

แม่เหล็กไฟฟ้า

(Electromagnetism)

ในบทเรียนนี้เป็นการศึกษาประวัติการค้นพบที่เกี่ยวกับแม่เหล็กไฟฟ้า และความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับประจุที่ทำให้เกิดไฟฟ้า

1.1 ประวัติการค้นพบที่เกี่ยวกับแม่เหล็กไฟฟ้า

ไฟฟ้า (Electricity) และแม่เหล็ก (Magnetism) ถูกนำมาใช้สร้างสรรค์อุปกรณ์ต่าง ๆ รอบตัวมนุษย์ ทั้งเครื่องอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน เช่น วิทยุ โทรทัศน์ มอเตอร์ไฟฟ้า พัดลม คอมพิวเตอร์ และ อุปกรณ์ขั้นสูงที่สลับซับซ้อน เช่น อุปกรณ์ตรวจวัดทางการแพทย์ ทางการเกษตร ทางวิศวกรรม นอกจากนี้ความรู้ในเรื่องราวเกี่ยวกับไฟฟ้าและแม่เหล็กมีความสำคัญโดยเป็นพื้นฐานในการทำความเข้าใจอะตอมและโมเลกุล เช่นแรงระหว่างโปรตอนและอิเล็กตรอน หรือแรงระหว่างโมเลกุลต่าง ๆ

1.1.1 การค้นพบทางไฟฟ้า

มนุษย์รู้จักปรากฏการณ์ฟ้าผ่ามาตั้งแต่ดึกดำบรรพ์ โดยไม่ทราบที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า จนกระทั่ง 700 ปีก่อนคริสตศักราช ชาวกรีกสังเกตเห็นปรากฏการณ์ไฟฟ้าสถิต โดยการถูผ้าพันกับผ้าจนสามารถทำให้อำพันนั้นดูดเศษผงหรือขนนกเล็ก ๆ ได้

ผู้ที่อธิบายการเกิดไฟฟ้าคือ เบนจามิน แฟรงคลิน (ค.ศ. 1706-1790) เสนอว่าอำนาจทางไฟฟ้าเกิดขึ้นจาก “ประจุ” และได้ทำการทดลองเก็บประจุจากการเล่นว่าว จนทราบว่าประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ บวก และ ลบ ซึ่งประจุต่างชนิดกันจะมีแรงดูดกันและประจุชนิดกันจะมีแรงผลักรัน ในปี ค.ศ.1785 คูลอมบ์ได้ค้นเสนอกฎแรงแปรผกผันกับระยะทางกำลังสองว่า ขนาดของแรงจะแปรผกผันกับระยะระหว่างประจุยกกำลังสอง

กาลวานีได้ชื่อว่าเป็นผู้แรกที่ทดลองไฟฟ้ากระแส โดยการผ่านไฟฟ้าในซากบ จากนั้นการประดิษฐ์คิดค้นนำไฟฟ้ามาใช้ประโยชน์ก็พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ไวลตาประดิษฐ์แบตเตอรี่ โทมัสค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์และกระแส เอดิสันประดิษฐ์หลอดไฟ ระบบการส่งกำลังไฟฟ้าได้รับการสร้างขึ้นจนมีไฟฟ้าใช้ในครัวเรือนจนถึงยุคปัจจุบัน

1.1.2 การค้นพบทางแม่เหล็ก

2000 ปีก่อนคริสตศักราช มีบันทึกชาวจีนถึงการค้นพบแท่งแม่เหล็กในธรรมชาติ และ เมื่อ 800 ปีก่อน คริสตศักราช ส่วนชาวกรีกได้บันทึกการค้นพบแร่แมกนีไทท์ ซึ่งเป็นแม่เหล็กสามารถดูดเหล็กได้ แม่เหล็กทุกแท่งมีสองขั้ว คือ เหนือ และ ได้โดยขั้วเหมือนกันจะผลักรัน ส่วนขั้วต่างกันจะดูดกัน สามารถเทียบได้กับประจุไฟฟ้า สำหรับประจุไฟฟ้าสามารถแยกประจุบวกและลบออกจากกันได้ แต่สำหรับแม่เหล็กแล้ว ไม่สามารถแยกก้อนแม่เหล็กออกเป็นขั้วเหนืออย่างเดียว หรือขั้วใต้อย่างเดียวได้ นั่นหมายถึงไม่มีแม่เหล็กขั้วเดียว (Magnetic Monopole) ผู้ที่ศึกษาสารแม่เหล็กอย่างเป็นระบบคือ วิลเลียม กิลเบิร์ต (ค.ศ.1600) ได้ขยายการทดลองแม่เหล็กกับวัสดุต่าง ๆ

1.1.3 การค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างแม่เหล็กและไฟฟ้า

มนุษย์ไม่ทราบว่าไฟฟ้าและแม่เหล็กเป็นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกันจนกระทั่งต้นศตวรรษที่ 19 ในปี ค.ศ.1820 ครูวิทยาศาสตร์ ชาวเดนมาร์ก ชื่อ เออร์สเท็ด ได้พบความสัมพันธ์ระหว่างไฟฟ้ากับแม่เหล็กในระหว่างการเตรียมการแสดงสำหรับการสอน เขาพบว่า กระแสไฟฟ้าที่ไหลอยู่ในลวดตัวนำก่อให้เกิดสนามแม่เหล็กที่สามารถทำให้เข็มทิศกระดิกได้ หลังจาก

นั้นไม่นาน แอมแปร์ (ค.ศ.1775-1836) ได้เสนอกฎสำหรับคำนวณสนามแม่เหล็กเนื่องจากลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหล และในทางกลับกัน ฟาราเดย์ และ เฮนรี พบว่าถ้ามีการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กจะก่อให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นในวงจร เป็นความรู้ที่นำไปสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ในปี ค.ศ.1873 แมกซ์เวลล์ นักคณิตศาสตร์ ชาวสก๊อต ได้รวบรวมความรู้ที่สังเกตได้ทั้งหมดเป็นพื้นฐานในการสร้างสมการที่เป็นกฎสำหรับแม่เหล็กไฟฟ้า ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ทฤษฎีดังกล่าวได้แสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงสนามไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก การเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กทำให้เกิดสนามไฟฟ้า ต่อเนื่องกันไปทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Wave) หลังจากนั้นในปี ค.ศ.1888 เฮิร์ตซ์ ได้ทดลองส่งและรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นในห้องทดลอง เป็นการพิสูจน์ว่าการทำนายจากสมการของ แมกซ์เวลล์ เป็นจริง ยุคคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจึงได้เริ่มต้นขึ้น ดังที่ทีมงาน วิทยุ เอ็กซ์เรย์ การแพทย์ เตาไมโครเวฟ และโทรศัพท์มือถือถือกันอยู่ในปัจจุบัน

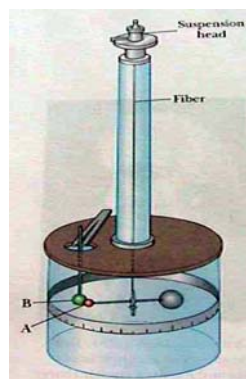
1.2 ประจุไฟฟ้าและไฟฟ้าสถิต

ไฟฟ้าเกิดขึ้นจากประจุ (Charge) ดังนั้นจึงสามารถแบ่งไฟฟ้าออกเป็น 2 ประเภทคือ ไฟฟ้าสถิต (กรณีที่มีประจุไม่เคลื่อนที่) และไฟฟ้ากระแส (กรณีที่มีประจุเคลื่อนที่)

ปัจจุบัน ทราบว่า การที่วัตถุมีประจุได้นั้น เนื่องจากการถ่ายเทอนุภาคที่เรียกว่าอิเล็กตรอน อิเล็กตรอนเป็นพาหะของประจุลบ หนึ่งตัวมีประจุ -1.6×10^{-19} คูโลมบ์ ในภาวะปกติวัตถุเป็นกลางทางไฟฟ้า มีโปรตรอนซึ่งมีประจุบวก เท่ากับอิเล็กตรอน ที่มีประจุลบ เมื่อมีการถ่ายเทอนุภาค วัตถุที่รับอิเล็กตรอนเกินมาจะมีประจุลบ ส่วนวัตถุที่เสียอิเล็กตรอนจะมีประจุบวก

การทดลองง่าย ๆ ที่พิสูจน์ถึงการมีอยู่ของแรงทางไฟฟ้าสถิต เช่น หวีที่สามารถดูดเศษกระดาษเล็ก ๆ ได้หลังจากที่หวีผมเสร็จใหม่ ๆ แรงที่เกิดขึ้นมีขนาดพอที่จะยึดเศษกระดาษนั้น ๆ ไม่ให้ตกลงเป็นเวลาพอสมควร ไฟฟ้าสถิตสามารถนำมาใช้ประโยชน์ เช่น ในกรณี เครื่องฟอกอากาศ เครื่องถ่ายเอกสาร ผ้าอ้อมเด็ก แปรงขัดฝุ่น

แรงระหว่างวัตถุที่มีประจุถูกวัดด้วยเครื่องมือที่มีชื่อว่า Torsional Balance ดังภาพ ซึ่งมีทรงกลม 2 อัน ติดอยู่กับแท่งฉนวนน้ำหนักเบาที่ผูกติดกับเชือกเบาให้แกว่งได้ในแนวระนาบ เมื่อให้ประจุกับทรงกลม A และทรงกลม B มีประจุถูกนำเข้าไปใกล้ ๆ แรงดูดหรือแรงผลักระหว่างทรงกลม A และ B จะทำให้แท่งฉนวนเกิดการหมุน เมื่ออยู่ในสภาวะสมดุลก็สามารถคำนวณแรงได้ จากการทดลองด้วย Torsional Balance พบว่า แรงระหว่างประจุแปรผกผันกับระยะระหว่างประจุทั้งสองยกกำลังสอง



ภาพที่ 1-1 Torsional Balance ที่ใช้วัดแรงคูลอมบ์

1.2.1 จนวนและตัวนำไฟฟ้า

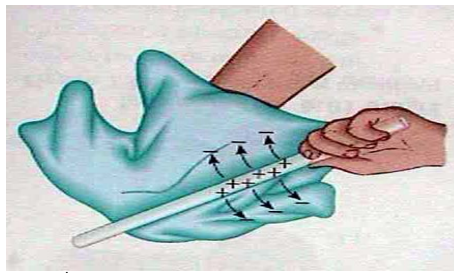
การแบ่งชนิดของวัสดุทำได้โดยใช้ความสามารถในการนำไฟฟ้าเป็นเกณฑ์ การนำไฟฟ้าขึ้นอยู่กับความยากง่ายที่อิเล็กตรอนในสารนั้น ๆ จะเคลื่อนที่ไปมาได้ยิ่งอิสระ

ฉนวน คือวัสดุที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ได้ไม่สะดวก เมื่อถูกให้ประจุ ประจุจะอยู่ในบริเวณนั้น ๆ ไม่เคลื่อนที่ไปมาในวัตถุ ตัวอย่างเช่น ยาง เซรามิก แก้ว ฯลฯ

ตัวนำ คือวัสดุที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ได้สะดวก เมื่อถูกให้ประจุ ประจุจะกระจายตัวอยู่ทั่วไปที่ผิวของวัตถุตัวอย่าง คือ โลหะทั้งหลาย เช่น เหล็ก ทองแดง พรอท ฯลฯ

1.2.2 การให้ประจุกับวัตถุด้วยการขัดถู

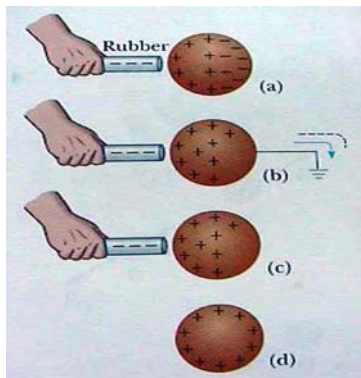
การถูกันของวัตถุสองชนิดที่แตกต่างกันอาจก่อให้เกิดการถ่ายเทประจุ ในการถ่ายเทประจุ จำนวนประจุจะต้องคงที่ (Conservation of Charge) ประจุไฟฟ้าจะไม่ถูกสร้างขึ้นใหม่ มีเพียงแค่การย้ายจากวัตถุหนึ่งไปยังอีกวัตถุหนึ่ง



ภาพที่ 1-2 การขัดถูทำให้เกิดการถ่ายเทประจุ

1.2.3 การให้ประจุกับวัตถุด้วยการเหนี่ยวนำ (Charging by Induction)

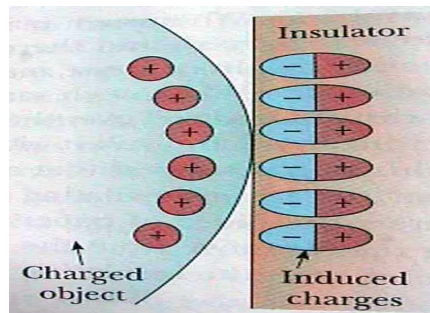
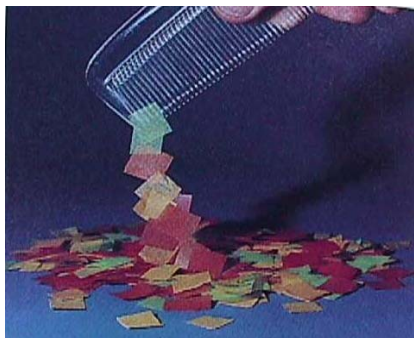
จากภาพที่ 1-3 วิธีการเหนี่ยวนำสามารถเปลี่ยนโลหะที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มี ประจุเป็นบวกได้ โดยไม่ต้องสัมผัส



ภาพที่ 1-3 การเหนี่ยวนำให้โลหะมีประจุ


จากภาพที่ 1-3 (a) เป็นการเหนี่ยวนำให้ประจุลบเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยแท่งยางที่มีประจุลบ โดยไม่มีการสัมผัส ไม่มีการถ่ายเทประจุ ภาพ (b) เมื่อตัวนำถูกลงดิน (Ground) ทางด้านขวา ประจุลบจะไหลไปสู่ดินหมด ภาพ (c) เป็นการตัดสายดิน ภาพ (d) จะได้ทรงกลมตัวนำที่มีประจุบวก

การเหนี่ยวนำเกิดขึ้นได้กับวัสดุที่เป็นฉนวน เนื่องจากอิเล็กตรอนในฉนวนจะถูกยึดไว้กับอะตอมหรือโมเลกุลอย่างเหนียวแน่น ผลที่เกิดขึ้นจะมีการเกิดโพลาไรเซชัน (Polarisation) ดังแสดงในภาพที่ 1-4 เช่นในกรณีที่เอาหวีไปดูดเศษกระดาษ กระดาษถูกเหนี่ยวนำให้เกิดขั้วชั่วคราวด้วยปรากฏการณ์โพลาไรเซชัน



ภาพที่ 1-4 วิธีที่ผ่านการขั้วสามารถดูดกระดาษได้ เนื่องจากกระบวนการโพลาไรเซชัน

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(คดีปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. การวัด	2. เวกเตอร์
3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ	4. การเคลื่อนที่บนระนาบ
5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
7. งานและพลังงาน	8. การดลและโมเมนตัม
9. การหมุน	10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง
11. การเคลื่อนที่แบบคาบ	12. ความยืดหยุ่น
13. กลศาสตร์ของไหล	14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน
15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก	16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร
17. คลื่น	18. การสั่น และคลื่นเสียง
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. ไฟฟ้าสถิต	2. สนามไฟฟ้า
3. ความกว้างของสายฟ้า	4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน
5. ศักย์ไฟฟ้า	6. กระแสไฟฟ้า
7. สนามแม่เหล็ก	8. การเหนี่ยวนำ
9. ไฟฟ้ากระแสสลับ	10. ทรานซิสเตอร์
11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ	12. แสงและการมองเห็น
13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ	14. กลศาสตร์ควอนตัม
15. โครงสร้างของอะตอม	16. นิวเคลียร์
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

