

เอกสารประกอบการเรียนการสอน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์
เรื่อง ไฟฟ้ากระแส
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



เล่มที่ 1
เรื่อง กระแสไฟฟ้า



นายไพรัตน์ เนียมประเสริฐ
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ
โรงเรียนโชคชัยสามัคคี
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 31

คำนำ

เอกสารประกอบการเรียนการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง กระแสไฟฟ้า ได้จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ผู้จัดทำได้รวบรวมเนื้อหาเกี่ยวกับการนำไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า ในตัวนำไฟฟ้า ซึ่งเอกสารประกอบการเรียนการสอนมีทั้งหมด 7 เล่ม ประกอบด้วย

- เล่มที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้า
- เล่มที่ 2 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์
- เล่มที่ 3 เรื่อง พลังงานในวงจรไฟฟ้า
- เล่มที่ 4 เรื่อง การต่อตัวต้านทานและแบตเตอรี่
- เล่มที่ 5 เรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น
- เล่มที่ 6 เรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้า
- เล่มที่ 7 เรื่อง การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้า วงจรไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้าใน บ้าน และการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย

การพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการสอนชุดนี้ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีเข้าใจในเรื่องไฟฟ้ากระแส สามารถศึกษาได้ด้วยตนเองและนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า เอกสารประกอบการเรียนการสอนชุดนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาต่อไป

ไพรัตน์ เนียมประเสริฐ

สารบัญ

คำแนะนำการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน.....	1
คำชี้แจงการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอนสำหรับครู.....	2
สาระสำคัญ.....	3
จุดประสงค์การเรียนรู้.....	3
แบบทดสอบก่อนเรียน.....	4
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระแสไฟฟ้า.....	7
แหล่งกำเนิดไฟฟ้า.....	8
การนำไฟฟ้า.....	13
กระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้า.....	17
แบบฝึกกิจกรรมที่ 1.....	20
แบบฝึกกิจกรรมที่ 2.....	21
แบบฝึกกิจกรรมที่ 3.....	23
แบบฝึกกิจกรรมที่ 4.....	24
แบบฝึกกิจกรรมที่ 5.....	25
แบบทดสอบหลังเรียน.....	26
ตารางบันทึกคะแนนก่อน - หลังเรียน.....	29
ตารางบันทึกการทำแบบฝึกกิจกรรม.....	30
บรรณานุกรม.....	31
ภาคผนวก.....	32
- เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน.....	33
- เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน.....	34

คำแนะนำการใช้
เอกสารประกอบการเรียนการสอน
เรื่อง ไฟฟ้ากระแส



เล่ม 1 กระแสไฟฟ้า

เอกสารประกอบการเรียนการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง กระแสไฟฟ้า เป็นเอกสารที่นักเรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง ให้นักเรียนอ่านคำแนะนำ แล้วปฏิบัติตามคำชี้แจงแต่ละขั้นตอน ดังต่อไปนี้

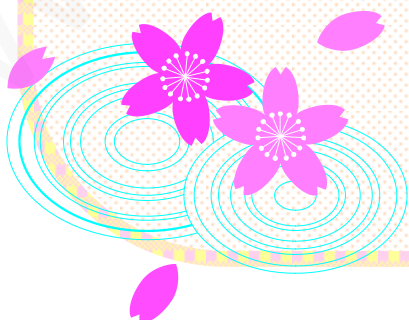
1. ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้
2. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ ลงในกระดาษคำตอบ (เป็นรายบุคคล)
3. ศึกษาเนื้อหาความรู้ทางภาษา เรื่อง กระแสไฟฟ้า
4. ปฏิบัติตามกิจกรรมที่ 1 – 5 โดยศึกษาจากคำชี้แจง
5. ศึกษาข้อเสนอนะ และการวัดผลประเมินผล
6. ทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ ลงในกระดาษคำตอบ (เป็นรายบุคคล)
7. ตรวจคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
8. สรุปผลคะแนนที่ได้ลงในกระดาษคำตอบ
9. นักเรียนที่ดีต้องมีความซื่อสัตย์ ไม่ควรดูเฉลยก่อนทำ



คำชี้แจงการใช้เอกสาร ประกอบการเรียนการสอนสำหรับครู



1. ครูแจกเอกสารประกอบการเรียนการสอนให้นักเรียนศึกษาสาระสำคัญ และจุดประสงค์การเรียนรู้
2. เมื่อนักเรียนมีข้อสงสัยให้ถามครูให้เข้าใจก่อนที่จะทำกิจกรรมตามแบบฝึกกิจกรรม
3. กิจกรรมที่นักเรียนต้องปฏิบัติ
 - 3.1 นักเรียนศึกษาคำแนะนำการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนให้เข้าใจอย่างละเอียด และปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างเคร่งครัด
 - 3.2 นักเรียนทำกิจกรรมตามลำดับดังต่อไปนี้
 - 3.2.1 ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
 - 3.2.2 ทำแบบฝึกกิจกรรมที่ 1 - 5 แล้วตรวจคำตอบ
 - 3.2.3 สรุปแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสรุปเป็นกฎเกณฑ์ร่วมกัน
 - 3.2.4 ทำแบบทดสอบหลังเรียน
4. เวลาที่ใช้ในการประกอบกิจกรรม 2 ชั่วโมง



สาระสำคัญ



กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นเมื่อมีการถ่ายโอนประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำ ระหว่างปลายของตัวนำเชื่อมต่อกับความต่างศักย์

จุดประสงค์การเรียนรู้

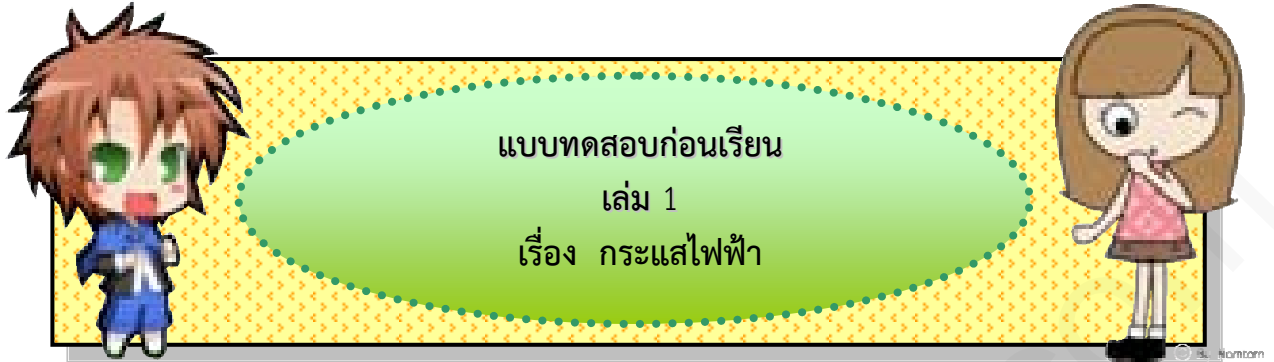


นักเรียนสามารถ

1. บอกได้ว่าประจุไฟฟ้าสามารถถ่ายโอนหรือเคลื่อนที่ผ่านลวดโลหะได้
2. บอกได้ว่าเมื่อประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในตัวนำจะเกิดกระแสไฟฟ้าในตัวนำนั้น
3. บอกได้ว่ากระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นในตัวนำ เพราะมีความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวนำ
4. บอกได้ว่าการนำไฟฟ้าในตัวกลางเกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า
5. บอกได้ว่าปริมาณกระแสไฟฟ้าในตัวกลางใดๆ หาได้จากปริมาณประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านภาคตัดขวางของตัวกลางนั้นในหนึ่งหน่วยเวลา
6. บอกได้ว่ากระแสไฟฟ้าในตัวกลางใดๆ มีทิศทางจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า และอยู่ในทิศทางเดียวกับสนามไฟฟ้า
7. บอกความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า จำนวนประจุไฟฟ้า ขนาดความเร็วลอยเลื่อนและพื้นที่ตัดขวางของตัวนำโลหะขณะมีกระแสไฟฟ้าผ่าน และคำนวณหาปริมาณต่างๆ เหล่านี้ เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้

ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
ก่อนศึกษาเอกสารประกอบการเรียน
การสอนนะคะ/นะคร๊าบเพื่อน ๆ





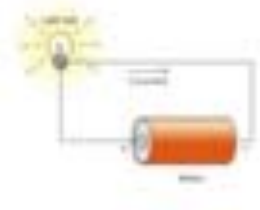
คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ข้อใดคือแหล่งกำเนิดไฟฟ้า
 1. อุปกรณ์ที่ทำให้เกิดความร้อน
 2. อุปกรณ์ที่ทำให้เกิดพลังงานกล
 3. อุปกรณ์ที่ทำให้เกิดเซลล์ไฟฟ้าเคมี
 4. อุปกรณ์ที่ทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้า
2. ข้อความในข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง
 1. กระแสไฟฟ้าในโลหะเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ
 2. กระแสไฟฟ้าในสารกึ่งตัวนำเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ
 3. กระแสไฟฟ้าในสารอิเล็กโทรไลต์เกิดจากการเคลื่อนที่ของไอออนบวกและไอออนลบ
 4. กระแสไฟฟ้าในหลอดบรรจุก๊าซเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและไอออนบวก
3. เซลล์สุริยะคือข้อใด
 1. อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า
 2. อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า
 3. อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า
 4. อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้า
4. ข้อความใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง
 1. กระแสไฟฟ้าเป็นปริมาณเวกเตอร์
 2. กระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นคูลอมบ์ต่อวินาที
 3. กระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า
 4. กระแสไฟฟ้ามีทิศตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน
5. นักวิทยาศาสตร์ในข้อใดที่ค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในตัวนำและสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้น

1. เซอร์ไอแซก นิวตัน	2. อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์
3. อังเดร มารี แอมแปร์	4. วิลเลียม ฮาร์วีย์



6. เมื่อทำให้ปลายทั้งสองของแท่งโลหะมีความต่างศักย์ไฟฟ้า จะเกิดสิ่งใด
1. การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าบวกไปยังขั้วลบและประจุไฟฟ้าลบไปยังขั้วบวก
 2. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านแท่งโลหะจากปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ
 3. การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระในแท่งโลหะจากปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ
 4. การถ่ายเทประจุไฟฟ้าผ่านพื้นที่หน้าตัดของแท่งโลหะจากปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ
7. ข้อความใดต่อไปนี้กล่าวไม่ถูกต้อง
1. สำหรับเซลล์ไฟฟ้า ขั้วบวกจะมีศักย์ไฟฟ้าสูง ขั้วลบจะมีศักย์ไฟฟ้าต่ำ
 2. กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในโลหะจะมีทิศจากศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ
 3. แรงเคลื่อนไฟฟ้า หมายถึง พลังงานไฟฟ้าต่อหนึ่งหน่วยประจุ ที่แหล่งกำเนิดสามารถจ่ายให้แก่ประจุไฟฟ้า
 4. เซลล์ไฟฟ้าทุติยภูมินั้น แรงเคลื่อนไฟฟ้าระหว่างขั้วเซลล์ เมื่อใช้ไปนานๆ แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะคงตัว เช่น ถ่านไฟฉาย
8. ถ่านไฟฉาย 1 ก้อน มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 1.5 โวลต์ หมายถึงอะไร
1. แรงดันที่ดันให้ประจุไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน 1.5 Ω
 2. งานที่ประจุไฟฟ้าใช้ในการเคลื่อนที่ผ่านตัวต้านทาน 1.5 Ω
 3. แรงดันที่ดันให้อิเล็กตรอน 1 ตัว เคลื่อนที่ผ่านความต่างศักย์ 1.5 V
 4. พลังงานไฟฟ้า 1.5 J ที่ถ่านไฟฉายจ่ายให้แก่ประจุไฟฟ้า 1 C ซึ่งเคลื่อนที่ในตัวนำ
9. ปริมาณไฟฟ้า 180 คูลอมบ์ ซึ่งเคลื่อนที่ผ่านโลหะตัวนำ ในเวลา 2 นาที จะมีกระแสไฟฟ้าไหลในตัวนำนี้กี่แอมแปร์
- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1. 0.5 แอมแปร์ | 2. 1.5 แอมแปร์ |
| 4. 4.0 แอมแปร์ | 4. 9.0 แอมแปร์ |
10. แบตเตอรี่สำหรับรถยนต์คันหนึ่ง สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าสม่ำเสมอได้ 5 แอมแปร์ จะใช้ได้นานกี่ชั่วโมง ถ้าแบตเตอรี่นี้สามารถจ่ายประจุไฟฟ้าได้ทั้งหมด 3.6×10^6 คูลอมบ์
- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1. 200 ชั่วโมง | 2. 350 ชั่วโมง |
| 3. 460 ชั่วโมง | 4. 720 ชั่วโมง |



กระดาษคำตอบ
แบบทดสอบก่อนเรียน



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



ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระแสไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้า



จากการศึกษาเรื่องประจุไฟฟ้า พบว่า

ประจุไฟฟ้าบวก จะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปสู่บริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ

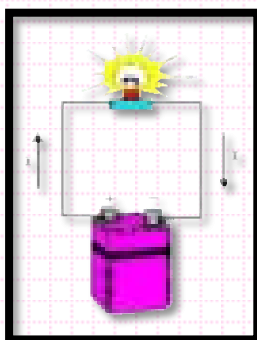
และประจุไฟฟ้าลบ จะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำไปยังบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าสูง

ถ้านำตัวนำที่มีประจุและศักย์ไฟฟ้าต่างกัน มาวางติดกันหรือใช้ลวดโลหะตัวนำเชื่อมต่อกัน ตัวนำที่มีประจุทั้งสองจะเกิดการถ่ายเทประจุระหว่างตัวนำทั้งสองผ่านลวดโลหะตัวนำ แสดงว่ามีกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำนั้น จนกระทั่งศักย์ไฟฟ้าบนตัวนำทั้งสองเท่ากัน ประจุหยุดถ่ายเท กระแสไฟฟ้าหมดไป ถ้าต้องการให้เกิดกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำอย่างต่อเนื่อง ต้องมีแหล่งกำเนิดที่ให้ความต่างศักย์ไฟฟ้าตลอดเวลา

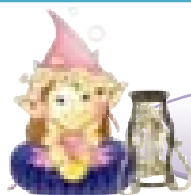
ไฟฟ้าสถิต เป็นการศึกษาเฉพาะประจุไฟฟ้าที่อยู่นิ่ง
ส่วนไฟฟ้ากระแสจะเป็นประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่แล้ว

กระแสไฟฟ้า

เมื่อประจุไฟฟ้าถ่ายโอนจากที่หนึ่งไปสู่ที่หนึ่ง แสดงว่า มีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น
กระแสไฟฟ้าจะถูกกำหนดให้ไหลออกจากขั้วบวกของแบตเตอรี่



การถ่ายโอนประจุไฟฟ้าที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า มีเงื่อนไขดังนี้
 ระหว่างจุดสองจุดที่กระแสไหล จะต้องมีความต่างศักย์ไฟฟ้า
 จะต้องมีความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุดนั้น
 และกระแสไฟฟ้าจะไหลจากจุดที่มีความต่างศักย์สูงไปยังจุดที่มีความต่างศักย์ต่ำ



แหล่งกำเนิดไฟฟ้า

แหล่งกำเนิดไฟฟ้า คือ แหล่งกำเนิดที่ทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายทั้งสองของ
 ตัวนำอยู่ตลอดเวลาและทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าผ่านตัวนำอยู่ตลอดเวลา ได้แก่ ถ่านไฟฉาย
 แบตเตอรี่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นต้น

แหล่งกำเนิดไฟฟ้า ที่ควรทราบมีดังนี้

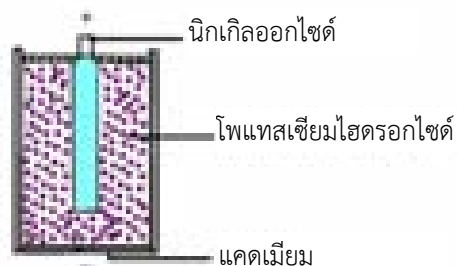
1. เซลล์ไฟฟ้าเคมี (electrochemical cell)
2. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (generator)
3. คู่ความความร้อน (thermocouple)
4. เซลล์สุริยะ (solar cell)
5. แหล่งกำเนิดไฟฟ้าจากสิ่งมีชีวิต

เซลล์ไฟฟ้าเคมี (electrochemical cell)

เซลล์ไฟฟ้าเคมี ประกอบด้วย ขั้วไฟฟ้าบวก ขั้วไฟฟ้าลบ และสารเคมีภายในเซลล์ เมื่อ
 เกิดปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์จะทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วเซลล์ เมื่อต่อเซลล์ไฟฟ้าเคมี
 เข้ากับวงจรไฟฟ้าจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในวงจรได้

เซลล์ไฟฟ้าเคมี แบ่งออกได้ 2 ประเภท ได้แก่

1. **เซลล์ปฐมภูมิ (primary cell)** โดยลักษณะของ เซลล์ไฟฟ้าปฐมภูมิเมื่อใช้ไป
 นานๆ ความต่างศักย์ไฟฟ้าจะลดลง จนกระทั่งใช้ต่อไปไม่ได้ เช่น ถ่านไฟฉายต่างๆ ไป



รูปแสดงส่วนประกอบภายในของถ่านไฟฉายนิเกิล-แคดเมียม

2. เซลล์ทุติยภูมิ (secondary cell) เมื่อใช้ไฟฟ้าลดลงแล้ว สามารถทำให้ความต่างศักย์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นได้ โดยการอัดไฟ หรือประจุไฟ (charge) เช่น แบตเตอรี่รถยนต์



แสดงส่วนประกอบภายในของถ่านไฟฉาย

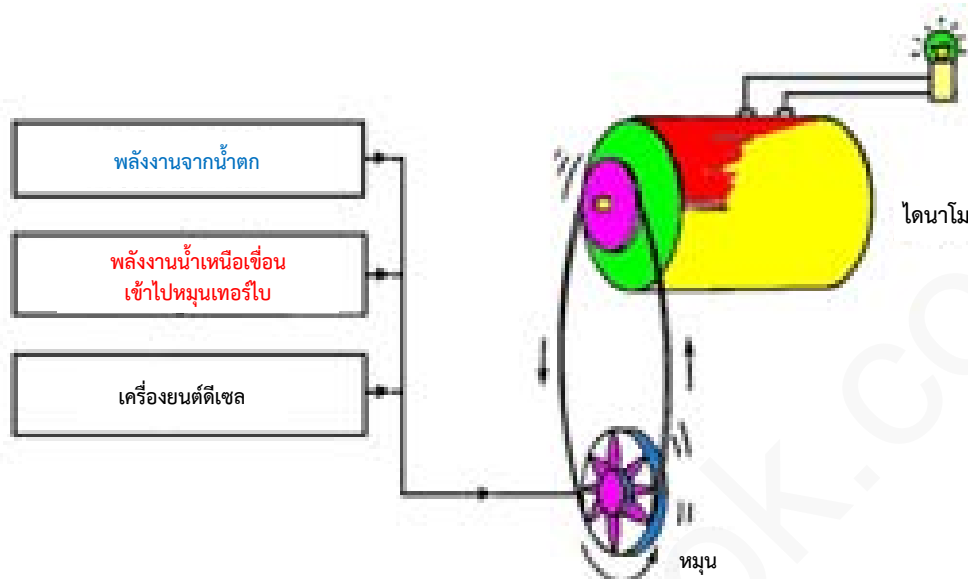
เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (generator)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ที่แปลงพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น ไดนาโม

หลักการทำงาน เมื่อทำให้แกนไดนาโมหมุน จะเกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ขั้วทั้งสองของไดนาโม



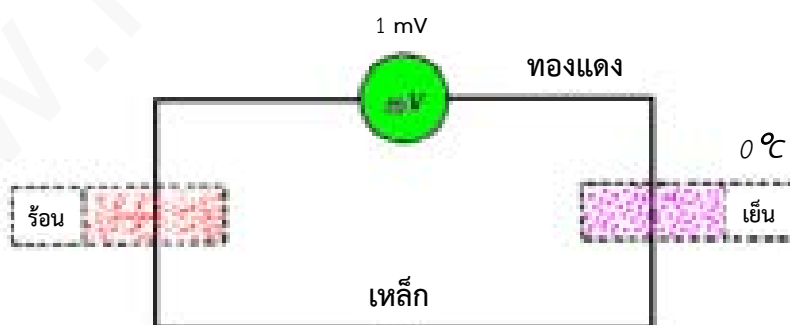
ไดนาโม



แสดงไดนาโมเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า

คู่วความร้อน (thermocouple)

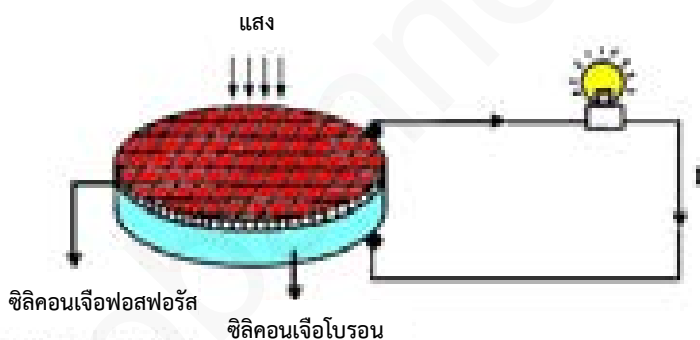
คู่วความร้อนเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่ประกอบด้วยโลหะ 2 ชนิด โลหะหนึ่งพร้อมที่จะให้อิเล็กตรอนอิสระมากกว่าอีกโลหะหนึ่ง เช่น เมื่อนำทองแดงและเหล็กมาต่อปลายทั้งสองข้างเข้าด้วยกัน ดังรูป ทำให้ปลายทั้งสองมีอุณหภูมิต่างกัน ปลายข้างหนึ่งเย็นปลายอีกข้างหนึ่งร้อน จึงเป็นเหตุให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าขึ้น ปรากฏการณ์นี้ เรียกว่า Thermoelectric effect ทำให้มีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นเล็กน้อย คู่วความร้อนสามารถนำไปสร้างเป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่เรียกว่า เทอร์โมมิเตอร์คู่วความร้อน ซึ่งใช้วัดในที่ที่มีอุณหภูมิ เช่น ในเตาอบ เป็นต้น



แสดงคู่วความร้อนทองแดง-เหล็ก

เซลล์สุริยะ (solar cell)

เซลล์สุริยะ เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่สามารถแปลงรูปพลังงานจากแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง โดยทั่วไปเซลล์สุริยะประกอบด้วยแผ่นกึ่งตัวนำ 2 ชั้นดังรูป ชั้นบนทำด้วยซิลิคอนผสมฟอสฟอรัสและชั้นล่างทำด้วยซิลิคอนผสมโบรอน ชั้นบนจะบางกว่าชั้นล่าง เพื่อให้แสงอาทิตย์สามารถส่องทะลุผ่านไปถึงชั้นล่างได้ แสงอาทิตย์จะเป็นตัวทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้า เมื่อต่อวงจรไฟฟ้าดังรูป จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลออกจากแผ่นบนผ่านหลอดไฟซึ่งจะสว่างได้ แล้วกระแสจะไหลกลับเข้าที่แผ่นล่าง กระแสไฟฟ้าจะมากหรือน้อยขึ้นกับความเข้มของแสงอาทิตย์ที่ต่อกระทบเซลล์ ถ้าความเข้มของแสงอาทิตย์มากจะได้กระแสมาก เซลล์สุริยะถูกนำมาใช้งานในหลายด้าน เช่น นาฬิกา เครื่องคำนวณ และแม้กระทั่งดาวเทียม ได้แก่ ดาวเทียมไทยคม เป็นต้น



รูปแสดงโครงสร้างของเซลล์สุริยะ

แหล่งกำเนิดไฟฟ้าจากสิ่งมีชีวิต

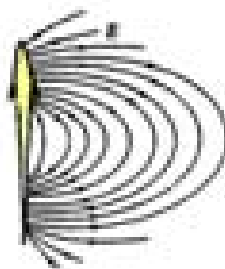
จากการศึกษาพบว่าสัตว์บางชนิด เช่น ปลาไหลไฟฟ้า สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เมื่อมันตกใจศัตรู โดยมีเซลล์พิเศษ สามารถทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างหัวกับหางของมัน ซึ่งบางครั้งอาจมีความต่างศักย์สูงเป็นร้อยๆ โวลต์ นอกจากปลาไหลไฟฟ้าแล้ว นักวิทยาศาสตร์ยังพบว่ามีความต่างศักย์ไฟฟ้าเกิดขึ้นในสัตว์อื่น ๆ อีก รวมทั้งในร่างกายของมนุษย์ด้วย ถ้าวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุดบนร่างกายของมนุษย์ เช่น ที่แขนและขา จะพบว่ามีความต่างศักย์ไฟฟ้าเกิดขึ้นทุกครั้งที่เราหัวใจเต้น จากความรู้นี้ได้นำมาพัฒนาสร้างเครื่องช่วยหัวใจที่เรียกว่า “อิเล็กโทรคาร์ดิโอกราฟ” (electrocardiograph) ซึ่งช่วยให้แพทย์สามารถวินิจฉัยโรคหัวใจได้อย่างถูกต้อง



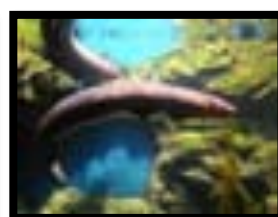
อิเล็กโทรเอนเซฟาโรกราฟ แสดงสัญญาณไฟฟ้าของสมองในขณะต่าง ๆ



อิเล็กโทรคาร์ดิโอกราฟ แสดงรูปคลื่นความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างมือกับเท้า ขณะหัวใจเต้น



สนามไฟฟ้าที่เกิดจากปลาชนิดหนึ่ง ซึ่งทางด้านหัวมีศักย์ไฟฟ้าเป็นบวก
ขณะที่ด้านหลังมีศักย์ไฟฟ้าเป็นลบ



ปลาไหลไฟฟ้า

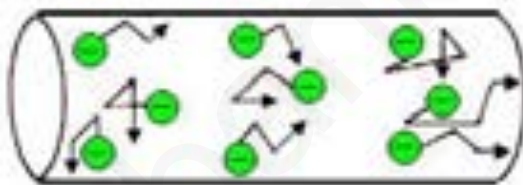
การนำไฟฟ้า



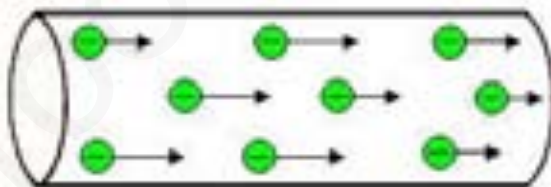
เนื่องจากกระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า ซึ่งประจุไฟฟ้าสามารถเคลื่อนที่ได้ในตัวกลางหลายๆ ชนิด เรียกสมบัติของตัวกลางที่ยอมให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านได้ว่า “ตัวนำไฟฟ้า” ขณะที่มีการไหลของไฟฟ้าในตัวนำ แสดงว่า “มีการนำไฟฟ้า”

การนำกระแสไฟฟ้าในโลหะ

โลหะทุกชนิดเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี เนื่องจากมี “อิเล็กตรอนอิสระ” (Free electron) โดยอิเล็กตรอนเหล่านี้จะเคลื่อนที่โดยเสรีไม่เป็นระเบียบ ไม่มีทิศทางแน่นอน เรียกว่า “การเคลื่อนที่แบบ Brownian” ดังนั้นความเร็วเฉลี่ยของอิเล็กตรอนอิสระทุกตัวจึงเป็นศูนย์ แต่เมื่อทำให้ปลายทั้งสองของแท่งโลหะมีความต่างศักย์ไฟฟ้า เช่น ต่อไว้กับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า จะทำให้เกิดสนามไฟฟ้าภายในแท่งโลหะ แรงจากสนามไฟฟ้าจะทำให้อิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่อย่างเป็นระเบียบ โดยมีความเร็วเฉลี่ยไม่เป็นศูนย์ เรียกว่า “ความเร็วลอยเลื่อน” (drift velocity) จึงมีกระแสไฟฟ้าในแท่งโลหะ ดังนั้นกระแสไฟฟ้าในโลหะจึงเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ



ลักษณะการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระในแท่งโลหะ



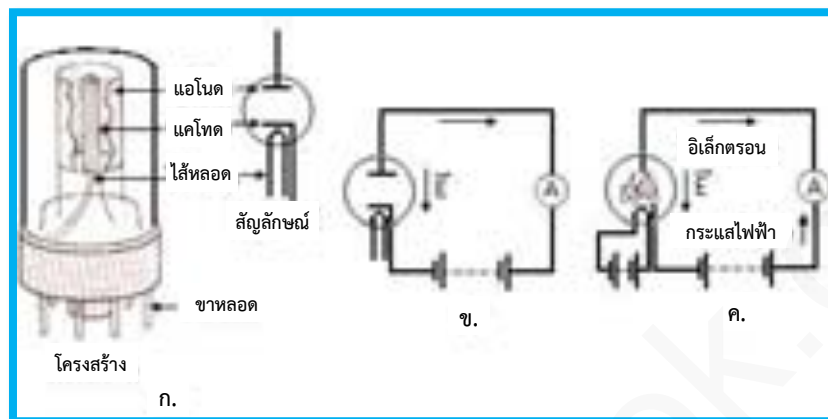
ลักษณะการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในแท่งโลหะ เมื่อปลายทั้งสองมีความต่างศักย์

การนำไฟฟ้าในหลอดสุญญากาศ

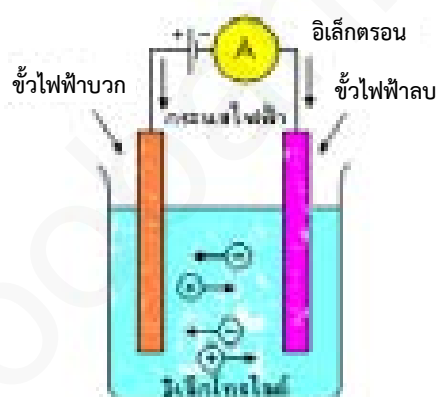
หลอดสุญญากาศ เป็นหลอดแก้วที่สุญญากาศภายในออกเกือบหมด ภายในหลอดมีขั้วสำหรับให้อิเล็กตรอน เรียกว่า แคโทด (cathode) ส่วนขั้วสำหรับรับอิเล็กตรอน เรียกว่า แอโนด (anode) โดยปกติมักมีรูปร่างเป็นแผ่นโลหะธรรมดา เรียกว่า เพลต (plate) การนำไฟฟ้าในหลอดสุญญากาศ ทำได้โดยการทำให้ศักย์ไฟฟ้าของแอโนดสูงกว่า แคโทด

การนำไฟฟ้าในหลอดสุญญากาศ ทำได้โดยการทำให้ศักย์ไฟฟ้าของแอโนดสูงกว่าแคโทด อิเล็กตรอนก็จะถูกเร่งจากแคโทดผ่านบริเวณสุญญากาศมายังแคโทด จึงมีกระแสไฟฟ้าในหลอดสุญญากาศ แต่ถ้าทำให้แคโทดมีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าแอโนด ก็จะไม่มีการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจากแคโทดไป

ยังแอดเลย เรียกหลอดสูญญากาศนี้ว่า “หลอดไดโอด” (diode tube) ดังนั้นกระแสไฟฟ้าในหลอดสูญญากาศจึงเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน



การนำกระแสไฟฟ้าในสารละลายอิเล็กโทรไลต์



ลักษณะเด่นของการนำไฟฟ้าอิเล็กโทรไลต์

1. อิเล็กโทรไลต์ เป็นสารละลายที่สามารถนำไฟฟ้าได้
2. อิเล็กโทรไลต์ เป็นสารละลายของกรด เบส หรือเกลือ
3. การนำไฟฟ้าในอิเล็กโทรไลต์ ทำให้เกิดได้โดยการจุ่มแผ่นโลหะ 2 แผ่น

ลงในอิเล็กโทรไลต์ แล้วต่อเข้ากับขั้วของแบตเตอรี่ พบว่า

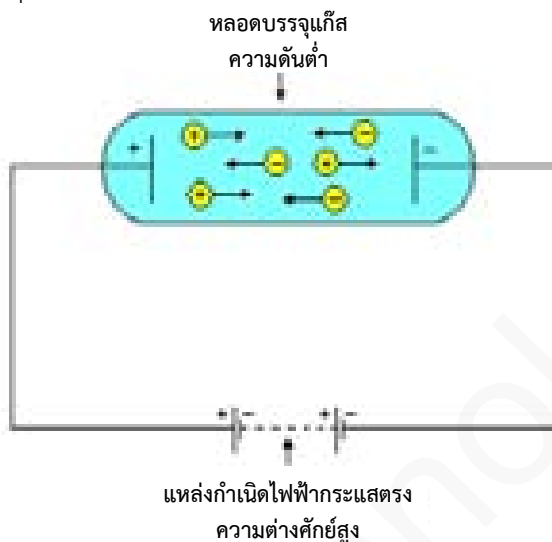
แผ่นโลหะทั้งสองจะทำหน้าที่เป็นขั้วไฟฟ้าบวก และขั้วไฟฟ้าลบ

สนามไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้าบวก และขั้วไฟฟ้าลบ จะมีผลทำให้อิเล็กโทรไลต์ แตกตัวเป็นไอออนบวก และไอออนลบ

ไอออนบวกเคลื่อนที่ไปยังขั้วไฟฟ้าลบ และไอออนลบเคลื่อนที่ไปยังขั้วไฟฟ้าบวก แสดงว่า กระแสไฟฟ้าในอิเล็กโทรไลต์ จะเกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าบวก (ไอออนบวก) และประจุไฟฟ้าลบ (ไอออนลบ)

การนำกระแสไฟฟ้าในหลอดบรรจุแก๊ส

หลอดบรรจุแก๊ส (gas - filled tube) เป็นอุปกรณ์ที่ทำให้อากาศหรือแก๊สนำไฟฟ้าได้ กระแสไฟฟ้าในหลอดบรรจุแก๊ส เกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและไอออนบวก



ลักษณะเด่นของการนำไฟฟ้าในหลอดบรรจุแก๊ส

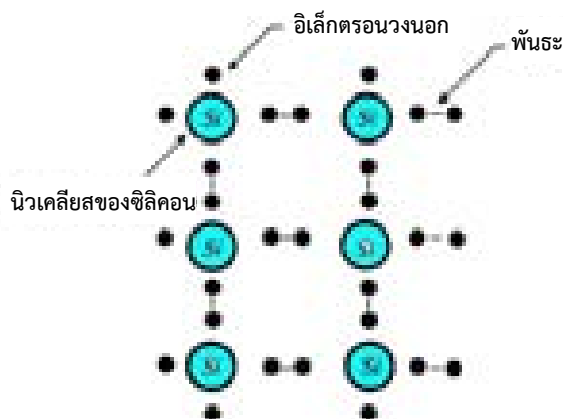
1. หลอดบรรจุแก๊สเป็นอุปกรณ์ที่สามารถทำให้แก๊ส ซึ่งปกติเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ไม่นำไฟฟ้าได้
2. หลอดบรรจุแก๊สเป็นหลอดแก้วที่สูบล้างอากาศภายในออก และบรรจุแก๊สบางชนิดเข้าไป เช่น ไฮโดรเจน นีออน อาร์กอนหรือไอโพรท ลงไปในปริมาณเล็กน้อย ทำให้ความดันของแก๊สในหลอดแก้วต่ำกว่าความดันบรรยากาศมาก ทำให้โมเลกุลของแก๊สสามารถแตกตัวได้ง่าย เมื่อชั่วไฟฟ้าทั้งสองของหลอดบรรจุแก๊สต่อกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงความต่างศักย์สูง
3. ถ้าต่อชั่วไฟฟ้าทั้งสองของหลอดบรรจุแก๊สกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงความต่างศักย์สูง จะเกิดสนามไฟฟ้าที่ทำให้โมเลกุลของแก๊สแตกตัวเป็นไอออนบวกและอิเล็กตรอนอิสระ โดยที่ไอออนบวกจะเคลื่อนที่ไปยังชั่วไฟฟ้าลบเพื่อรับอิเล็กตรอน และอิเล็กตรอนอิสระจะเคลื่อนที่ไปยังชั่วไฟฟ้าบวก แสดงว่า กระแสไฟฟ้าในหลอดบรรจุแก๊ส จะเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและไอออนบวก

หมายเหตุ การเกิดแสงสีขึ้นอยู่กับชนิดของแก๊สที่บรรจุในหลอดแก้ว

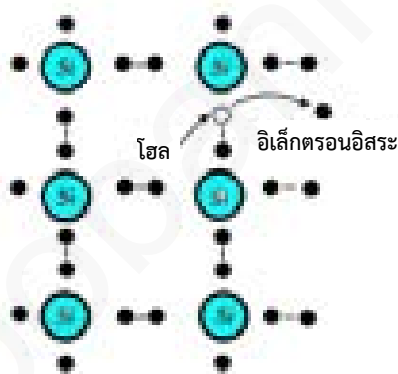
การนำกระแสไฟฟ้าในสารกึ่งตัวนำ

ลักษณะเด่นของการนำไฟฟ้าในสารกึ่งตัวนำ มีดังนี้

1. โครงสร้างของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ เช่น ซิลิคอนบริสุทธิ์ พบว่า เวเลนซ์อิเล็กตรอนของแต่ละอะตอมจะมีพันธะกับเวเลนซ์อิเล็กตรอนของอะตอมข้างเคียง จึงไม่มีอิเล็กตรอนอิสระดังรูป



2. ถ้าให้สนามไฟฟ้าที่มีความเข้มสูงมากพอแก่สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ จะทำให้อิเล็กตรอนบางตัวในพันธะหลุดออกมากลายเป็นอิเล็กตรอนอิสระ และเกิดที่ว่าง เรียกว่า "โฮล (Hole)" โดยที่โฮลจะมีพฤติกรรมคล้ายกับอนุภาคที่มีประจุบวก



3. แรงเนื่องจากสนามไฟฟ้า ทำให้อิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า และโฮล เคลื่อนที่ในทิศเดียวกับสนามไฟฟ้า แสดงว่า การนำไฟฟ้าในสารกึ่งตัวนำ เกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและโฮล



ศึกษากระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้ากันต่อเลยครับ

กระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้า



กระแสไฟฟ้าในตัวนำใดๆ

“กระแสไฟฟ้า คือ ปริมาณของประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่ภาคตัดขวางของตัวนำในเวลา 1 วินาที”

ถ้า ...

- Q = จำนวนประจุที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดไปในเวลา t วินาที (คูลอมบ์ ; C)
 t = เวลาที่ประจุผ่านไป (วินาที ; s)
 I = กระแสไฟฟ้าที่ไหลในตัวนำนั้น (แอมแปร์ ; A หรือ คูลอมบ์ต่อวินาที)

จะได้ว่า ...

$$\text{กระแสไฟฟ้า} = \frac{\text{ประจุไฟฟ้า}}{\text{เวลา}}$$

ดังนั้น ...

$$I = \frac{Q}{t}$$

ทิศของกระแสไฟฟ้า

1. กระแสไฟฟ้า จะมีทิศเดียวกับทิศการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าบวก หรือมีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าลบ
2. กระแสไฟฟ้า มีทิศจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า

หมายเหตุ...

การกำหนดทิศทางของกระแสไฟฟ้า ไม่ได้หมายความว่า กระแสไฟฟ้าเป็นปริมาณเวกเตอร์ แต่กำหนดขึ้นเพื่อให้สะดวกต่อการบอกความต่างศักย์ในวงจรไฟฟ้า

ตัวอย่าง

กระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำ I แอมแปร์ เป็นเวลา t วินาที คิดเป็นจำนวนอิเล็กตรอนอิสระไหลผ่านพื้นที่ภาคตัดขวางของเส้นลวดได้เท่าใด (ประจุอิเล็กตรอนเท่ากับ e คูลอมป์)

จากโจทย์ ...

$$\begin{aligned} Q &= ne \\ t &= \text{เวลาที่ประจุผ่านไป (วินาที ; s)} \\ I &= \text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลในตัวนำนั้น (แอมแปร์ ; A หรือ คูลอมป์ต่อวินาที)} \\ n &= ? \quad \text{อนุภาค} \end{aligned}$$

วิธีทำ สูตร $I = \frac{Q}{t} = \frac{ne}{t}$

$$n = \frac{I \cdot t}{e}$$

ตัวอย่าง

ตัวนำไฟฟ้าหนึ่ง มีอิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่จากแคโทดไปยังแอโนด จำนวน 2×10^{19} อนุภาค ในเวลา 4 วินาที จะมีกระแสไฟฟ้าผ่านตัวนำนี้เท่าใด

จากโจทย์

$$\begin{aligned} n &= 2 \times 10^{19} \quad \text{อนุภาค} \\ t &= 4 \quad \text{วินาที} \\ e &= 1.6 \times 10^{-19} \quad \text{คูลอมป์} \\ I &= ? \quad \text{แอมแปร์} \end{aligned}$$

หา Q ก่อน...

$$Q = ne$$

$$Q = 2 \times 10^{19} \text{ อนุภาค} \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$Q = 3.2 \text{ C}$$

วิธีทำ

สูตร

$$I = \frac{Q}{t}$$

$$I = \frac{3.2 \text{ C}}{4 \text{ s}}$$

$$I = 0.8 \text{ แอมแปร์}$$



แบบฝึกกิจกรรมที่ 1



คำชี้แจง จงทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ถูก และทำเครื่องหมาย ✕ หน้าข้อที่ผิด (10 คะแนน)

- _____ 1. ประจุไฟฟ้าบวกจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำไปสู่บริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าสูง
- _____ 2. ไฟฟ้ากระแสเป็นประจุไฟฟ้าที่มีการเคลื่อนที่ไม่หยุดนิ่ง
- _____ 3. ถ้าต้องการให้เกิดกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำอย่างต่อเนื่อง ต้องมีแหล่งกำเนิดที่ให้ความต่างศักย์ไฟฟ้าตลอดเวลา
- _____ 4. กระแสไฟฟ้าจะไหลจากจุดที่มีความต่างศักย์ต่ำไปยังจุดที่มีความต่างศักย์สูงเสมอ
- _____ 5. เซลล์ไฟฟ้าเคมี ประกอบด้วย ขั้วไฟฟ้าบวก ขั้วไฟฟ้าลบ และสารเคมีภายในเซลล์
- _____ 6. อิเล็กตรอนอิสระ (Free electron) จะเคลื่อนที่โดยเสรีไม่เป็นระเบียบ ไม่มีทิศทางแน่นอน เรียกว่า “การเคลื่อนที่แบบ Brownian”
- _____ 7. ไดนาโมเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนแปลงพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า
- _____ 8. ปรากฏการณ์ Thermoelectric effect คือการคู่ควบความร้อนที่เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ประกอบด้วยโลหะ 2 ชนิด โลหะหนึ่งพร้อมที่จะให้อิเล็กตรอนอิสระมากกว่าอีกโลหะหนึ่ง
- _____ 9. ปลาไหลไฟฟ้าเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าจากสิ่งมีชีวิตที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ตลอดเวลา
- _____ 10. เซลล์สุริยะ (solar cell) เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่สามารถแปลงรูปพลังงานจากแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง เช่น นาฬิกา เครื่องคำนวณ ดาวเทียมไทยคม เป็นต้น



แบบฝึกกิจกรรมที่ 2



คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้ (10 คะแนน : ข้อละ 2 คะแนน)

1. เซลล์ไฟฟ้าเคมี เปลี่ยนพลังงานอย่างไร

ตอบ

2. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เปลี่ยนพลังงานอย่างไร

ตอบ

3. คู่ควบความร้อน เปลี่ยนพลังงานอย่างไร

ตอบ

4. เซลล์สุริยะ เปลี่ยนพลังงานอย่างไร

ตอบ

5. ร่างกายมนุษย์ เปลี่ยนพลังงานอย่างไร

ตอบ



แบบฝึกกิจกรรมที่ 3



คำชี้แจง จงเขียนภาพและลักษณะเด่นของการนำกระแสไฟฟ้าในหลอดบรรจุแก๊ส (10 คะแนน)

ภาพแสดงการนำกระแสไฟฟ้าในหลอดบรรจุแก๊ส

ลักษณะเด่นของการนำไฟฟ้าในหลอดบรรจุแก๊ส

[illegible]

แบบฝึกกิจกรรมที่ 4



คำชี้แจง จงหาคำตอบและแสดงวิธีทำ (10 คะแนน : ข้อละ 5 คะแนน)

1. แบตเตอรี่สำหรับรถยนต์คันหนึ่ง สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าสม่ำเสมอได้ 5 แอมแปร์ จะใช้ได้นานกี่ชั่วโมง ถ้าแบตเตอรี่นี้สามารถจ่ายประจุไฟฟ้าได้ทั้งหมด 3.6×10^6 คูลอมป์

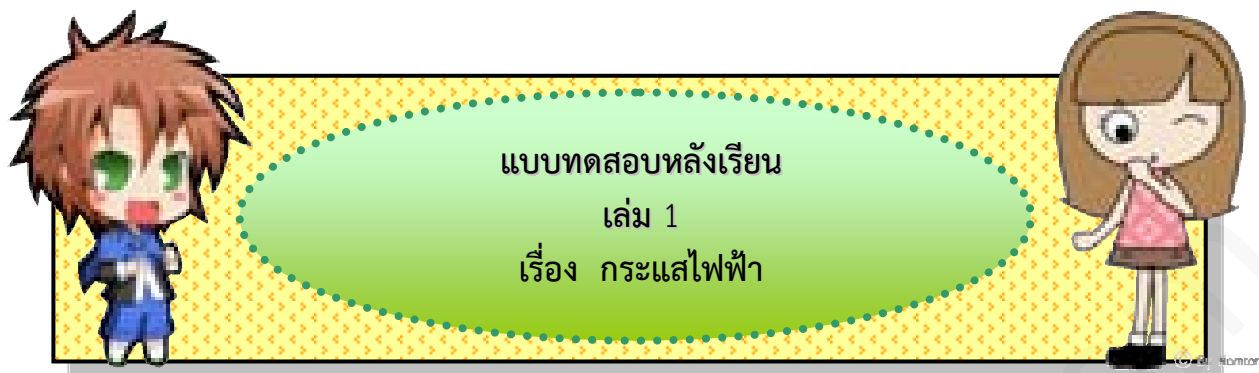


วิธีทำ

2. กระแสไฟฟ้าคงที่ 4 แอมแปร์ ฝ่ายลวดตัวนำ เมื่อเวลาผ่านไป 8 วินาที มีอิเล็กตรอนอิสระผ่านพื้นที่หน้าตัดกี่อนุภาค

วิธีทำ





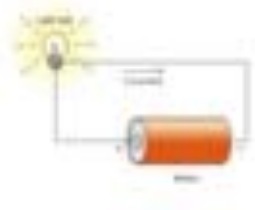
คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ข้อใดคือแหล่งกำเนิดไฟฟ้า
 1. อุปกรณ์ที่ทำให้เกิดความร้อน
 2. อุปกรณ์ที่ทำให้เกิดพลังงานกล
 3. อุปกรณ์ที่ทำให้เกิดเซลล์ไฟฟ้าเคมี
 4. อุปกรณ์ที่ทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้า
2. เซลล์สุริยะคือข้อใด
 1. อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า
 2. อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า
 3. อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า
 4. อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้า
3. ข้อความในข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง
 1. กระแสไฟฟ้าในโลหะเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ
 2. กระแสไฟฟ้าในสารกึ่งตัวนำเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ
 3. กระแสไฟฟ้าในสารอิเล็กโทรไลต์เกิดจากการเคลื่อนที่ของไอออนบวกและไอออนลบ
 4. กระแสไฟฟ้าในหลอดบรรจุก๊าซเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและไอออนบวก
4. ข้อความใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง
 1. กระแสไฟฟ้าเป็นปริมาณเวกเตอร์
 2. กระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นคูลอมบ์ต่อวินาที
 3. กระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า
 4. กระแสไฟฟ้ามีทิศตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน
5. นักวิทยาศาสตร์ในข้อใดที่ค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในตัวนำและสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้น

1. เซอร์ไอแซก นิวตัน	2. อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์
3. อังเดร มารี แอมแปร์	4. วิลเลียม ฮาร์วีย์



6. เมื่อทำให้ปลายทั้งสองของแท่งโลหะมีความต่างศักย์ไฟฟ้า จะเกิดสิ่งใด
1. การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าบวกไปยังขั้วลบและประจุไฟฟ้าลบไปยังขั้วบวก
 2. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านแท่งโลหะจากปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ
 3. การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระในแท่งโลหะจากปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ
 4. การถ่ายเทประจุไฟฟ้าผ่านพื้นที่หน้าตัดของแท่งโลหะจากปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ
7. ข้อความใดต่อไปนี้กล่าวไม่ถูกต้อง
1. สำหรับเซลล์ไฟฟ้า ขั้วบวกจะมีศักย์ไฟฟ้าสูง ขั้วลบจะมีศักย์ไฟฟ้าต่ำ
 2. กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในโลหะจะมีทิศจากศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ
 3. แรงเคลื่อนไฟฟ้า หมายถึง พลังงานไฟฟ้าต่อหนึ่งหน่วยประจุ ที่แหล่งกำเนิดสามารถจ่ายให้แก่ประจุไฟฟ้า
 4. เซลล์ไฟฟ้าทุติยภูมินั้น แรงเคลื่อนไฟฟ้าระหว่างขั้วเซลล์ เมื่อใช้ไปนานๆ แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะคงตัว เช่น ถ่านไฟฉาย
8. ถ่านไฟฉาย 1 ก้อน มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 1.5 โวลต์ หมายถึงอะไร
1. แรงดันที่ดันให้ประจุไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน 1.5 Ω
 2. งานที่ประจุไฟฟ้าใช้ในการเคลื่อนที่ผ่านตัวต้านทาน 1.5 Ω
 3. แรงดันที่ดันให้อิเล็กตรอน 1 ตัว เคลื่อนที่ผ่านความต่างศักย์ 1.5 V
 - ง. พลังงานไฟฟ้า 1.5 J ที่ถ่านไฟฉายจ่ายให้แก่ประจุไฟฟ้า 1 C ซึ่งเคลื่อนที่ในตัวนำ
9. แบตเตอรี่สำหรับรถยนต์คันหนึ่ง สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าสม่ำเสมอได้ 5 แอมแปร์ จะใช้ได้นานกี่ชั่วโมง ถ้าแบตเตอรี่นี้สามารถจ่ายประจุไฟฟ้าได้ทั้งหมด 3.6×10^6 คูลอมป์
- | | |
|----------------|----------------|
| 1. 200 ชั่วโมง | 2. 350 ชั่วโมง |
| 3. 460 ชั่วโมง | 4. 720 ชั่วโมง |
10. ปริมาณไฟฟ้า 180 คูลอมป์ ซึ่งเคลื่อนที่ผ่านโลหะตัวนำ ในเวลา 2 นาที จะมีกระแสไฟฟ้าไหลในตัวนำนี้กี่แอมแปร์
- | | |
|----------------|----------------|
| 1. 0.5 แอมแปร์ | 2. 1.5 แอมแปร์ |
| 3. 4.0 แอมแปร์ | 4. 9.0 แอมแปร์ |



กระดาษคำตอบ
แบบทดสอบหลังเรียน



ข้อ	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				



ตารางบันทึก
 การทำแบบทดสอบก่อน – หลังเรียน
 เล่ม 1
 เรื่อง กระแสไฟฟ้า



ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
 โรงเรียน.....จังหวัด.....



แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
ก่อนเรียน	10		
หลังเรียน	10		
ผลการพัฒนา			



ตารางบันทึก
 การทำแบบฝึกกิจกรรม
 เล่ม 1
 เรื่อง กระแสไฟฟ้า



แบบฝึกเสริมทักษะ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
แบบฝึกกิจกรรมที่ 1	10		
แบบฝึกกิจกรรมที่ 2	10		
แบบฝึกกิจกรรมที่ 3	10		
แบบฝึกกิจกรรมที่ 4	10		
แบบฝึกกิจกรรมที่ 5	10		
รวม	50		



บรรณานุกรม



- กฤตณัย จันทรงตรงค์. (2555). ฟิสิกส์รวม ม. 4-6 เข้ามหาวิทยาลัย . กรุงเทพฯ: ธรรมบัณฑิต.
 _____. (2555). คู่มือหัวใจฟิสิกส์ที่ต้องรู้ก่อนสอบ เรื่องที่ 1 – 18 . กรุงเทพฯ: ธรรมบัณฑิต.
 ธีรศาสน์ ปรงจิตวิทยากรณ์. (2555). ฟิสิกส์ ม. 6 เล่ม 1 . กรุงเทพฯ: ธรรมบัณฑิต.
 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์
 เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ: สกสศ. ลาตพรวัว.
 _____. (2555). คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ:
 สกสศ. ลาตพรวัว.

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

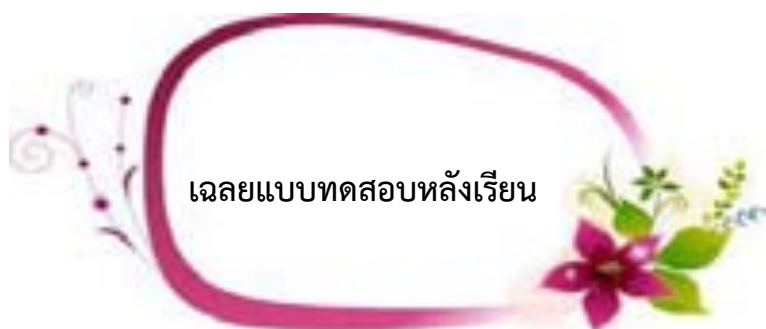
- “กระแสไฟฟ้า” 2556.(ออนไลน์).เข้าถึงได้จาก <http://www.rmutphysics.com>.
 สืบค้น 20 เมษายน 2556.
 “กระแสไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า” 2556.(ออนไลน์).เข้าถึงได้จาก <http://www.sc.mahidol.ac.th>.
 สืบค้น 21 มิถุนายน 2556.
 “แบบทดสอบ กระแสไฟฟ้า” 2556.(ออนไลน์).เข้าถึงได้จาก <http://www.thaigoodview.com>.
 สืบค้น 21 เมษายน 2556.
 “หน่วยที่ 3 กระแสไฟฟ้าและวงจรกระแสไฟฟ้าตรง” 2556.(ออนไลน์).เข้าถึงได้จาก
http://science.sut.ac.th/physics/courses/105102/54-T1/note/54_03_102.pdf สืบค้น 22 มิถุนายน 2556.



เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

1. 4
2. 2
3. 1
4. 1
5. 3
6. 2
7. 4
8. 3
9. 2
10. 1





เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

1. 4
2. 1
3. 2
4. 1
5. 3
6. 2
7. 4
8. 3
9. 1
10. 2

