ๆ เนื่องจากวัตถุมีจำนวนโปรตอน (+) เท่ากับจำนวนอิเล็กตรอน (-) ตัวอย่างได้แก่ วัตถุทั่ว ๆ ไป
- 2) วัตถุที่แสดงอำนาจทางไฟฟ้า คือ วัตถุที่สามารถดึงดูดวัตถุใด ๆ ได้ เนื่องจากวัตถุมีจำนวนโปรตอนไม่เท่ากับจำนวนอิเล็กตรอน ถ้าวัตถุมีจำนวนโปรตอน (+) มากกว่าจำนวน

2. ความหมายของกระแสไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้า (Electric Current) หมายถึง ปริมาณประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่หรือมีการถ่ายเทผ่านพื้นที่ภาคตัดขวางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งของลวดตัวนำไฟฟ้าใน 1 หน่วยเวลา

$$\text{กระแสไฟฟ้า} = \frac{\text{พลังงานหรืองานที่ใช้ในการเคลื่อนที่หรือถ่ายเทประจุ}}{\text{ปริมาณประจุที่เคลื่อนที่หรือถูกถ่ายเท}}$$

$$\text{หรือ} \quad I = \frac{Q}{t}$$

เมื่อ Q คือ ปริมาณประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่หรือถูกถ่ายเท หน่วยเป็นคูลอมป์ (C)
 t คือ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่หรือถ่ายเทประจุ หน่วยเป็นวินาที (s)
 I คือ กระแสไฟฟ้า หน่วยเป็นคูลอมป์ต่อวินาที (C/s) หรือ แอมแปร์ (A)

การเคลื่อนที่หรือการถ่ายเทประจุไฟฟ้าจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งจะเกิดขึ้นได้เมื่อมีความต่างระดับทางพลังงานไฟฟ้า หรือที่เราเรียกว่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (มีลักษณะเช่นเดียวกับความต่างระดับของน้ำ กล่าวคือ เมื่อมีความต่างระดับของน้ำ น้ำจะไหลได้โดยไหลจากที่ระดับสูงไปสู่ที่ระดับต่ำ) และเนื่องจากมีประจุไฟฟ้า 2 ชนิด จึงเกิดกระแสไฟฟ้า 2 แบบ คือ

1) กระแสสมมติ คือ กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการเคลื่อนที่หรือถ่ายเทของประจุบวก โดยจะไหลจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ หรือไหลจากขั้วบวกไปยังขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้า

2) กระแสอิเล็กตรอน คือ กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการเคลื่อนที่หรือถ่ายเทประจุลบหรืออิเล็กตรอนอิสระ โดยจะไหลหรือถ่ายเทจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า หรือไหลจากขั้วลบไปยังขั้วบวก



อ่านเพิ่ม เสริมความรู้

กระแสไฟฟ้า โดยทั่วไปเราจะหมายถึง กระแสสมมติ คือ กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการเคลื่อนที่หรือถ่ายเทของประจุบวก โดยจะไหลจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ หรือ ไหลจากขั้วบวกไปยังขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้า

3. ชนิดของกระแสไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้าแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1) **กระแสไฟฟ้าตรง (Direct Current or D.C.)** เป็นกระแสไฟฟ้าที่ไหลในทิศทางเดียว ไม่มีการสลับขั้ว นั่นคือ ถ้าขั้วใดเป็นขั้วบวกก็จะประพุดิตัวเป็นขั้วบวก ส่วนขั้วใดเป็นขั้วลบก็จะเป็นขั้วลบตลอดไป

กระแสไฟฟ้าตรง ได้จาก เซลล์ไฟฟ้าเคมี ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ ซึ่งเป็นกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการเปลี่ยนรูปพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า



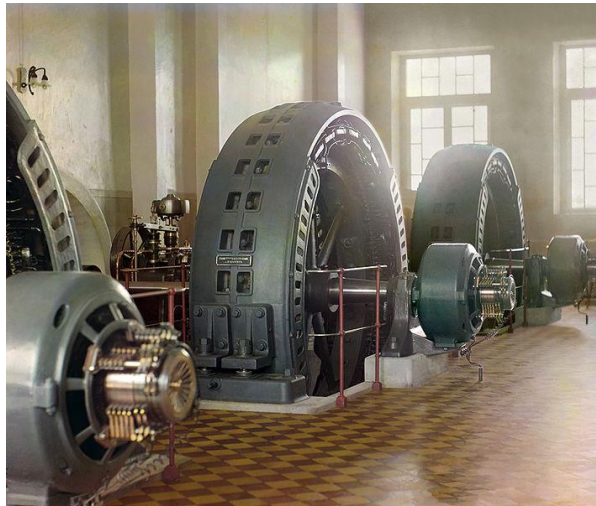
ถ่านไฟฉายชนิดต่างๆ

ที่มา : <http://www.vcharkarn.com/varticle/42597>

2) กระแสไฟฟ้าสลับ (Alternating Current or A.C.) เป็นกระแสไฟฟ้าที่ไหลวนสลับ

ทิศไปมาอยู่ตลอดเวลา นั่นคือ ถ้าขณะนี้ เป็น
ขั้วบวกเมื่อไหลครบวงจรแล้วจะเปลี่ยนเป็น
ขั้วลบ ขณะเดียวกันอีกขั้วเป็นขั้วลบเมื่อ
ไหลครบวงจรแล้วจะเปลี่ยนเป็นขั้วบวก
เช่นนี้สลับกันไปมา

กระแสไฟฟ้าสลับได้จาก ไดนาโม
ซึ่งเป็นกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการเปลี่ยนรูป
พลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า



เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับพลังน้ำ

ที่มา : <http://hrkthongsong.blogspot.com/2010/09/blog-post.html>

4. แหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้า

การผลิตกระแสไฟฟ้ามีหลายวิธี ในที่นี้ จะนำเสนอ 3 หัวข้อ ดังนี้ 1) เซลล์ไฟฟ้าเคมี 2)
ไดนาโม และ 3) เซลล์สุริยะ ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

4.1 เซลล์ไฟฟ้าเคมี

เซลล์ไฟฟ้าเคมี หมายถึง อุปกรณ์ที่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าออกมาได้ โดยอาศัยการ
เกิดปฏิกิริยาเคมี หรือหมายถึงอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานจากพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า

เซลล์ไฟฟ้าเคมีแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) เซลล์ปฐมภูมิ (Primary cell) หมายถึง เซลล์ไฟฟ้าเคมีที่เมื่อประกอบเสร็จแล้ว สามารถ
จ่ายไฟได้เลย และเมื่อจ่ายพลังงานไฟฟ้าหมดแล้วต้องทิ้งไป ไม่สามารถนำกลับมาใช้อีกได้ ยกตัวอย่าง
เช่น ถ่านไฟฉาย

2) เซลล์ทุติยภูมิ (Secondary cell) หมายถึง เซลล์ไฟฟ้าเคมีที่เมื่อประกอบเสร็จแล้ว ยังจ่าย
พลังงานไฟฟ้าไม่ได้ ต้องนำไปประจุไฟฟ้า (Charge) ก่อน และเมื่อจ่ายพลังงานไฟฟ้าหมดแล้ว

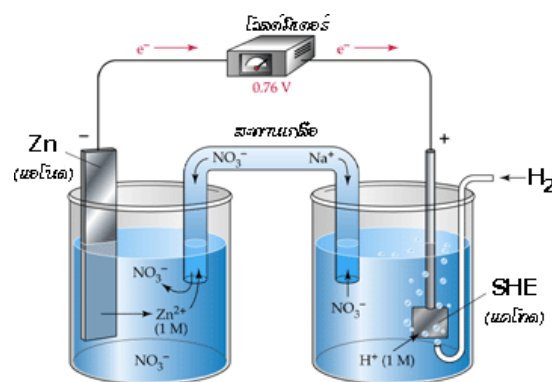
สามารถนำไปประจุไฟฟ้าใหม่ (Recharge) แล้วนำกลับมาใช้อีกได้ ยกตัวอย่าง เช่น แบตเตอรี่รถยนต์ เซลล์ไฟฟ้าแบบนิเกิลแคดเมียม

ส่วนประกอบของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

เซลล์ไฟฟ้าเคมี ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ ดังนี้

1) ขั้วไฟฟ้า (Electrode) เป็นโลหะต่างชนิดกัน เช่น ทองแดง (Cu) เป็นขั้วบวก สังกะสี (Zn) เป็นขั้วลบ

2) อิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte) หรือสารละลายที่นำไฟฟ้าได้เช่น กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4)



เซลล์ไฟฟ้าเคมี

ที่มา : <http://www.thaigoodview.com/node/17983>

เมื่อต่ออุปกรณ์ครบดังรูป ก็เกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น สังเกตได้จากมีฟองแก๊สฟุ้งขึ้น ฟองแก๊สที่เกิดขึ้นนี้ คือ ฟองแก๊สไฮโดรเจน (H_2) และเมื่อต่อสายไฟเข้ากับโลหะทั้งสอง จะมีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น

หลักการทำงานของเซลล์ไฟฟ้าเคมี มีดังนี้

1) เมื่อจุ่มแผ่นโลหะที่เป็นขั้วไฟฟ้าต่างชนิดกันลงในสารละลายอิเล็กโทรไลต์แล้วต่อเข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า สารละลายจะแตกตัวให้อิออนบวกและอิออนลบ

2) โลหะต่างชนิดกันแตกตัวให้อิเล็กตรอนได้ต่างกัน โลหะใดแตกตัวได้ดีกว่าจะให้อิเล็กตรอนได้มากกว่าโดยจะมีศักย์ไฟฟ้าต่ำเป็นขั้วลบ ส่วนโลหะที่แตกตัวไม่ดีให้อิเล็กตรอนน้อย จะมีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าเป็นขั้วบวก

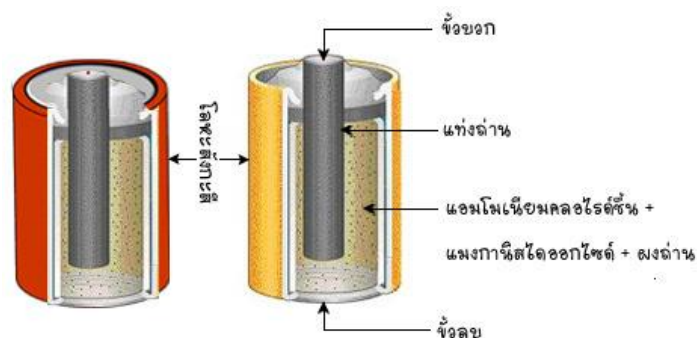
3) กระแสไฟฟ้าจะไหลจากศักย์ไฟฟ้าสูงไปศักย์ไฟฟ้าต่ำ หรือไหลจากขั้วบวกไปยังขั้วลบ และเมื่อศักย์ไฟฟ้าเท่ากันก็จะหยุดไหล

4) กระแสอิเล็กทรอนิกส์จะไหลจากศักย์ไฟฟ้าต่ำไปยังศักย์ไฟฟ้าสูงหรือไหลจากขั้วลบไปยังขั้วบวกซึ่งมีทิศทางการไหลสวนทางกับการไหลของกระแสไฟฟ้า

5) ศักย์ไฟฟ้าเทียบได้กับระดับของน้ำ ซึ่งน้ำจะไหลจากระดับสูงไปยังระดับต่ำเสมอ จนเมื่อระดับน้ำเท่ากันก็จะหยุดไหล กระแสไฟฟ้าก็เช่นเดียวกัน จะไหลจากศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังศักย์ไฟฟ้าต่ำ เมื่อศักย์ไฟฟ้าเท่ากันจะหยุดไหล ทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าในวงจร เช่น ถ่านไฟฉาย 1 ก้อน มีความต่างศักย์ 1.5 โวลต์ เมื่อนำไปใช้ค่าความต่างศักย์จะลดลงเรื่อย ๆ เมื่อศักย์ไฟฟ้าของขั้วบวกกับขั้วลบเท่ากัน กระแสไฟฟ้าจะหยุดไหล

ตัวอย่างเซลล์ไฟฟ้าเคมี ได้แก่

4.1.1 ถ่านไฟฉาย (Dry cell) เป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีแบบหนึ่งที่ใช้สารเคมีที่มีสถานะเป็นของแข็งเป็นอิเล็กโทรไลต์ ถ่านไฟฉายจึงเป็นเซลล์แห้ง (Dry cell) สารเคมีที่ใช้เป็นอิเล็กโทรไลต์ คือ แอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) ส่วนกล่องสังกะสีที่บรรจุสารเคมีทำหน้าที่เป็นขั้วลบตรงกลางของถ่านไฟฉายมีแท่งคาร์บอนหรือแกรไฟต์ ทำหน้าที่เป็นขั้วบวก ผู้ที่สร้างเซลล์ไฟฟ้าเคมี ชนิดนี้คือ เลอคังเซ ดังนั้นจึงอาจเรียกเซลล์ชนิดนี้อีกชื่อหนึ่งว่า เซลล์เลอคังเซ ถ่านไฟฉาย 1 ก้อน หรือ 1 เซลล์ มีความต่างศักย์ประมาณ 1.5 โวลต์



ส่วนประกอบของถ่านไฟฉาย

ที่มา : http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?id=74295

4.1.2 แบตเตอรี่ (Battery) หมายถึงเซลล์ไฟฟ้า ตั้งแต่ 2 เซลล์ขึ้นไป ถูกนำมาต่อเข้าด้วยกัน ได้แก่ ถ่านไฟฉายหลายก้อนมาต่อเข้าด้วยกันหรือแบตเตอรี่รถยนต์ ทั้งนี้เพื่อให้มีพลังงานไฟฟ้าสำหรับการใช้งานมากขึ้น

แบตเตอรี่รถยนต์ เป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีประเภทเซลล์ทุติยภูมิหลายเซลล์มาต่อกัน แบตเตอรี่รถยนต์ 1 เซลล์ มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าประมาณ 2 โวลต์ ในการใช้งานนิยมต่อเซลล์เข้าด้วยกันแบบอนุกรม เช่น แบตเตอรี่ 6 โวลต์ (3 เซลล์ต่ออนุกรมกัน) ใช้กับจักรยานยนต์ แบตเตอรี่ 12 โวลต์ (6 เซลล์ต่ออนุกรมกัน) ใช้กับรถยนต์ เป็นต้น



ที่มา : <https://solarsmileknowledge.wordpress.com/>

4.2 เซลล์สุริยะ (Solar Cell)

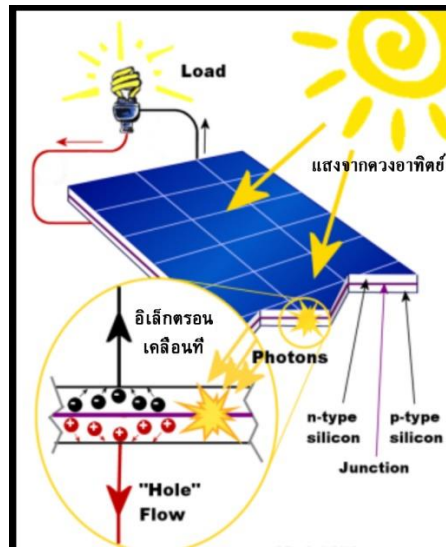
เซลล์สุริยะ (Solar cell) คือ อุปกรณ์ที่สามารถนำพลังงานแสงอาทิตย์มาเปลี่ยนให้เป็นกระแสไฟฟ้าโดยตรง

เซลล์สุริยะประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ 2 ชั้น ดังนี้

- 1) ชั้นบนหรือแผ่นบน เป็นชั้นที่รับแสงประกอบด้วยสารซิลิคอนเจือด้วยฟอสฟอรัส ชั้นบนจะบางกว่าชั้นล่าง เพื่อให้แสงสว่างสามารถส่องทะลุลงไปถึงชั้นล่างได้
- 2) ชั้นล่างหรือแผ่นล่าง ประกอบด้วยสารซิลิคอนเจือด้วยโบรอน

การทำงาน เมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบแผ่นบน จะเกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างแผ่นสารกึ่งตัวนำทั้งสอง ถ้าต่อสายไฟระหว่างแผ่นสารทั้งสอง ก็จะมีกระแสไฟฟ้าไหลจากชั้นล่างไปตามสายไฟไปยังแผ่นสารชั้นบน ดังนั้นชั้นบนจึงเป็นขั้วลบ และชั้นล่างเป็นขั้วบวก

ประโยชน์ของเซลล์สุริยะ ปัจจุบันได้มีการนำเอาเซลล์สุริยะมาใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ มากมาย เช่น นาฬิกาข้อมือ เครื่องคิดเลข โคมไฟสนาม ดาวเทียม สถานีอวกาศ เป็นต้น



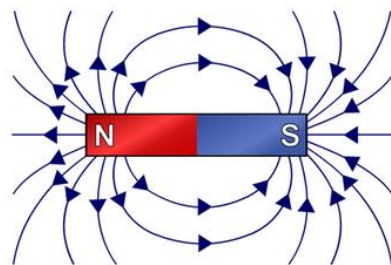
การทำงานและส่วนประกอบ เซลล์สุริยะ (Solar cell)

ที่มา : <http://www.ramsessolarsystems.com/knowsolar.aspx>

4.3 ไดนาโมหรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ไดนาโม (Dynamo) หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Regenerator) คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำระหว่างสนามแม่เหล็กกับขดลวดตัวนำ

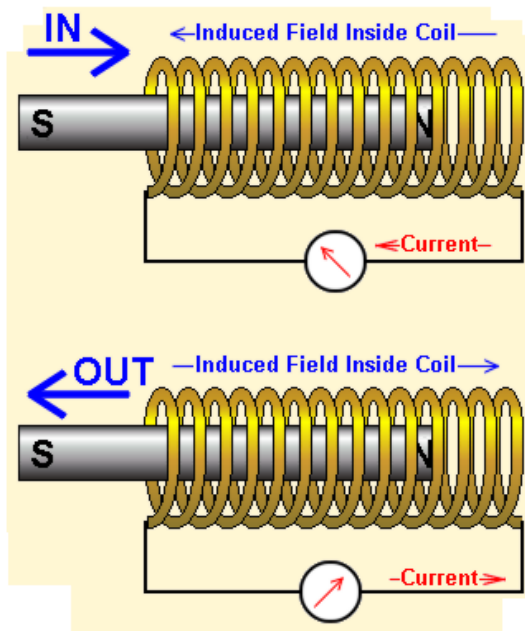
สนามแม่เหล็ก (Magnetic field) คือ บริเวณรอบ ๆ แท่งแม่เหล็ก ที่มีอำนาจแม่เหล็ก หรือ เส้นแรงแม่เหล็กอยู่ โดยทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กจะพุ่งออกจากขั้วเหนือไปยังขั้วใต้ของแม่เหล็ก หรือถ้ามีขั้วแม่เหล็กต่างกันอยู่ใกล้กัน จะมีเส้นแรงแม่เหล็กพุ่งออกจากขั้วเหนือไปยังขั้วใต้เส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากแท่งแม่เหล็ก N-S



ภาพแสดงเส้นแรงแม่เหล็ก

ที่มา : <http://www.physbot.co.uk/magnetic-fields-and-induction.html>

เมื่อให้แท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่เข้าออกจากขดลวดตัวนำหรือให้ขดลวดตัวนำเคลื่อนที่เข้าออกจากแท่งแม่เหล็กอย่างรวดเร็ว จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวด กระแสไฟฟ้าที่ได้นี้เรียกว่า กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ



การเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ เมื่อแท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่เข้าออกจากขดลวด

ที่มา : <http://www.physchem.co.za/OB11-ele/magnetic4.htm>

กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Induced Current) หมายถึง กระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดตัวนำ เกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กตัดผ่านขดลวดตัวนำ ผู้ค้นพบหลักการนี้ คือ ไมเคิล ฟาราเดย์ (Michael Faraday)

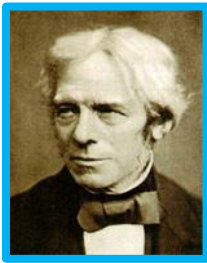
สำหรับกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่ไหลในขดลวดตัวนำจะมีค่ามากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับ

- 1) จำนวนรอบของขดลวดตัวนำ ถ้ามีจำนวนรอบของขดลวดตัวนำมาก กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะมาก
- 2) ความเข้มของสนามแม่เหล็กที่ตัดผ่านขดลวด ถ้ามีความเข้มของสนามแม่เหล็กมาก กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะมาก
- 3) ความเร็วในการเคลื่อนที่ ถ้าแท่งแม่เหล็กหรือขดลวดตัวนำเคลื่อนที่เข้าออกเร็ว กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะมาก

สำหรับกระแสไฟฟ้าที่ได้มาจากไดนาโมนั้น อาจเป็นกระแสไฟฟ้าตรงหรือกระแสไฟฟ้าสลับก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของไดนาโม



อ่านเพิ่ม เสริมความรู้



Michael Faraday นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษเกิดเมื่อวันที่ 22 กันยายน ค.ศ. 1791 ฟาราเดย์เป็นผู้ให้คำอธิบาย อธิบายการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กไฟฟ้า เขาเป็นผู้ทดลองหาแนวแรงแม่เหล็กโดยใช้ผงตะไบเหล็ก เขาเป็นผู้ให้หลักที่ว่ากระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นจากตัวนำตัดผ่านเส้นแรงแม่เหล็กหรือพูดง่ายๆว่าแม่เหล็กก็ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้ เขาจึงเป็นผู้ประดิษฐ์เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าที่เรียกว่า"ไดนาโม"ขึ้น ฟาราเดย์ได้ถึงแก่กรรมเมื่อวันที่ 25 สิงหาคม ค.ศ. 1867 ในห้องทำงานของเขาที่แฮมตันคอร์ต

ส่วนประกอบของไดนาโม

ไดนาโมประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญดังต่อไปนี้

1) สนามแม่เหล็ก (Magnetic field) เกิดจากแท่งแม่เหล็กถาวรขั้วเหนือ (N) และขั้วใต้ (S) หรือเกิดจากแม่เหล็กชั่วคราว (เป็นแม่เหล็กไฟฟ้า) ที่ได้จากการผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขดลวดตัวนำหรือ สเตเตอร์ (Stator) ทำให้สนามแม่เหล็กขึ้นมาเช่นเดียวกัน

2) อาร์เมเจอร์หรือโรเตอร์ (armature or rotor) คือ ขดลวดตัวนำอาบนํ้ายานำมาพันรอบแกนเหล็กอ่อน สามารถหมุนได้คล่องและติดตั้งอยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็ก N และ S (อยู่ภายในสนามแม่เหล็ก) อาร์เมเจอร์ประกอบด้วยขดลวดจำนวนมาก โดยปลายทั้งสองของขั้วลวดจะต่ออยู่กับวงแหวนเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าออกไปสู่วงจรภายนอก

3) วงแหวน (Output ring) มีหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าจากอาร์เมเจอร์ออกไปสู่วงจรภายนอก มี 2 แบบ คือ

3.1) วงแหวนลื่น (slip ring) เป็น วงแหวนทองแดงกลม 2 วง ใช้กับไดนาโมกระแสไฟฟ้าสลับ

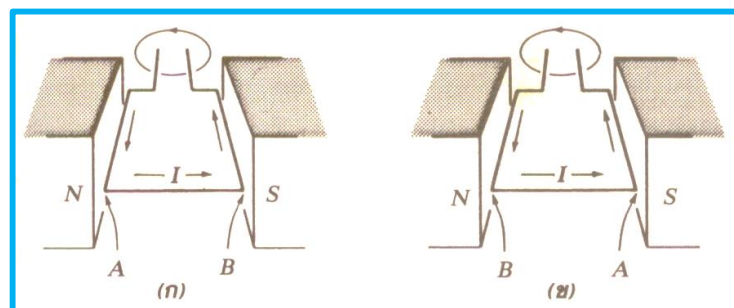
3.2) วงแหวนแยก (split ring) หรือคอมมิวเตเตอร์ (commutator) เป็นวงแหวนทองแดงผ่าซีก ใช้กับไดนาโมกระแสไฟฟ้าตรง

โดยที่ทั้งวงแหวนลื่นและวงแหวนแยกจะมีแปรงถ่าน (Brush) มาแตะสัมผัส เพื่อรับกระแสไฟฟ้าจากอาร์เมเจอร์ไปสู่วงแหวนภายนอก

ไดนาโมกระแสสลับ

เมื่อหมุนขดลวดตัวนำในสนามแม่เหล็ก (ขดลวดตัวนำเคลื่อนที่ตัดสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลง) ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำไหลในขดลวดได้

สำหรับไดนาโมกระแสสลับ จะให้กระแสไฟฟ้าสลับออกมา ไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสที่เมื่อไหลออกสู่วงจรภายนอกแล้ว จะมีการเปลี่ยนแปลงทิศทางทุกครั้งเมื่อหมุนขดลวดไปครึ่งรอบ



ทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าในขดลวด

ที่มา : ประชา ศิวเวทกุล. 2554 : 361

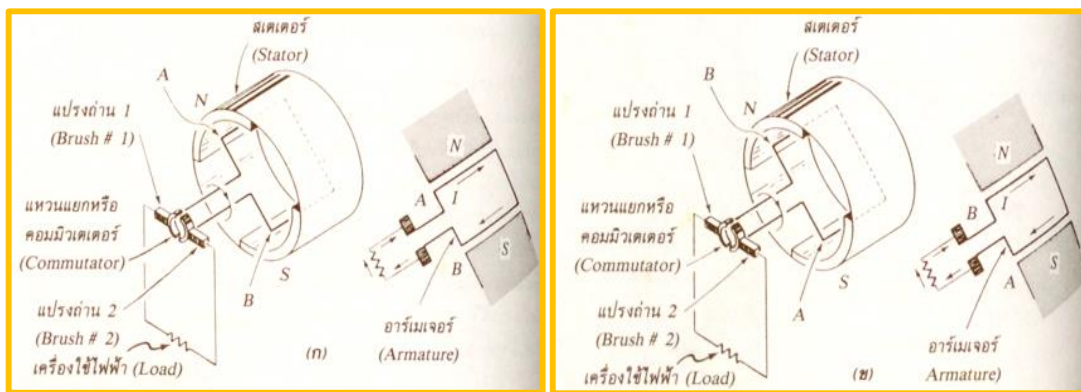
รูป (ก) พิจารณาขดลวดด้าน A ด้านที่อยู่ใกล้ขั้ว N ทิศทางของกระแสไฟฟ้าจะไหลลงมา เมื่อหมุนขดลวดไปครึ่งรอบ รูป (ข) ขดลวดด้าน A จะอยู่ใกล้กับขั้ว S ทิศทางของกระแสไฟฟ้าจะไหลขึ้นไป (ทิศทางตรงกันข้ามทั้งที่เป็นขดลวดด้านเดียวกัน) ในทำนองเดียวกันขดลวดด้าน B เมื่อหมุนไปครึ่งรอบ ทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าก็มีทิศทางตรงกันข้ามเช่นเดียวกัน

สำหรับที่ตรงปลายของขดลวดทั้งสอง (อาร์เมเจอร์) แต่ละข้างจะติดอยู่กับแหวนลื่น โดยขณะที่ขดลวดหมุนไป แหวนลื่นก็จะหมุนตามไปด้วย และแหวนลื่นจะแตะสัมผัสกับแปรงถ่าน (เป็นตัวนำไฟฟ้า) เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าสู่วงจรภายนอกหรือจ่ายพลังงานไฟฟ้าไปให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า (Load)

ไดนาโมกระแสตรง

ไดนาโมกระแสตรงจะให้ไฟฟ้ากระแสตรงออกมา ไฟฟ้ากระแสตรงต่างจากไฟฟ้ากระแสสลับตรงที่ว่า ไม่ว่าขดลวดตัวนำจะหมุนไปกี่รอบก็ตาม กระแสไฟฟ้าที่ไหลออกมาสู่วงจรภายนอกจะไม่มี การเปลี่ยนทิศทางของการไหลเลย

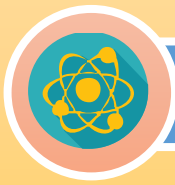
ส่วนประกอบต่าง ๆ ของไดนาโมกระแสตรงจะมีเหมือนกับไดนาโมกระแสสลับ แต่ตรงปลายของขดลวดแต่ละข้างจะติดอยู่กับแหวนแยกหรือคอมมิวเตเตอร์ โดยขณะที่ขดลวดหมุนไป แหวนแยกจะอยู่กับที่ (ไม่ได้หมุนตามไปด้วย)



แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของไดนาโมกระแสตรง

ที่มา : ประชา ศิวะทกุล. 2554 : 362

รูป (ก) พิจารณาขดลวดด้าน A ขณะขดลวดหมุนขึ้นไปผ่านขั้วเหนือ (N) จะมีทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าในขดลวด ผ่านแหวนแยก แล้วผ่านแปรงถ่านออกสู่วงจรภายนอก ดังรูป และเมื่อขดลวดหมุนไปครึ่งรอบ รูป (ข) ขดลวดด้าน B หมุนขึ้นไป ผ่านขั้วเหนือ (N) จะมีทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าในขดลวดผ่านแหวนแยก แล้วผ่านแปรงถ่านออกสู่วงจรภายนอก ดังรูป ซึ่งจะเห็นได้ว่าทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าออกสู่วงจรภายนอกในทิศทางเดียวเท่านั้น ไม่ว่าจะหมุนไปกี่รอบก็ตาม กระแสไฟฟ้าที่ได้นี้จึงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง



คำชี้แจง

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และทำเครื่องหมาย ✕ หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง

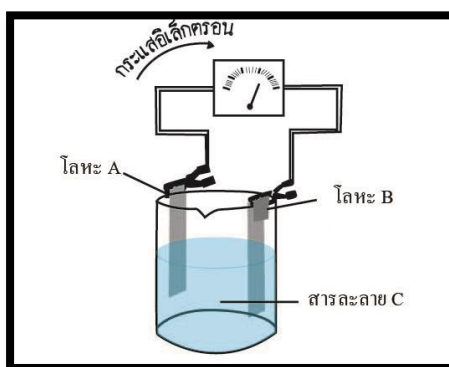
- ☐ 1. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ คือ สารละลายที่นำไฟฟ้าได้ โดยการที่สารละลายสามารถแตกตัวเป็นไอออนบวกและไอออนลบได้
- ☐ 2. ถ่านไฟฉาย ถือว่าเป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีประเภท เซลล์ทุติยภูมิ
- ☐ 3. แท่งถ่าน (C) ในถ่านไฟฉายทำหน้าที่เป็นขั้วบวก (แอโนด)
- ☐ 4. กระแสสมมติ คือ กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการเคลื่อนที่หรือถ่ายเทของประจุบวก โดยจะไหลจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ
- ☐ 5. สนามแม่เหล็ก คือ บริเวณรอบแท่งแม่เหล็ก โดยทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็ก จะพุ่งออกจากขั้วใต้ไปยังขั้วเหนือ
- ☐ 6. ขั้วไฟฟ้าที่ทำจากโลหะที่แตกตัวได้ดีให้อิเล็กตรอนได้มากกว่ามีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่าเป็นขั้วลบเรียกว่าขั้วแคโทด
- ☐ 7. ประจุไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ประจุบวก และประจุลบ โดยถ้าเป็นประจุชนิดเดียวกันจะผลักกัน แต่ถ้าเป็นประจุต่างชนิดกันจะดูดกัน
- ☐ 8. ไดนาโมกระแสตรง คือ กระแสจะเปลี่ยนทิศทางทุกครั้งรอบแต่มีการเปลี่ยนตัววงแหวน ดังนั้นกระแสจึงออกที่ขั้วเดิมเสมอ
- ☐ 9. จำนวนกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่ไหลในลวดตัวนำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนรอบของขดลวดตัวนำ และความเข้มของสนามแม่เหล็กที่ตัดผ่านขดลวดเท่านั้น



คำชี้แจง

1. ข้อสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 15 ข้อ คะแนนเต็ม 15 คะแนน เวลา 20 คะแนน
2. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท **x** ทับตัวอักษร ก ข ค และ ง ในกระดาษคำตอบ

จากรูปจงตอบคำถามข้อ 1-3



1. ไอออนบวกและไอออนลบจะมีการเคลื่อนที่อยู่ที่บริเวณใด
 - ก. โลหะ A
 - ข. โลหะ B
 - ค. สารละลาย C
 - ง. ลวดตัวนำ
2. กระแสไฟฟ้าจะมีทิศทางการไหลอย่างไร
 - ก. ไหลจาก โลหะ A ไปยัง โลหะ B
 - ข. ไหลจาก โลหะ B ไปยัง โลหะ A
 - ค. ไหลอยู่ภายในสารละลาย C
 - ง. ไหลจากโลหะ A ผ่านสารละลาย C ไปยังโลหะ B
3. อุปกรณ์ใดที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
 - ก. เซลล์ไฟฟ้าเคมี
 - ข. ถ่านไฟฉาย
 - ค. เซลล์สุริยะ
 - ง. ไดนาโม
4. ไดนาโมกระแสตรงต่างจากไดนาโมกระแสสลับในข้อใด
 - ก. ขดลวด
 - ข. แม่เหล็ก
 - ค. คอมมิวเตเตอร์
 - ง. สนามแม่เหล็ก

5. คำกล่าวในข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. ขั้วอิเล็กโทรด คือ ทางที่อิเล็กตรอนไหลเข้าและไหลออก
- ข. กระแสไฟฟ้าไม่ได้เกิดขึ้นจริง เป็นเพียงกระแสสมมติเท่านั้น
- ค. อิเล็กตรอนจะไหลจากขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำไปยังขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า
- ง. แรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์ขึ้นอยู่กับปริมาณของสารละลายและขนาดของขั้วไฟฟ้า

6. ข้อใดกล่าวถึงกระแสไฟฟ้าได้ถูกต้องที่สุด

- ก. กระแสสมมติ คือ การเคลื่อนที่ของนิวตรอน
- ข. กระแสไฟฟ้ามีเพียงชนิดเดียว คือ กระแสอิเล็กตรอน
- ค. กระแสไฟฟ้าจะไหลจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูง
- ง. กระแสไฟฟ้า คือ ปริมาณประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่หรือมีการถ่ายเทผ่านพื้นที่ภาคตัดขวางจากจุด

หนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งของลวดตัวนำไฟฟ้าใน 1 หน่วยเวลา

7. ไดนาโมกระแสสลับ ถ้าเอาแม่เหล็กข้างหนึ่งออก เหลือแม่เหล็กข้างเดียว เมื่อหมุนขดลวดจะเกิดไฟฟ้ากระแสสลับขึ้นหรือไม่

- ก. ไม่เกิด เกิดแต่ไฟฟ้ากระแสตรง
- ข. ไม่เกิดกระแสไฟฟ้าในวงจรเลย
- ค. เกิดไฟฟ้ากระแสตรงปริมาณมาก
- ง. เกิดไฟฟ้ากระแสสลับแต่มีปริมาณน้อย

8. กระแสไฟฟ้าคืออะไร

- ก. กระแสสมมติ
- ข. กระแสโปรตอน
- ค. กระแสนิวตรอน
- ง. กระแสอิเล็กตรอน

9. กระแสไฟฟ้าไหลอย่างไรในวงจรไฟฟ้า

- ก. จากที่ศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังศักย์ไฟฟ้าต่ำ
- ข. จากที่อุณหภูมิสูงไปยังที่อุณหภูมิต่ำ
- ค. จากที่ศักย์ไฟฟ้าต่ำไปยังศักย์ไฟฟ้าสูง
- ง. จากจุดที่มีความต้านทานสูงไปสู่จุดที่มีความต้านทานต่ำกว่า

10. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

- ก. ถ่านไฟฉายให้ไฟฟ้ากระแสตรง
- ข. แบตเตอรี่รถยนต์ให้ไฟฟ้ากระแสสลับ
- ค. การไหลของกระแสไฟฟ้าเกิดเมื่อมีความต่างศักย์ระหว่างจุด 2 จุด
- ง. ในเซลล์ไฟฟ้าเคมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นมากเท่าใด จะได้กระแสไฟฟ้ามากขึ้นเท่านั้น

11. อุปกรณ์ในข้อใดที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า
- ก. เซลล์ไฟฟ้าเคมี
 - ข. ไดนาโม
 - ค. เซลล์สุริยะ
 - ง. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
12. สารใดทำหน้าที่เป็นอิเล็กโทรไลต์ในถ่านไฟฉาย
- ก. แมกนีเซียมคลอไรด์
 - ข. แมงกานีสออกไซด์
 - ค. โพแทสเซียมคลอไรด์
 - ง. แอมโมเนียมคลอไรด์
13. ไดนาโมผลิตกระแสไฟฟ้าโดยเปลี่ยนรูปพลังงานอย่างไร
- ก. เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า
 - ข. เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า
 - ค. เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า
 - ง. เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า
14. สิ่งที่มีผลต่อปริมาณของกระแสไฟฟ้า ที่เกิดจากหลักการทำงานของไดนาโมคือข้อใด
- ก. ขนาดของสนามแม่เหล็ก
 - ข. อัตราการหมุนของขดลวด
 - ค. จำนวนขดลวดที่พันรอบแกน
 - ง. ถูกทุกข้อ
15. ถ่านที่นำมาใช้ในนาฬิกาข้อมือ หรือเครื่องคิดเลขเป็นถ่านชนิดใด
- ก. แบตเตอรี่
 - ข. ถ่านไฟฉาย
 - ค. ถ่านลิเทียม
 - ง. ถ่านอัลคาไลน์

บรรณานุกรม

- ถนัด ศรีบุญเรือง. สื่อการเรียนรู้พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สัมฤทธิ์มาตรฐาน
วิทยาศาสตร์ ม. 3 เล่ม 2. กรุงเทพฯ ฯ : อักษรเจริญทัศน์, 2549.
- บัญชา แสนทวี. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ เล่ม 6. กรุงเทพฯ ฯ : วัฒนา
พานิช, 2548.
- ประชา ศิวเวทกุล. คู่มือวิทยาศาสตร์คำนวณ ม.ต้น. กรุงเทพฯ ฯ : เดอะบุ๊กส์, 2554.
- ประดับ นากแก้ว. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ช่วงชั้นที่ 3 เล่ม 3. กรุงเทพฯ ฯ : แม็ค, 2548.
- พิมพ์นธ์ เศษะคุปต์และคณะ. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ม.3. กรุงเทพฯ ฯ : บริษัท
พัฒนาคุณภาพวิชาการ จำกัด, 2557.
- ยุพา วรยศ. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ม. 3.
กรุงเทพฯ ฯ : อักษรเจริญทัศน์, 2550.
- ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์. สื่อการเรียนรู้และเสริมทักษะตามมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า. กรุงเทพฯ ฯ : นิยมวิทยา, 2448.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ ฯ :
โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2552.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์
วิทยาศาสตร์ 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ ฯ : สกสศ. ลาตพรวัว.
"ภาพโครงสร้างอะตอม". [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.aboutthemcat.org/chemistry/atomic-structure.php>
- "ภาพสมบัติของประจุ". [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.physics-and-radio-electronics.com/physics/electric-charges.html>
- "ภาพถ่ายไฟลายชนิดต่าง". [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.vcharkarn.com/varticle/42597>
- "ภาพเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ". [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://hrkthongsong.blogspot.com/2010/09/blog-post.html>
- "ภาพเซลล์ไฟฟ้าเคมี". [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.thaigoodview.com/node/17983>
- "ภาพส่วนประกอบของไฟลาย". [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.myfirstbrain.com>

/student_view.aspx?id=74295

"ภาพเบตเตอรีรถยนต์". [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :<https://solarsmileknowledge.wordpress.com/>

"ภาพการทำงานและส่วนประกอบของเซลล์สุริยะ". [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :

<http://www.ramsessolarsystems.com/knowsolar.aspx>

"ภาพเส้นแรงแม่เหล็ก". [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :<http://www.physbot.co.uk/magnetic-fields-and-induction.html>

"ภาพการเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ". [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.physchem.co.za/OB11-ele/magnetic4.htm>