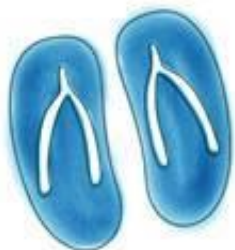


## คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานไฟฟ้า นำรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วยคำชี้แจงสำหรับการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ คำชี้แจงสำหรับครู คำชี้แจงสำหรับนักเรียน ใบความรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนควรศึกษาให้เข้าใจอย่างชัดเจน เพื่อจะสามารถทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุผล การเรียนรู้ตามตัวชี้วัด ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานไฟฟ้า นำรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ชุดนี้ เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง รายละเอียดของการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ได้เสนอไว้ในคู่มือแล้ว หวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตลอดจนผู้ที่สนใจได้อย่างดี



ผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนตรังรังสฤษฎ์ คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานและคณะครูอาจารย์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษาที่ดี ตลอดจนการให้กำลังใจในการจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานไฟฟ้า นำรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จนประสบผลสำเร็จได้ด้วยดี



วิญญิย์ เกียงเอีย





## สารบัญ

### หน้า

คำนำ	ก
สารบัญ	ข
รายละเอียดชุดกิจกรรมการเรียนรู้	1
คำแนะนำสำหรับครู	2
คำแนะนำสำหรับนักเรียน	3
ลำดับขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	4
รายละเอียดชุดกิจกรรมการเรียนรู้	5
ชุดที่ 1 เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า	6
บัตรคำสั่ง เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า	9
แบบทดสอบก่อนเรียนชุดที่ 1 เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า	11
กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน	14
บัตรเนื้อหา เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า	15
บัตรกิจกรรม เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า	25
เฉลยบัตรกิจกรรม เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า	27
แบบฝึกหัด เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า	29
แบบทดสอบหลังเรียนชุดที่ 1 เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า	30
กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน	33
แบบบันทึกคะแนนชุดที่ 1 เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า	34
ภาคผนวก	35
เอกสารอ้างอิง	38





## รายละเอียดของชุดกิจกรรมที่ 1 ประกอบด้วย

ส่วนประกอบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดนี้เป็นชุดที่ 1 เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า  
มีส่วนประกอบ ดังนี้

1. คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
2. ลำดับขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
3. รายละเอียดชุดกิจกรรมการเรียนรู้
4. บัตรคำสั่ง
5. แบบทดสอบก่อนเรียน
6. บัตรเนื้อหา
7. บัตรกิจกรรม
8. เฉลยบัตรกิจกรรม
9. แบบฝึกหัด
10. แบบทดสอบหลังเรียน
11. กระดาษคำตอบ
12. เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
13. เฉลยแบบฝึกหัด





## คำแนะนำสำหรับครู

การศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานไฟฟ้านำรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนการสอนครูผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้

1. ครูแจกชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนก่อนลงมือปฏิบัติ
2. ครูชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนทราบก่อนลงมือปฏิบัติ
3. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อประเมินดูว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจมากน้อยเพียงใด
4. ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้และทำใบกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนและเกิดความรู้ ความเข้าใจอย่างถูกต้อง
5. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินดูว่านักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจหลังเรียนมากน้อยเพียงใด
6. ครูสังเกตพฤติกรรมคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางการเรียนและบันทึกผล
7. ครูตรวจคะแนนและบันทึกผลลงในแบบเก็บคะแนนการทำกิจกรรมการสอนจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้
8. ครูแจ้งคะแนนให้นักเรียนทราบและชมเชยผู้เรียนพร้อมให้คำแนะนำเพิ่มเติม
9. แนะนำและกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจ กระตือรือร้น ใฝ่เรียนรู้ กล้าแสดงออก มีความสามัคคีและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ จัดกิจกรรมโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ







## คำแนะนำสำหรับนักเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานไฟฟ้านำรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ประกอบการเรียน นักเรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองซึ่งนักเรียนควรอ่านคำแนะนำและปฏิบัติกิจกรรมแต่ละขั้นตอนตามลำดับตั้งแต่ต้นจนจบ นักเรียนจะได้รับความรู้อย่างครบถ้วน โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติ ดังนี้

1. นักเรียนฟังคำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
2. ศึกษาจุดประสงค์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เข้าใจ
3. นักเรียนเริ่มทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อประเมินดูว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจมากน้อยเพียงใด
4. นักเรียนศึกษาใบความรู้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้และทำใบกิจกรรมโดยตั้งใจศึกษาเนื้อหาทำความเข้าใจให้ดีตั้งแต่หน้าแรก ถึงหน้าสุดท้ายตามลำดับขั้นตอน
5. ส่งผลงานการทำกิจกรรมการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการ เพื่อให้ครูตรวจ และบันทึกผล
6. เมื่อนักเรียนทุกคนทำกิจกรรมครบแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อประเมินดูว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจ หลังเรียน
7. ถ้านักเรียนต้องการเนื้อหาเพิ่มเติมจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถค้นคว้าได้จากเอกสารอ้างอิงที่ให้ไว้ท้ายเล่ม





## ลำดับขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ให้นักเรียนปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

อ่านคำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เข้าใจ

ศึกษารายละเอียดชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ปฏิบัติตามบัตรคำสั่งชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามลำดับ

ทำแบบทดสอบหลังเรียน

คะแนนในแต่ละแบบฝึกหัดและ  
แบบทดสอบหลังเรียนมีคะแนน  
ร้อยละ 80 ขึ้นไป

คะแนนในแต่ละแบบฝึกหัดและ  
แบบทดสอบหลังเรียนมีคะแนนต่ำกว่า  
ร้อยละ 80

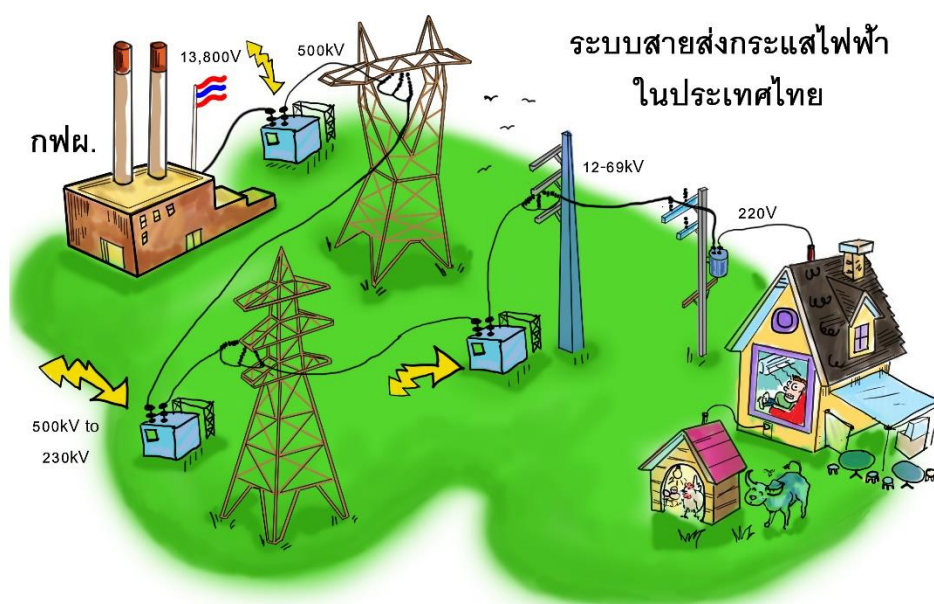
ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดต่อไป

ไม่ผ่านเกณฑ์

## รายละเอียดชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 1 เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานไฟฟ้านำรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 10 ชุด ใช้เวลาทั้งหมด  
20 ชั่วโมง ดังนี้

ชุดที่ 1 เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า	เวลา 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 2 เรื่อง ประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า	เวลา 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 3 เรื่อง ความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและความต้านทาน	เวลา 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 4 เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้า	เวลา 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 5 เรื่อง อุปกรณ์ไฟฟ้า	เวลา 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 6 เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง	เวลา 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 7 เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน	เวลา 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 8 เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล	เวลา 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 9 เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียง	เวลา 2 ชั่วโมง
ชุดที่ 10 เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน	เวลา 2 ชั่วโมง



## ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 1 เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า

### สาระ/มาตรฐาน/ตัวชี้วัด

#### สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงาน ต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 5.1 ม. 3/2 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต้านทาน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน





## สาระการเรียนรู้

1. ประจุไฟฟ้า      2. การเกิดไฟฟ้า      3. การเกิดไฟฟ้าสถิต
4. ไฟฟ้ากระแส      5. เซลล์ไฟฟ้าเคมี      6. กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
7. เซลล์สุริยะ

## สาระสำคัญ

ชนิดของไฟฟ้า ไฟฟ้าเกิดขึ้นได้จากแหล่งกำเนิดหลาย ๆ แบบ ซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

1. ไฟฟ้าสถิต (Static Electricity)
2. ไฟฟ้ากระแส (Current Electricity)

## จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายชนิดของกระแสไฟฟ้าได้
2. อธิบายความหมายของประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าได้
3. ต่อบางวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้
4. สรุปการเปลี่ยนรูปพลังงานในเซลล์ไฟฟ้าเคมีได้
5. สรุปผลการเกิดกระแสไฟฟ้าได้
6. อธิบายหลักการของเซลล์ไฟฟ้าเคมีได้
7. อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดระหว่างแท่งแม่เหล็กกับขดลวดได้
8. อธิบายหลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้
9. อธิบายการเปลี่ยนแปลงพลังงานในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างง่ายได้
10. อธิบายความเร็วในการหมุนขดลวดมีผลต่อการเกิดกระแสไฟฟ้าได้

## สื่อการเรียนรู้

1. แบบทดสอบก่อนเรียนชุดที่ 1 เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า
2. บัตรคำสั่ง เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า
3. บัตรเนื้อหา เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า
4. บัตรกิจกรรม เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า
5. แบบฝึกหัด เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า
6. แบบทดสอบหลังเรียนชุดที่ 1 เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า

## การประเมินผล

ประเมินผลจากแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 1 เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า

### เกณฑ์การผ่าน

นักเรียนทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 1 เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า ได้คะแนนในแต่ละแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน ร้อยละ 80 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน





## บัตรคำสั่งชุดที่ 1 เรื่องชนิดของไฟฟ้า

1. นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบก่อนเรียนชุดที่ 1 เรื่องชนิดของไฟฟ้า จำนวน 10 ข้อ เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐาน
2. นักเรียนแบ่งกลุ่มจำนวน 5 กลุ่ม กลุ่มละ 5 - 6 คน มีนักเรียนคละตามความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน เลือกประธานกลุ่ม เลขานุการกลุ่ม เพื่อแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ
3. ประธานกลุ่มรับผิดชอบกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 1 เรื่องชนิดของไฟฟ้า ตรวจสอบเช็คอุปกรณ์ว่ามีครบตามรายการหรือไม่ ถ้ามีไม่ครบหรือชำรุด ให้แจ้งครูผู้สอนทันที
4. ให้สมาชิกในกลุ่มช่วยกันปฏิบัติกิจกรรมตามลำดับในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 1 เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า โดยให้นักเรียนมีความสามัคคีร่วมกันแสดงความคิดเห็นและยอมรับเสียงส่วนใหญ่ในการปฏิบัติกิจกรรม
5. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมตามลำดับครบแล้วให้บันทึกผล ตอบคำถามหลังการปฏิบัติกิจกรรมและสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรม
6. ตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อย เตรียมอภิปรายนำเสนอผลงาน และออกมาอภิปรายนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน
7. นักเรียนตรวจสอบคำถามหลังการปฏิบัติกิจกรรม และสรุปผลการทดลองจากบัตรเฉลย
8. ศึกษาบัตรเนื้อหาเพิ่มเติมและทบทวนกิจกรรมที่ปฏิบัติ เพื่อนำไปใช้ในการตอบคำถามในแบบฝึกหัด และตรวจคำตอบจากบัตรเฉลย





### บัตรคำสั่งชุดที่ 1 เรื่องชนิดของไฟฟ้า (ต่อ)

9. นักเรียนเก็บอุปกรณ์และทำความสะอาดบริเวณที่ปฏิบัติกิจกรรมให้เรียบร้อย

10. เมื่อปฏิบัติตามชุดกิจกรรมเรียนรู้จนครบแล้ว นักเรียนทำแบบทดสอบ หลังเรียน จำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน เพื่อประเมินผลพัฒนาการเรียนรู้และตรวจคำตอบจากบัตรเฉลย

11. นักเรียนบันทึกคะแนนที่ได้จากแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียนชุดที่ 1 เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า ในแบบบันทึกคะแนน แล้วสรุปผล การประเมินตามเกณฑ์ โดยนักเรียนต้องได้คะแนนในแต่ละแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน ร้อยละ 80 ขึ้นไป ถ้านักเรียนได้คะแนนต่ำกว่า ร้อยละ 80 ให้นักเรียนกลับไปศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 1 อีกครั้ง และถ้านักเรียนได้คะแนน ร้อยละ 80 คะแนนขึ้นไป ให้นักเรียนศึกษาในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดต่อไป







## แบบทดสอบก่อนเรียน

**คำชี้แจง :** ให้นักเรียนอ่านคำถามต่อไปนี้ทีละข้อแล้วกาเครื่องหมาย × ลงในช่องตัวอักษร ก ข ค และ ง ที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. จงพิจารณาข้อความในข้อต่อไปนี้ ข้อใด ไม่ ถูกต้อง
  - ก. แบตเตอรี่รถยนต์ให้ไฟฟ้ากระแสสลับ
  - ข. เซลล์ไฟฟ้าเคมีทุกชนิดให้ไฟฟ้ากระแสตรง
  - ค. เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าได้เมื่อมีความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุด 2 จุด
  - ง. ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี ถ้ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นมาก จะเกิดกระแสไฟฟ้าได้มากด้วย
  
2. ถ้านำแผ่นสังกะสีทั้ง 2 อัน เสียบเข้ากับผลมะนาว แล้วต่อเข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า จะมีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด
  - ก. เกิดเพราะใช้แผ่นสังกะสีขนาดต่างกัน
  - ข. ไม่เกิด เพราะแผ่นสังกะสีมีขนาดเล็กเกินไป
  - ค. เกิด เพราะแผ่นสังกะสีทำปฏิกิริยากับน้ำมะนาวได้
  - ง. ไม่เกิด เพราะใช้โลหะชนิดเดียวกัน ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเท่ากัน

ความต่างศักย์จึง เท่ากันไม่เกิดกระแสไฟฟ้าไหล
  
3. ไฟฟ้ากระแสสลับและไฟฟ้ากระแสตรงจากไดนาโม จะมีค่ามากหรือน้อย ไม่เกี่ยวกับ ข้อใด
  - ก. ความเร็วของขดลวด
  - ข. จำนวนรอบของขดลวด
  - ค. ชนิดของแรงหมุนขดลวด
  - ง. ความเข้มของสนามแม่เหล็ก



4. ไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับนั้นมีความแตกต่างกันในเรื่องใด
- ทิศทางการไหล
  - ความเข้มของแสง
  - แหล่งกำเนิดไฟฟ้า
  - ปริมาณกระแสไฟฟ้า
5. การไหลของกระแสไฟฟ้าเปรียบได้กับการเคลื่อนที่ในข้อใดได้ดีที่สุด
- ควันทไฟ
  - ลมพัดฝุ่น
  - น้ำในแม่น้ำ
  - คลื่นในทะเล
6. ถ้ากระแสไฟฟ้าไหลจากจุด ก ไปยังจุด ข สามารถสรุปได้ตามข้อใด
- จุด ก ศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าจุด ข
  - จุด ข ศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าจุด ก
  - จุด ก มีความต่างศักย์สูงกว่าจุด ข
  - จุด ข มีความต่างศักย์สูงกว่าจุด ก
7. ไฟฟ้าที่เกิดจาก แหล่งกำเนิดในข้อใดเป็นไฟฟ้ากระแสตรง
- ไดนาโม การเหนี่ยวนำ
  - ถ่านไฟฉาย การเหนี่ยวนำ
  - ไดนาโม แบตเตอรี่รถยนต์
  - ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่รถยนต์
8. ในเซลล์ไฟฟ้าเคมีอิเล็กตรอนที่เกิดจากการแตกตัวของสังกะสีมีทิศทางการเคลื่อนที่อย่างไร
- |            |                 |         |
|------------|-----------------|---------|
| ก. สังกะสี | <u>สารละลาย</u> | ทองแดง  |
| ข. สังกะสี | <u>ลวดตัวนำ</u> | ทองแดง  |
| ค. ทองแดง  | <u>สารละลาย</u> | สังกะสี |
| ง. ทองแดง  | <u>ลวดตัวนำ</u> | สังกะสี |

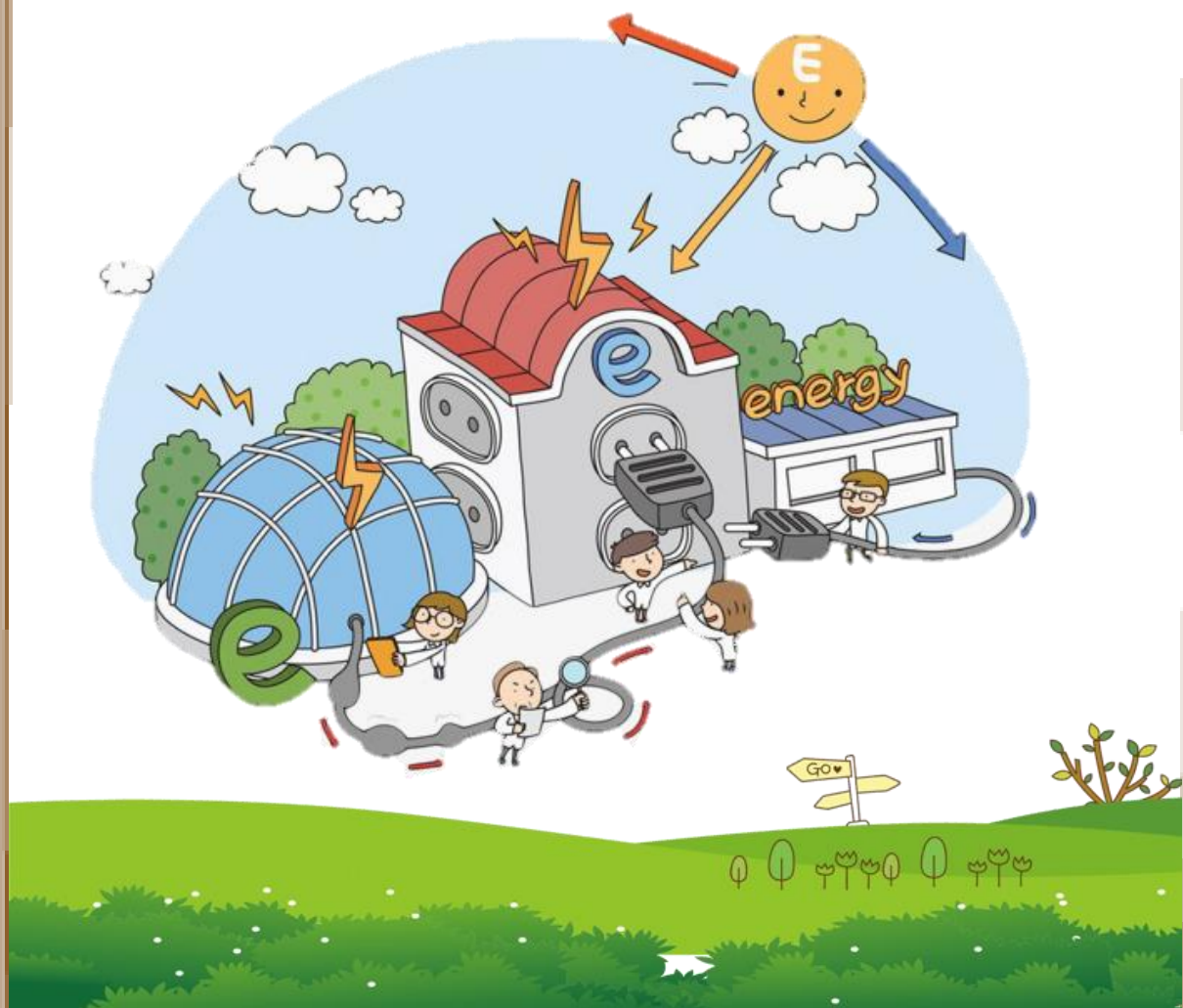


9. เมื่อนำแผ่นโลหะ 2 ชนิดจุ่มลงในสารละลายชนิดหนึ่งแล้วต่อแผ่นโลหะทั้งสองด้วยสายไฟเข้ากับแอมมิเตอร์ ปรากฏว่าเข็มของแอมมิเตอร์ไม่เบน สามารถคาดคะเนได้อย่างไร

- ก. สารละลายที่ใช้เป็นน้ำ
- ข. สารละลายที่ใช้เป็นต่าง
- ค. สารละลายที่ใช้ไม่เป็นกรด
- ง. คาดคะเนไม่ได้

10. กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำ ได้จากอุปกรณ์ชนิดใด

- ก. ไดนาโม
- ข. แบตเตอรี่
- ค. ถ่านไฟฉาย
- ง. โซลาร์เซลล์





## กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน

ชื่อ - นามสกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

คะแนนเต็ม	10
คะแนนที่ได้	



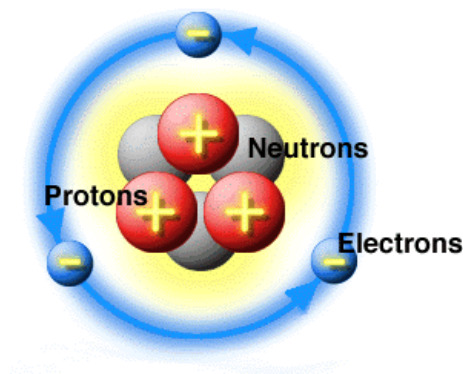




## ประจุไฟฟ้า (charge)



ประจุไฟฟ้าเป็นปริมาณทางไฟฟ้าปริมาณหนึ่งที่กำหนดขึ้น ธรรมชาติของสสารจะประกอบด้วยหน่วยย่อยๆ ที่มีลักษณะและมีสมบัติเหมือนกัน ที่เราเรียกว่า อะตอม (atom) ภายในอะตอม จะประกอบด้วยอนุภาคมูลฐาน 3 ชนิด ได้แก่ โปรตอน (proton) นิวตรอน (neutron) และอิเล็กตรอน (electron) โดยที่ โปรตอนมีประจุไฟฟ้าบวกกับนิวตรอนที่เป็นกลางทางไฟฟ้ารวมกันอยู่เป็นแกนกลางเรียกว่า นิวเคลียส (nucleus) ส่วนอิเล็กตรอนมีประจุไฟฟ้าลบ จะอยู่ รอบ ๆ นิวเคลียสดังภาพ



ภาพที่ 1 : แสดงภาพประจุไฟฟ้า

ที่มา : <https://sites.google.com>

ตามปกติวัตถุจะมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า กล่าวคือจะมีประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้าลบเท่ากัน เนื่องจากในแต่ละอะตอมจะมีจำนวนอนุภาคโปรตอนและอนุภาคอิเล็กตรอนเท่ากันเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ประจุ (Law of Conservation of Charge) เมื่อนำวัตถุสองชนิดมาถูกันจะเกิดการถ่ายเทประจุระหว่างวัตถุทั้งสองชนิด ทำให้วัตถุหนึ่งมีปริมาณประจุบวกมากกว่าประจุลบ จึงมีประจุสุทธิเป็นบวก และวัตถุอีกอันหนึ่งมีปริมาณประจุลบมากกว่าประจุบวก จึงมีประจุสุทธิเป็นลบ หน่วยของประจุไฟฟ้าในระบบ SI เรียกว่า คูลอมบ์ (coulomb) เขียนสัญลักษณ์เป็น C ประจุ 1 คูลอมบ์จะเป็นประจุรวมของอิเล็กตรอน  $6.25 \times 10^{18}$  ตัว หรืออิเล็กตรอนจะมีประจุเท่ากับ  $1.602 \times 10^{-19}$  คูลอมบ์

เราสามารถจำแนกชนิดของวัตถุโดยพิจารณาจากอำนาจทางไฟฟ้า ดังนี้

1. วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า คือ วัตถุที่ไม่แสดงอำนาจทางไฟฟ้า คือไม่ดึงดูดวัตถุใด ๆ เนื่องจากวัตถุมีจำนวนโปรตอน (+) เท่ากับจำนวนอิเล็กตรอน (-) ตัวอย่างได้แก่วัตถุทั่วไป

2. วัตถุที่แสดงอำนาจทางไฟฟ้า คือ วัตถุที่สามารถดึงดูดวัตถุใด ๆ ได้ เนื่องจากวัตถุมีจำนวนโปรตอนไม่เท่ากับจำนวนอิเล็กตรอน ถ้าวัตถุมีจำนวนโปรตอน (+) มากกว่าจำนวนอิเล็กตรอน (-) วัตถุจะแสดงอำนาจไฟฟ้าเป็นบวก และถ้าวัตถุมีจำนวนโปรตอนน้อยกว่าอิเล็กตรอน วัตถุนั้นจะแสดงอำนาจไฟฟ้าเป็นลบ



### การเกิดไฟฟ้า

#### การเกิดไฟฟ้า

ไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง ซึ่งอาจเกิดได้จากหลายสาเหตุเช่น การเสียดสี ปฏิกิริยาทางเคมี ความร้อน เป็นต้น ทั้งนี้ถ้าใช้ลักษณะการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าเป็นเกณฑ์ในการจำแนกชนิดของไฟฟ้า สามารถจำแนกชนิดของไฟฟ้าได้เป็น 2 ชนิด คือไฟฟ้าสถิต และไฟฟ้ากระแส



ภาพที่ 2 : แสดงไฟฟ้าสถิตจากการถ่ายเทประจุในอากาศทำให้เกิดฟ้าผ่า

ที่มา : <http://tnews.teenee.com/etc/132473.html>



### การเกิดไฟฟ้าสถิต

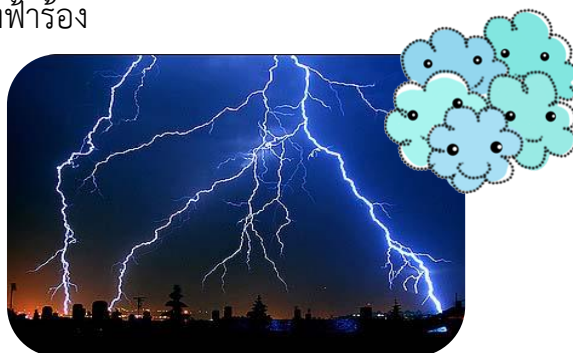
เมื่อมีวัสดุทั้งสองชนิดเป็นฉนวนที่มีการสัมผัสกัน จะมีประจุบางส่วน (Electrons) ถูกถ่ายโอนจากวัสดุฉนวนชิ้นหนึ่งไปสู่วัสดุฉนวนอีกชิ้นหนึ่ง และเมื่อฉนวนทั้งสองชิ้นถูกแยกออกจากกัน ประจุดังกล่าวก็จะไม่สามารถย้อนกลับไปยังวัสดุฉนวนชิ้นเดิมได้ จึงทำให้ประจุดังกล่าว ก็จะสามารถเคลื่อนที่ในวัสดุฉนวนได้ ซึ่งถ้าวัสดุทั้งสองเป็นกลางแล้ว ก็จะเกิดประจุบวกขึ้นในวัสดุฉนวนชิ้นหนึ่งและเกิดประจุลบกับวัสดุอีกชิ้นหนึ่ง



ภาพที่ 3 : แสดงการเกิดไฟฟ้าสถิต

ที่มา : <http://bleach-sro.tk/xekyf/qeha.php>

ปรากฏการณ์ธรรมชาติฟ้าแลบ ฟ้าร้อง และฟ้าผ่า เกิดจากประจุไฟฟ้าสถิตในก้อนเมฆมีจำนวนมากจนสามารถเคลื่อนที่จากเมฆก้อนหนึ่งไปยังอีกก้อนหนึ่ง เมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนองประจุไฟฟ้าในก้อนเมฆจะเกิดการถ่ายเทไปยังอีกก้อนหนึ่งอย่างรวดเร็ว ทำให้เสียดสีกับอากาศจนอากาศร้อนจัด และลูกไหม้เห็นแสงสว่างวาบเป็นทางที่เราเรียกว่า ฟ้าแลบ เมื่ออากาศร้อนจัด จึงขยายตัวและหดตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้อากาศสั่นสะเทือนกลายเป็นเสียงฟ้าร้อง



ภาพที่ 4 : แสดงปรากฏการณ์ธรรมชาติฟ้าแลบ

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

ส่วนการเกิดฟ้าผ่า เกิดจากการถ่ายเทประจุไฟฟ้าระหว่างก้อนเมฆกับพื้นดิน ถ้ามีสิ่งกีดขวางไม่ยอมให้ประจุผ่านไปได้อย่างสะดวก เช่น ต้นไม้บ้าน รถยนต์ คน สัตว์ต่าง ๆ ก็จะทำให้เกิดความร้อนและลุกไหม้เป็นอันตรายอย่างมาก หรือที่เราเรียกกันว่า ฟ้าผ่า ดังนั้นจึงสังเกตได้ว่าตามอาคารสูง ๆ จึงมักติดสายล่อฟ้า ทำด้วยเหล็กกล้ารูปสามง่ามไว้บนยอดสุดของอาคาร เชื่อมต่อกับสายทองแดงลงมาถึงพื้นดินเพื่อถ่ายเทประจุไฟฟ้านำลงสู่พื้นดิน



ภาพที่ 5 : แสดงนักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกัน เบนจามิน แฟรงคลิน

ที่มา : [http://online.benchama.ac.th/science/learning/sci/pra\\_website2/pan5.htm](http://online.benchama.ac.th/science/learning/sci/pra_website2/pan5.htm)

เบนจามิน แฟรงคลิน นักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกัน ได้พิสูจน์ว่า ฟ้าแลบฟ้าร้องเป็นไฟฟ้าสถิตอย่างหนึ่ง ในปี พ.ศ. 2295 เขาได้ทดลองปล่อยวาวขึ้นท่ามกลางพายุในฟ้าคะนอง เขาพบว่าไฟฟ้าไหลลงมาตามสายป่านที่เปียกฝน ก่อให้เกิดประกายไฟที่ลูกกุญแจโลหะที่แขวนไว้ใกล้ปลายสายป่าน การทดลองนี้มีอันตรายมากอาจถึงแก่ชีวิต โชคดีที่แฟรงคลินรอดชีวิตมาได้ ผู้ทดลองแบบเดียวกันในปีต่อมาถูกฟ้าผ่าเสียชีวิต การทดลองของแฟรงคลินก่อให้เกิดการประดิษฐ์สายล่อฟ้าเพื่อ ป้องกันฟ้าผ่าในเวลาต่อมา

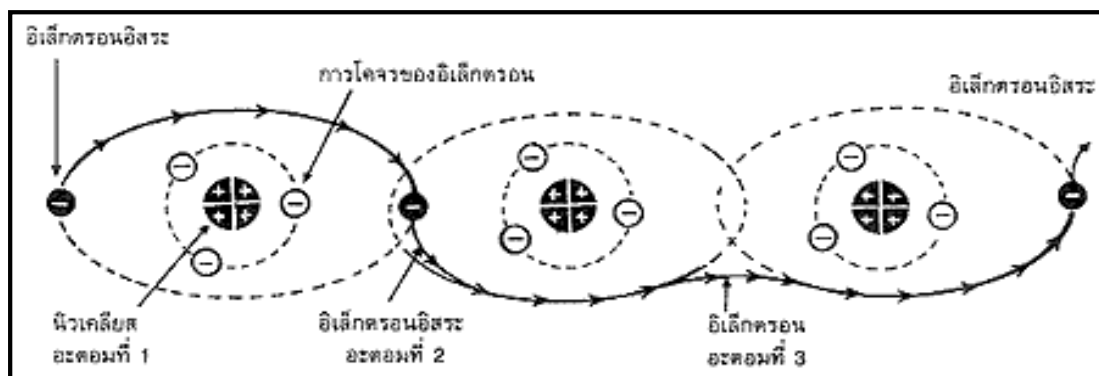


### ไฟฟ้ากระแส

ปัจจุบันแหล่งที่ให้พลังงานไฟฟ้ามีมากมายหลายแหล่ง ตั้งแต่ขนาดเล็กไปจนถึงแหล่งขนาดใหญ่มาก แหล่งพลังงานไฟฟ้าที่นำไปใช้ในกิจการต่าง ๆ ได้สะดวกและใช้กันอย่างแพร่หลายในชีวิตประจำวัน ได้แก่ ถ่ายไฟฉายและแบตเตอรี่ต่าง ๆ ที่เป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากปฏิกิริยาเคมีสำหรับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตามอาคารบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ส่วนใหญ่มาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ ซึ่งผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้วิธีการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า นักเรียนได้เรียนรู้โครงสร้างอะตอมมาแล้วว่า อะตอมมีอิเล็กตรอนโคจรรอบ ๆ นิวเคลียสเป็นวง ๆ อิเล็กตรอนที่อยู่วงนอกสุดเรียกว่า



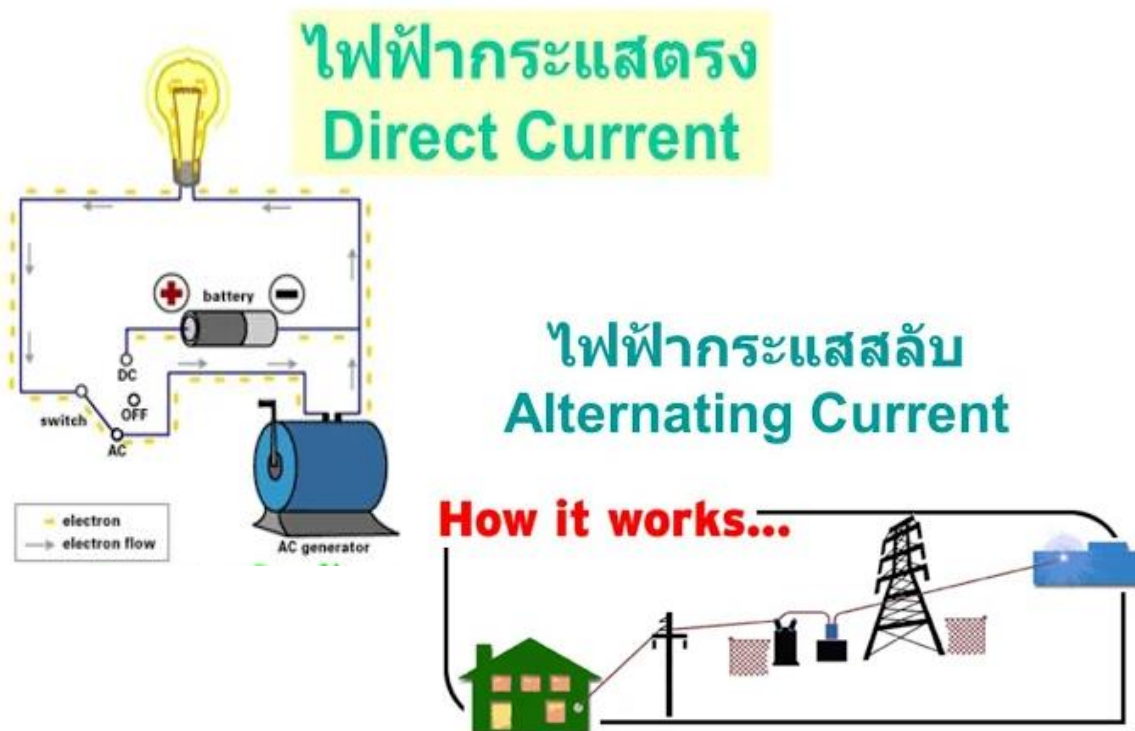
อิเล็กตรอนอิสระ และถ้าอิเล็กตรอนที่อยู่วงนอกนี้ได้รับพลังงานก็จะทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปอยู่ในอะตอมที่ถัดไป ทำให้เกิดการไหลของอิเล็กตรอน พลังงานที่จะทำให้อิเล็กตรอนในวัตถุตัวนำไหลได้คือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งจะทำหน้าที่ทั้งการรับและจ่ายอิเล็กตรอน ซึ่งเราเรียกว่า ขั้วไฟฟ้า โดยกำหนดไว้ว่าขั้วที่รับอิเล็กตรอนเรียกว่าขั้วบวก ขั้วที่จ่ายอิเล็กตรอนเรียกว่าขั้วลบ



ภาพที่ 6 : แสดงการไหลของอิเล็กตรอน

ที่มา : <https://sites.google.com/site/>

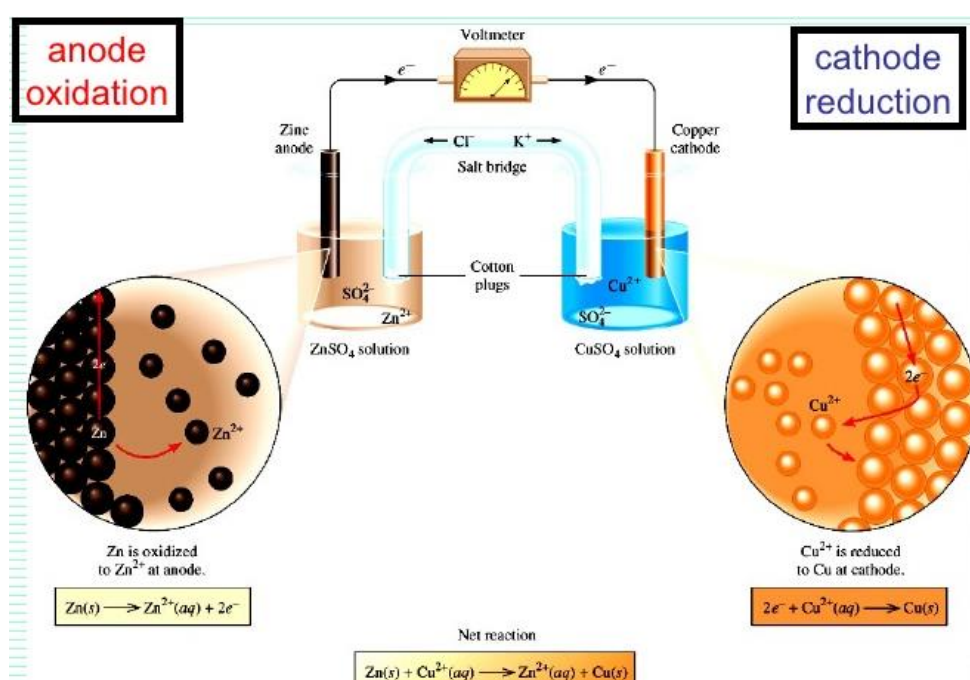
การไหลของอิเล็กตรอนทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าจะมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ กระแสไฟฟ้าตรงและกระแสไฟฟ้าสลับ





## เซลล์ไฟฟ้าเคมี

เซลล์ไฟฟ้าเคมี (Electric cell) เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นภายในเซลล์แล้วกระแสไฟฟ้า ตัวอย่างของเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่นักเรียนคุ้นเคยมากที่สุด คือ ถ่านไฟฉายและแบตเตอรี่รถยนต์ส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์ไฟฟ้าเคมี คือ ขั้วไฟฟ้าทั้งสอง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโลหะนำไฟฟ้า และอิเล็กโทรไลต์ซึ่งเป็นสารละลายที่นำไฟฟ้าได้



ภาพที่ 7 : แสดงเซลล์ไฟฟ้าเคมี

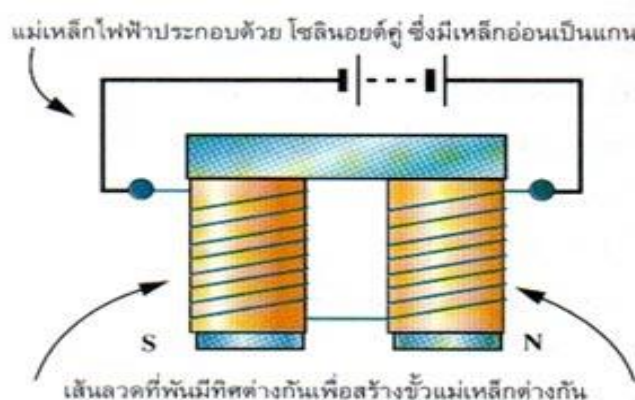
ที่มา : <https://www.youtube.com/watch?v=MY-3OSXaAeg>

เซลล์ไฟฟ้าเคมีแบ่งได้ 2 ประเภท คือ เซลล์ปฐมภูมิ (Primary cell) และเซลล์ทุติยภูมิ (Secondary cell) เซลล์ปฐมภูมิเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่ให้กระแสตรงเมื่อสร้างเสร็จสามารถนำไปใช้ได้ทันที เช่น ถ่านไฟฉาย ส่วนเซลล์ทุติยภูมิเป็นเซลล์ไฟฟ้าสร้างขึ้นแล้วต้องนำไปประจุไฟฟ้าเสียก่อนจึงจ่ายไฟได้ เมื่อจ่ายไฟหมดนำมาประจุไฟใหม่ใช้ได้อีกโดยไม่ต้องเปลี่ยนส่วนประกอบภายใน และเพื่อให้มีกระแสไฟฟ้ามากจะต้องใช้เซลล์หลายแผ่นต่อกันแบบขนาน แต่ถ้าต้องการใช้แรงดันกระแสไฟฟ้าสูงขึ้นก็ต้องใช้เซลล์หลายๆแผ่นแบบอนุกรม เซลล์ไฟฟ้าแบบนี้มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า สตอเรจเซลล์หรือสตอเรจแบตเตอรี่ (Storage Battery) เช่น เซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว



## กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าที่ได้มาจากพลังงานแม่เหล็กโดยวิธีการใช้ลวดตัวนำไฟฟ้าตัดผ่านสนามแม่เหล็ก หรือการนำสนามแม่เหล็กวิ่งตัดผ่านลวดตัวนำอย่างใดอย่างหนึ่ง ทั้งสองวิธีนี้จะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลในตัวนำนั้น กระแสที่ผลิตได้มีทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ



ภาพที่ 8 : แสดงกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

ที่มา : <https://sites.google.com/site/physicsfunny001/mae-helk-fifa>

ในขณะที่แท่งแม่เหล็กมีการเคลื่อนที่เท่ากับว่า สนามแม่เหล็กที่แผ่ออกมารอบๆ แท่งแม่เหล็กมีการเคลื่อนที่ด้วย และแนวของสนามแม่เหล็กนี้จะเคลื่อนที่ตัดกับแนวของขดลวดที่พันรอบแกนกระบอกหรือเราอาจจะเข้าใจง่ายกว่าถ้าอธิบายว่าเมื่อแท่งแม่เหล็กอยู่นิ่ง ๆ แล้วเราดึงหรือผลักให้ขดลวดเคลื่อนที่ไปขดลวดตัวนำนี้จะเคลื่อนที่ตัดกับแนวสนามแม่เหล็กที่แผ่ออกมารอบๆ แท่งแม่เหล็ก ผลที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านวงจร กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กนี้เรียกว่า

กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ โดยที่ทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าจะแตกต่างกัน ถ้าทิศทางการเคลื่อนที่ของขดลวดแตกต่างกันถ้าทำให้ขดลวดเคลื่อนที่กลับไปกลับมาต่อเนื่องกันไป ก็จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลกลับไปกลับมาต่อเนื่องกันเช่นกัน เราเรียกกระแสไฟฟ้าแบบนี้ว่า กระแสสลับ (Alternating current) หรือเรียกว่า กระแส AC ซึ่งแตกต่างกับกระแสไฟฟ้าจากเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ให้กระแสไฟฟ้าไหลทางเดียวตลอดเวลา ซึ่งจะเรียกว่า กระแสตรง (Direct current) หรือเรียกว่า กระแส DC การเกิดกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดเมื่อขดลวดเคลื่อนที่ตัดสนามแม่เหล็กนี้ ค้นพบ ครั้งแรกโดยไมเคิล ฟาราเดย์ ในปี พ.ศ. 2374 และหลักการนี้เองที่ได้นำมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าที่เราใช้กันอยู่ในปัจจุบัน เครื่องอุปกรณ์ที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าแบบนี้เราเรียกว่า ไดนาโม (Dynamo)



## เซลล์สุริยะ

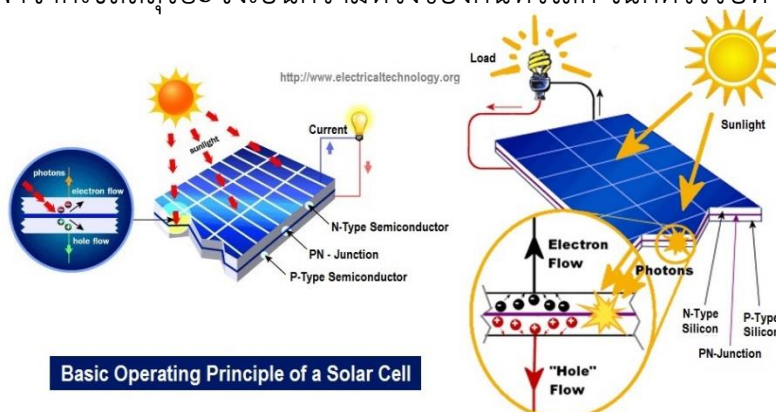
เซลล์สุริยะ (Solar Cell) เป็นสิ่งประดิษฐ์กรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการนำสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิกอน ซึ่งมีราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนพื้นโลกมาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อผลิตให้เป็นแผ่นบางบริสุทธิ์และทันทีที่แสงตกกระทบบนแผ่นเซลล์ รังสีของแสงที่มีอนุภาคของพลังงานประกอบที่เรียกว่า โฟตอน (Photon) จะถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอน (Electron) ในสารกึ่งตัวนำจนมีพลังงานมากพอที่จะกระโดดออกมาจากแรงดึงดูดของอะตอม (atom) และเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ดังนั้นเมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ครบวงจรจะทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรงขึ้น เมื่อพิจารณาลักษณะการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์สุริยะพบว่า เซลล์สุริยะจะมีประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าสูงที่สุดในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งสอดคล้องและเหมาะสมในการนำเซลล์สุริยะมาใช้ผลิตไฟฟ้า เพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวันการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์สุริยะมีจุดเด่นที่สำคัญแตกต่างจากวิธีอื่นหลายประการดังต่อไปนี้

1. ไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวในขณะที่ใช้งาน จึงทำให้ไม่มีมลภาวะทางเสียง
2. ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะเป็นพิษจากกระบวนการผลิตไฟฟ้า
3. มีการบำรุงรักษาน้อยมากและใช้งานแบบอัตโนมัติได้ง่าย
4. ประสิทธิภาพคงที่ไม่ขึ้นกับขนาด
5. สามารถผลิตเป็นแผงขนาดต่าง ๆ ได้ง่าย ทำให้สามารถผลิตได้ปริมาณมาก
6. ผลิตไฟฟ้าได้แม้มีแสงแดดอ่อนหรือมีเมฆ
7. เป็นการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้มาฟรีและมีไม่สิ้นสุด
8. ผลิตไฟฟ้าได้ทุกมุมโลกแม้บนเกาะเล็กๆ กลางทะเล บนยอดเขาสูง และใน

อวกาศ

9. ได้พลังงานไฟฟ้าโดยตรงซึ่งเป็นพลังงานที่นำมาใช้ได้สะดวกที่สุด

ดังนั้น ไฟฟ้าจากเซลล์สุริยะจึงเป็นความหวังของคนทั่วโลก ในศตวรรษที่ 21 ที่จะมีมาถึงในอีกไม่นาน





### ประวัติความเป็นมาของเซลล์สุริยะ

เซลล์สุริยะถูกสร้างขึ้นมาครั้งแรกในปี ค.ศ. 1954 (พ.ศ. 2497) โดย แชปบิน (Chapin) ฟูลเลอร์ (Fuller) และเพียร์สัน (Pearson) แห่งเบลล์เทเลโฟน (Bell Telephone) โดยทั้ง 3 ท่านนี้ได้ค้นพบเทคโนโลยีการสร้างรอยต่อ พี-เอ็น (P-N) แบบใหม่ โดยวิธีการแพร่สารเข้าไปในผลึกของซิลิกอนจนได้เซลล์สุริยะอันแรกของโลก ซึ่งมีประสิทธิภาพเพียง 6% ซึ่งปัจจุบันนี้เซลล์สุริยะได้ถูกพัฒนาขึ้นจนมีประสิทธิภาพสูงกว่า 15% แล้ว ในระยะแรกเซลล์สุริยะส่วนใหญ่จะใช้สำหรับโครงการด้านอวกาศดาวเทียมหรือยานอวกาศที่ส่งจากพื้นโลกไปโคจรในอวกาศ ก็ใช้แผงเซลล์สุริยะเป็นแหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้า ต่อมาจึงได้มีการนำเอาแผงเซลล์สุริยะมาใช้บนพื้นโลกเช่นในปัจจุบันนี้ เซลล์สุริยะในยุคแรกๆ ส่วนใหญ่จะมีสีเทาดำแต่ในปัจจุบันนี้ได้มีการพัฒนาให้เซลล์สุริยะมีสีต่าง ๆ กันไป เช่น แดง น้ำเงิน เขียว ทอง เป็นต้น เพื่อความสวยงามประเภทของ “เซลล์สุริยะ” เซลล์สุริยะที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. กลุ่มเซลล์สุริยะที่ทำจากสารกึ่งตัวนำประเภทซิลิคอน จะแบ่งตามลักษณะของผลึกที่เกิดขึ้น คือ แบบที่เป็น รูปผลึก (Crystal) และแบบที่ไม่เป็นรูปผลึก (Amorphous) แบบที่เป็นรูปผลึก จะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอน (Single Crystalline Silicon Solar Cell) และ ชนิดผลึกรวมซิลิคอน (Poly Crystalline Silicon Solar Cell) แบบที่ไม่เป็นรูปผลึก คือชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous Silicon Solar Cell)

2. กลุ่มเซลล์สุริยะที่ทำจากสารประกอบที่ไม่ใช่ซิลิคอน ซึ่งประเภทนี้ จะเป็นเซลล์สุริยะที่มีประสิทธิภาพสูงถึง 25% ขึ้นไป แต่มีราคาสูงมาก ไม่นิยมนำมาใช้บนพื้นโลก จึงใช้งานสำหรับดาวเทียมและระบบรวมแสงเป็นส่วนใหญ่ แต่การพัฒนาขบวนการผลิตสมัยใหม่จะทำให้มีราคาถูกลง และนำมาใช้มากขึ้นในอนาคต (ปัจจุบันนำมาใช้เพียง 7 % ของปริมาณที่มีใช้ทั้งหมด) การผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์สุริยะการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์สุริยะ แบ่งออกเป็น 3 ระบบ คือการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์สุริยะแบบอิสระ (PV Stand alone system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ได้รับการออกแบบสำหรับใช้งานในพื้นที่ชนบทที่ไม่มีระบบสายส่งไฟฟ้า อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์สุริยะ อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ และอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบอิสระการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์สุริยะแบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid connected system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ เข้าสู่ระบบสายส่งไฟฟ้าโดยตรง ใช้ผลิตไฟฟ้าในเขตเมือง หรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึง อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์สุริยะ อุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็น

ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์สุริยะแบบผสมผสาน (PV Hybrid system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกรออกแบบสำหรับทำงานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าอื่น ๆ เช่น ระบบเซลล์สุริยะกับพลังงานลม และเครื่องยนต์ดีเซล ระบบเซลล์สุริยะกับพลังงานลม และไฟฟ้าพลังน้ำเป็นต้น โดยรูปแบบระบบจะขึ้นอยู่กับ การออกแบบตามวัตถุประสงค์โครงการเป็นกรณีเฉพาะคุณสมบัติและตัวแปรที่สำคัญของ เซลล์สุริยะ ตัวแปรที่สำคัญที่มีส่วนทำให้เซลล์สุริยะมีประสิทธิภาพการทำงานในแต่ละ พื้นที่ต่างกัน และมีความสำคัญในการพิจารณานำไปใช้ในแต่ละพื้นที่ที่ตลอดจนการนำไป คำนวณระบบหรือคำนวณจำนวนแผงแสงอาทิตย์ที่ต้องใช้ในแต่ละพื้นที่ มีดังนี้

1. ความเข้มของแสง กระแสไฟ (Current) จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มของ แสงหมายความว่าเมื่อความเข้มของแสงสูง กระแสที่ได้จากเซลล์สุริยะก็จะสูงขึ้น ในขณะที่ แรงดันไฟฟ้าหรือโวลต์แทบจะไม่แปรไปตามความเข้มของแสงมากนัก ความเข้มของแสงที่ ใช้วัดเป็นมาตรฐานคือความเข้มของแสงที่วัดบนพื้นโลกในสภาพอากาศปลอดโปร่ง ปราศจากเมฆหมอกและวัดที่ระดับน้ำทะเลในสภาพที่แสงอาทิตย์ตั้งฉากกับพื้นโลก

2. อุณหภูมิ กระแสไฟ (Current) จะไม่แปรตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป ในขณะที่ แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วทุก ๆ 1 องศาที่เพิ่มขึ้น จะทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลง 0.5% และในกรณีของแผงเซลล์สุริยะมาตรฐานที่ใช้กำหนด ประสิทธิภาพของแผงแสงอาทิตย์คือ ณ อุณหภูมิ 25 องศา C เช่น กำหนดไว้ว่าแผง แสงอาทิตย์มีแรงดันไฟฟ้าที่วงจรเปิด (Open Circuit Voltage หรือ  $V_{oc}$ ) ที่ 21 V ณ อุณหภูมิ 25 องศา C ก็จะหมายความว่าแรงดันไฟฟ้าที่จะได้จากแผงแสงอาทิตย์ เมื่อยัง ไม่ได้ต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า ณ อุณหภูมิ 25 องศา C จะเท่ากับ 21 V ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 25 องศา C เช่น อุณหภูมิ 30 องศา C จะทำให้แรงดันไฟฟ้าของแผงแสงอาทิตย์ลดลง 2.5% ( $0.5\% \times 5$  องศา C) นั่นคือ แรงดันของแผงแสงอาทิตย์ที่  $V_{oc}$  จะลดลง 0.525 V ( $21\text{ V} \times 2.5\%$ ) เหลือเพียง 20.475 V (21V)





## บัตรกิจกรรม เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี

กลุ่มที่.....ชั้น.....

### สมาชิกกลุ่ม

1..... ประธาน 5.....  
 2..... เลขา 6.....  
 3..... 7.....  
 4..... 8.....

### วัตถุประสงค์

1. ต่วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้
2. สรุปการเปลี่ยนรูปพลังงานในเซลล์ไฟฟ้าเคมีได้
3. สรุปผลการเกิดกระแสไฟฟ้าได้
4. อธิบายหลักการของเซลล์ไฟฟ้าเคมีได้

### วัสดุ- อุปกรณ์

1. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า 1 ตัว
2. ถ่านไฟฉายขนาดใหญ่ 1 ก้อน
3. แผ่นทองแดงขนาด 2 cm 7 cm 1 แผ่น
4. แผ่นสังกะสีขนาด 2 cm 7 cm 1 แผ่น
5. กระดาษทราย 1 แผ่น
6. ปีกเกอร์ ขนาด 100 cm<sup>3</sup> 1 ใบ
7. กรดซัลฟิวริกเจือจาง 50 cm<sup>3</sup>
8. สายไฟต่อกับปากหนีบจะเข้ 2 เส้น
9. ใบความรู้ เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 ใบ
10. ใบกิจกรรม เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมี

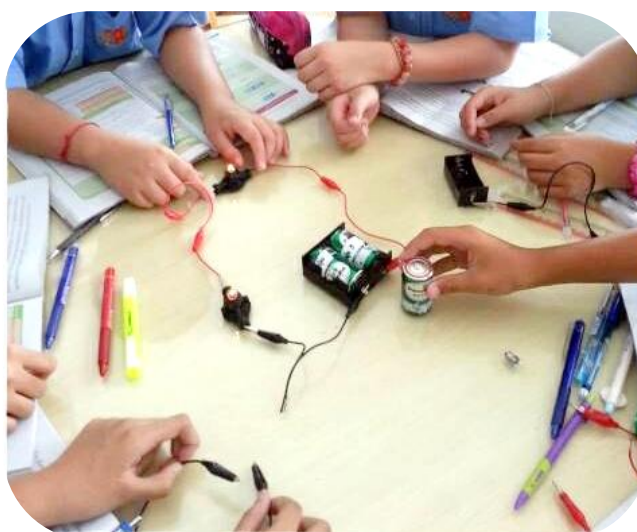
**หมายเหตุ** อุปกรณ์การทดลองสามารถดัดแปลงได้ขึ้นอยู่กับความพร้อมทางด้านอุปกรณ์การทดลอง





### วิธีการปฏิบัติกิจกรรม

1. นักเรียนต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าเข้ากับถ่านไฟฉาย 1 ก้อน สังเกตและบันทึกผล
2. ขัดแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสี ด้วยกระดาษทรายให้สะอาด แล้วจุ่มลงในสารละลายกรดซัลฟิวริก สังเกตการเบนเข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าและบันทึกผล
3. ต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้ากับปลายของโลหะทั้งสอง สังเกตการเปลี่ยนแปลงของแผ่นโลหะในบีกเกอร์ การเบนเข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าและบันทึกผล
4. ยกแผ่นโลหะแผ่นใดแผ่นหนึ่งออก สังเกตและบันทึกผล





## เฉลยบัตรกิจกรรม เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี

### วัตถุประสงค์

1. ต่วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้
2. สรุปการเปลี่ยนรูปพลังงานในเซลล์ไฟฟ้าเคมีได้
3. สรุปผลการเกิดกระแสไฟฟ้าได้
4. อธิบายหลักการของเซลล์ไฟฟ้าเคมีได้

### วัสดุ - อุปกรณ์

1. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า 1 ตัว
2. ถ่านไฟฉายขนาดใหญ่ 1 ก้อน
3. แผ่นทองแดงขนาด 2 cm 7 cm 1 แผ่น
4. แผ่นสังกะสีขนาด 2 cm 7 cm 1 แผ่น
5. กระดาษทราย 1 แผ่น
6. ปีกเกอร์ ขนาด 100 cm<sup>3</sup> 1 ใบ
7. กรดซัลฟิวริกเจือจาง 50 cm<sup>3</sup>
8. สายไฟต่อกับปากหนีบจระเข้ 2 เส้น
9. ใบความรู้ เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 ใบ
10. ใบกิจกรรม เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมี

**หมายเหตุ** อุปกรณ์การทดลองสามารถดัดแปลงได้ขึ้นอยู่กับความพร้อมทางด้านอุปกรณ์การทดลอง

### วิธีการปฏิบัติกิจกรรม

1. นักเรียนต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าเข้ากับถ่านไฟฉาย 1 ก้อน สังเกตและบันทึกผล
2. ขัดแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสี ด้วยกระดาษทรายให้สะอาด แล้วจุ่มลงในสารละลายกรดซัลฟิวริก สังเกตการเบนเข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าและบันทึกผล
3. ต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้ากับปลายของโลหะทั้งสอง สังเกตการเปลี่ยนแปลงของแผ่นโลหะในปีกเกอร์ การเบนเข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าและบันทึกผล
4. ยกแผ่นโลหะแผ่นใดแผ่นหนึ่งออก สังเกตและบันทึกผล





### ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

วิธีการทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	
	แผ่นโลหะในบีกเกอร์	เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า
1. ต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้ากับถ่านไฟฉาย 2 ก้อน	-	เข็มกระดิก
2. จุ่มแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีลงในสารละลายกรดซัลฟิวริก	แผ่นสังกะสีเปลี่ยนเป็นสีดำและเกิดฟองก๊าซ	- -
3 ต่อสายไฟจากแผ่นโลหะทั้งสองกับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า	แผ่นสังกะสีเปลี่ยนเป็นสีดำและเกิดฟองก๊าซ	เข็มกระดิก

### คำถามหลังการทดลอง

- เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น นักเรียนจะทราบได้อย่างไร

**ตอบ** เกิดฟองก๊าซ เกิดตะกอน ร้อนขึ้น เย็นลง

- เมื่อสลับที่ของแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีที่จุ่มในกรดซัลฟิวริก จะมีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นหรือไม่ ทราบได้อย่างไร

**ตอบ** มีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น สังเกตจาก การกระดิกของเข็มเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า

- เมื่อใช้แผ่นโลหะที่เหมือนกันสองแผ่นจุ่มในกรดซัลฟิวริกจะเกิดกระแสไฟฟ้าหรือไม่ ทราบได้อย่างไร

**ตอบ** ไม่เกิดกระแสไฟฟ้า สังเกตจากเข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าไม่กระดิก

### สรุปผลการทำกิจกรรม

เมื่อจุ่มแผ่นทองแดงและสังกะสีลงในสารละลายกรดซัลฟิวริก มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น สังเกตได้จากแผ่นสังกะสีเป็นสีดำและเกิดฟองก๊าซ เมื่อต่อขั้วทั้งสองกับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าให้ครบวงจร เข็มกระดิก มีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น เซลล์ไฟฟ้าเคมีมีการเปลี่ยนรูปพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า





## แบบฝึกหัด เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า

**คำชี้แจง :** โปรดพิจารณาว่าข้อความต่อไปนี้กล่าวถูกหรือกล่าวผิดโดยทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่กล่าวถูก และทำเครื่องหมาย × หน้าข้อความที่กล่าวผิด พร้อมทั้งแก้ไขข้อความที่ผิดให้ถูกต้อง

- .....1. อิเล็กตรอนเป็นอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเป็นบวก
- .....2. อะตอมมีอิเล็กตรอนโคจรรอบ ๆ นิวเคลียสเป็นวง ๆ
- .....3. อิเล็กตรอนที่อยู่วงนอกสุดเรียกว่าอิเล็กตรอนอิสระ
- .....4. ถ้าอิเล็กตรอนที่อยู่วงนอกได้รับพลังงาน จะทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปอยู่ในอะตอมที่ถัดไป
- .....5. ขั้วที่รับอิเล็กตรอนเรียกว่า ขั้วลบ
- .....6. ขั้วที่จ่ายอิเล็กตรอนเรียกว่า ขั้วบวก
- .....7. เซลล์ไฟฟ้าเคมีแบ่งได้ 2 ประเภท คือ เซลล์ปฐมภูมิ และเซลล์ทุติยภูมิ
- .....8. เซลล์ทุติยภูมิ เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่สามารถใช้งานได้ทันทีเมื่อนำมาต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าและเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าหมด จะไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้
- .....9. ถ่านไฟฉาย เป็นเซลล์ปฐมภูมิ
- .....10. ไดนาโมเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล โดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า

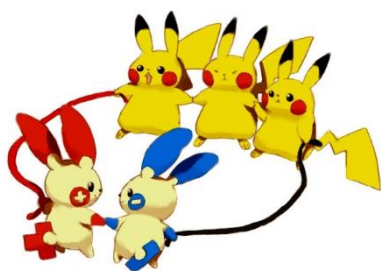




## แบบทดสอบหลังเรียน

**คำชี้แจง :** ให้นักเรียนอ่านคำถามต่อไปนี้ทีละข้อแล้วกาเครื่องหมาย × ลงในช่องตัวอักษร ก ข ค และ ง ที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. ถ้านำแผ่นสังกะสีทั้ง 2 อัน เสียบเข้ากับผลมะนาว แล้วต่อเข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า จะมีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด
  - ก. เกิดเพราะใช้แผ่นสังกะสีขนาดต่างกัน
  - ข. ไม่เกิด เพราะแผ่นสังกะสีมีขนาดเล็กเกินไป
  - ค. เกิด เพราะแผ่นสังกะสีทำปฏิกิริยากับน้ำมะนาวได้
  - ง. ไม่เกิด เพราะใช้โลหะชนิดเดียวกัน ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเท่ากัน ความต่างศักย์จึงเท่ากันไม่เกิดกระแสไฟฟ้าไหล
2. จงพิจารณาข้อความในข้อต่อไปนี้ ข้อใด ไม่ถูกต้อง
  - ก. แบตเตอรี่รถยนต์ให้ไฟฟ้ากระแสสลับ
  - ข. เซลล์ไฟฟ้าเคมีทุกชนิดให้ไฟฟ้ากระแสตรง
  - ค. เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าได้เมื่อมีความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุด 2 จุด
  - ง. ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี ถ้ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นมาก จะเกิดกระแสไฟฟ้าได้มากด้วย
3. ไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับนั้นมีความแตกต่างกันในเรื่องใด
  - ก. ทิศทางการไหล
  - ข. ความเข้มของแสง
  - ค. แหล่งกำเนิดไฟฟ้า
  - ง. ปริมาณกระแสไฟฟ้า



4. ไฟฟ้ากระแสสลับและไฟฟ้ากระแสตรงจากไดนาโม จะมีค่ามากหรือน้อย ไม่เกี่ยวกับข้อใด

- ก. ความเร็วของขดลวด
- ข. จำนวนรอบของขดลวด
- ค. ชนิดของแรงหมุนขดลวด
- ง. ความเข้มของสนามแม่เหล็ก



5. ถ้ากระแสไฟฟ้าไหลจากจุด ก ไปยังจุด ข สามารถสรุปได้ตามข้อใด

- ก. จุด ก ศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าจุด ข
- ข. จุด ข ศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าจุด ก
- ค. จุด ก มีความต่างศักย์สูงกว่าจุด ข
- ง. จุด ข มีความต่างศักย์สูงกว่าจุด ก



6. การไหลของกระแสไฟฟ้าเปรียบได้กับการเคลื่อนที่ในข้อใดได้ดีที่สุด

- ก. คิวบ์ไฟ
- ข. ลมพัดฝุ่น
- ค. น้ำในแม่น้ำ
- ง. คลื่นในทะเล



7. ในเซลล์ไฟฟ้าเคมีอิเล็กตรอนที่เกิดจากการแตกตัวของสังกะสีมีทิศทางการเคลื่อนที่อย่างไร

- ก. สังกะสี  $\xrightarrow{\text{สารละลาย}}$  ทองแดง
- ข. สังกะสี  $\xrightarrow{\text{ลวดตัวนำ}}$  ทองแดง
- ค. ทองแดง  $\xrightarrow{\text{สารละลาย}}$  สังกะสี
- ง. ทองแดง  $\xrightarrow{\text{ลวดตัวนำ}}$  สังกะสี



8. ไฟฟ้าที่เกิดจาก แหล่งกำเนิดในข้อใดเป็นไฟฟ้ากระแสตรง

- ก. ไดนาโม การเหนี่ยวนำ
- ข. ถ่านไฟฉาย การเหนี่ยวนำ
- ค. ไดนาโม แบตเตอรี่รถยนต์
- ง. ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่รถยนต์



9. กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำ ได้จากอุปกรณ์ชนิดใด

- ก. ไดนาโม
- ข. แบตเตอรี่
- ค. ถ่านไฟฉาย
- ง. โซลาร์เซลล์



10. เมื่อนำแผ่นโลหะ 2 ชนิดจุ่มลงในสารละลายชนิดหนึ่งแล้วต่อแผ่นโลหะทั้งสองด้วยสายไฟเข้ากับแบตเตอรี่ ปรากฏว่าเข็มของแอมมิเตอร์ไม่เบน สามารถคาดคะเนได้อย่างไร

- ก. สารละลายที่ใช้เป็นน้ำ
- ข. สารละลายที่ใช้เป็นด่าง
- ค. สารละลายที่ใช้ไม่เป็นกรด
- ง. คาดคะเนไม่ได้







## กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน

ชื่อ - นามสกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

คะแนนเต็ม	10
คะแนนที่ได้	





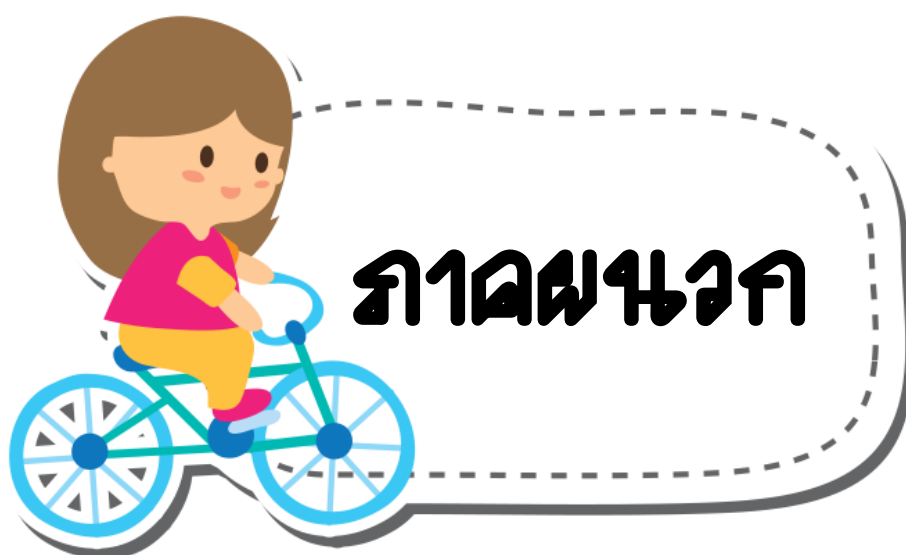
### แบบบันทึกคะแนนชุดที่ 1 เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า

เครื่องมือ	คะแนน		ร้อยละ	ผลการประเมิน	
	เต็ม	ได้		ผ่าน	ไม่ผ่าน
แบบฝึกหัด					
แบบทดสอบหลังเรียนชุดที่ 1					
รวม					

เกณฑ์การผ่าน :

ต้องได้คะแนนในแต่ละแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน ร้อยละ 80 ขึ้นไป







เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน  
ชุดที่ 1 เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า

แบบทดสอบก่อนเรียน										
ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
คำตอบ	ก	ง	ค	ก	ค	ก	ง	ข	ค	ก

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน  
ชุดที่ 1 เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า



แบบทดสอบหลังเรียน										
ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
คำตอบ	ง	ก	ก	ค	ก	ค	ข	ง	ก	ค





## เฉลยแบบฝึกหัด เรื่อง ชนิดของไฟฟ้า

คำชี้แจง : โปรดพิจารณาว่าข้อความต่อไปนี้กล่าวถูกหรือกล่าวผิดโดยทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่กล่าวถูก และทำเครื่องหมาย × หน้าข้อความที่กล่าวผิด พร้อมทั้งแก้ไขข้อความที่ผิดให้ถูกต้อง

.....x.....1. อิเล็กตรอนเป็นอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเป็นบวก

แก้ไขคำตอบ อิเล็กตรอนเป็นอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเป็นลบ

.....✓.....2. อะตอมมีอิเล็กตรอนโคจรรอบ ๆ นิวเคลียสเป็นวง ๆ

.....✓.....3. อิเล็กตรอนที่อยู่วงนอกสุดเรียกว่าอิเล็กตรอนอิสระ

.....✓.....4. ถ้าอิเล็กตรอนที่อยู่วงนอกได้รับพลังงาน จะทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปอยู่ในอะตอมที่ถัดไป

.....x.....5. ขั้วที่รับอิเล็กตรอนเรียกว่า ขั้วลบ

แก้ไขคำตอบ ขั้วที่รับอิเล็กตรอนเรียกว่า ขั้วบวก

.....x.....6. ขั้วที่จ่ายอิเล็กตรอนเรียกว่า ขั้วบวก

แก้ไขคำตอบ ขั้วที่จ่ายอิเล็กตรอนเรียกว่า ขั้วลบ

.....✓.....7. เซลล์ไฟฟ้าเคมีแบ่งได้ 2 ประเภท คือ เซลล์ปฐมภูมิ และเซลล์ทุติยภูมิ

.....x.....8. เซลล์ทุติยภูมิ เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่สามารถใช้งานได้ทันทีเมื่อนำมาต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าและเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าหมด จะไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

แก้ไขคำตอบ เซลล์ปฐมภูมิ เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่สามารถใช้งานได้ทันทีเมื่อนำมาต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าและเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าหมด จะไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

.....✓.....9. ถ่านไฟฉาย เป็นเซลล์ปฐมภูมิ

.....x.....10. ไดนาโมเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล โดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า

แก้ไขคำตอบ ไดนาโมเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า





## เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2551.

กระทรวงศึกษาธิการ. การวัดและประเมินผลอิงมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์, 2551.

บัญชา แสงทวิและคณะ. คู่มือครูแผนจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2551.

ประดับ นาคแก้วและคณะ. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แม็คจำกัด, 2551.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์และคณะ. ชุดกิจกรรมพัฒนาการคิด วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2551

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1. กรุงเทพฯ : สกสศ. ลาดพร้าว, 2551.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ. การวัดผล ประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด, 2555.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1. กรุงเทพฯ : สกสศ. ลาดพร้าว, 2557

