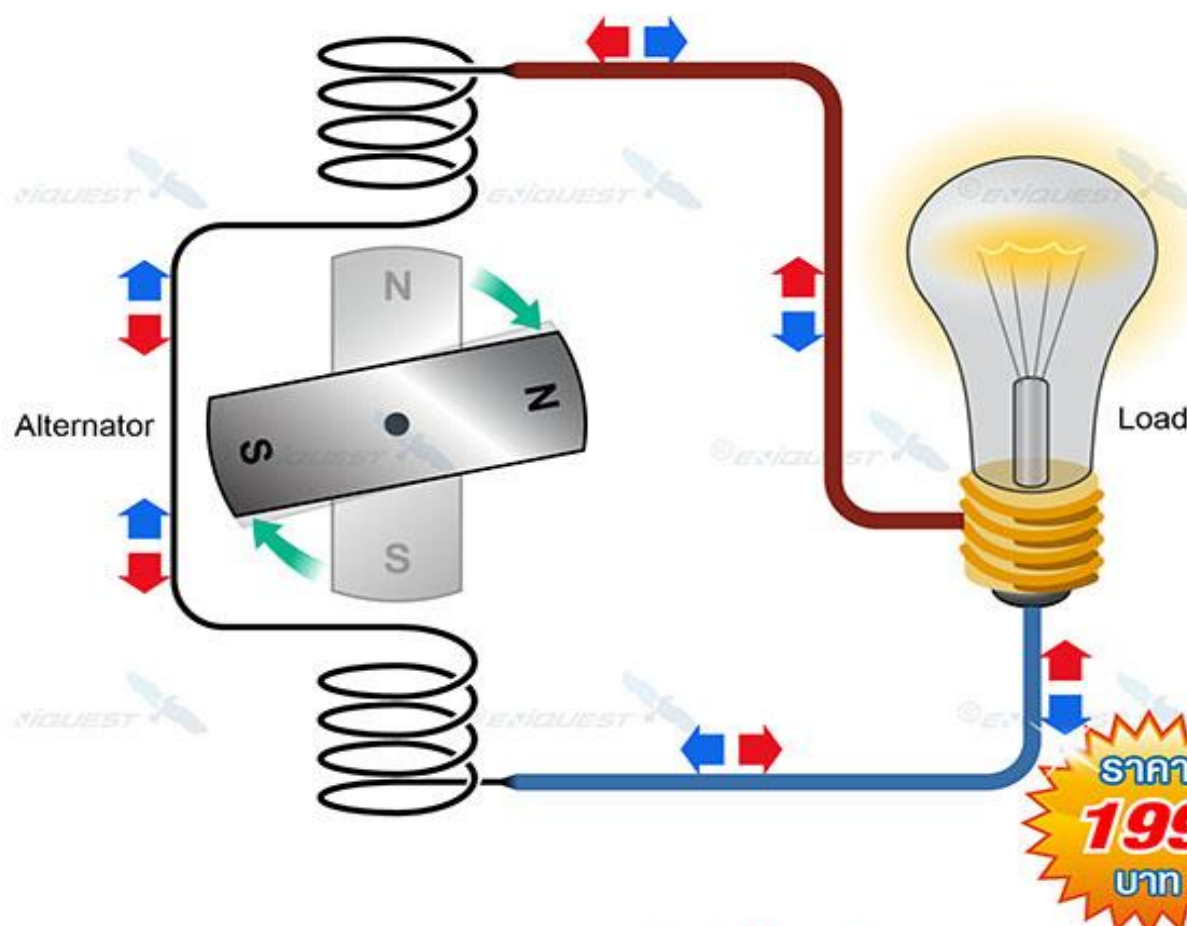




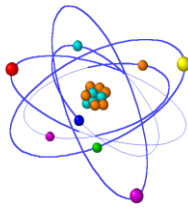
ฟิสิกส์ ม.6

- ไฟฟ้าและแม่เหล็ก

- ดลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



เรียบเรียงโดย : ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุชาติ สุภาพ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



ฟิสิกส์ ม.๖

ไฟฟ้าและแม่เหล็ก คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ผศ.สุชาติ สุภาพ

พิมพ์และจัดจำหน่ายโดย

สุชาติ สุภาพ

250/1 หมู่ 1 ต.บ้านแพ้ว อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร 74120

E - mail suchart11111@hotmail.com

พิมพ์ที่ ตจก.SPS 1999 ม.เพชรอนันต์ เขตคันนาวา กรุงเทพฯ ๑ 10230 โทร 086-341-1410

คำนำ

หนังสือฟิสิกส์ ม.6 เล่มนี้ เรียบเรียงขึ้นตรงตามหลักสูตร ของสสท.โดยเน้น การสื่อความหมายด้วยภาพ เพราะเชื่อว่าถ้าผู้เรียนได้เรียนรู้จากภาพ จะทำให้เข้าใจเนื้อหา ได้ง่ายขึ้น ราคาของหนังสืออาจจะแพงไปบ้างเนื่องจากเป็นการจัดทำแบบปรี้นท์จำนวน น้อย หวังว่าท่านคงจะเข้าใจและให้การสนับสนุน

หนังสือนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจาก ผศ.วัฒนา เตชะนะ ม.ราชภัฏสงขลา และผศ.จรัส บุณยธรรมา ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่นระดับอุดมศึกษา ที่ได้ให้คำแนะนำที่มี ประโยชน์ รวมถึงผู้บริหารมหาวิทยาลัย ฯ ทุกระดับชั้นที่สนับสนุนส่งเสริมการทำผลงาน วิชาการและส่งเสริมการให้บริการทางวิชาการแก่ชุมชนและสังคม จึงขอขอบพระคุณทุกท่าน มา ณ โอกาสนี้

สำหรับท่านที่สนใจหนังสือของกระผมแต่หาซื้อไม่ได้ สามารถสั่งซื้อได้ทางไลน์ หรือเฟสบุ๊คสุชาติ สุภาพ

สุชาติ สุภาพ

โทรศัพท์ 083-920-3825



ID LINE

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 15 ไฟฟ้าและแม่เหล็ก	4
1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก	4
1.1.1 สนามแม่เหล็ก	13
1.1.2 สนามแม่เหล็กโลก	13
1.1.3 ฟลักซ์แม่เหล็ก	16
1.1.4 การเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าในสนามแม่เหล็ก	40
1.2 กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก	48
1.3 แรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก	48
1.4 แรงระหว่างเส้นลวดตัวนำสองเส้นที่ขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน	60
1.5 แรงกระทำต่อขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและอยู่ในสนามแม่เหล็ก	68
1.6 การประจุผลลัพธ์ของสนามแม่เหล็กต่อตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน	69
1.7 กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	77
1.8 แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำจันกลับในมอเตอร์	89
1.9 หม้อแปลงไฟฟ้า	90
1.10 ค่าของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้ากระแสสลับ	102
1.11 การนำความรู้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์	128
บทที่ 2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	133
2.1 ทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์เวลล์และการทดลองของเฮิร์ตซ์	135
2.2 การแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสสารอากาศ	137
2.3 สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	144
2.3.1 คลื่นวิทยุ	145
2.3.2 คลื่นไมโครเวฟ	158
2.3.3 รังสีอินฟราเรด	164
2.3.4 แสง	171
2.3.5 รังสีอัลตราไวโอเลต	176
2.3.6 รังสีเอกซ์	180
2.3.7 รังสีแกมมา	187

บทที่ 1

ไฟฟ้าและแม่เหล็ก

ไฟฟ้า

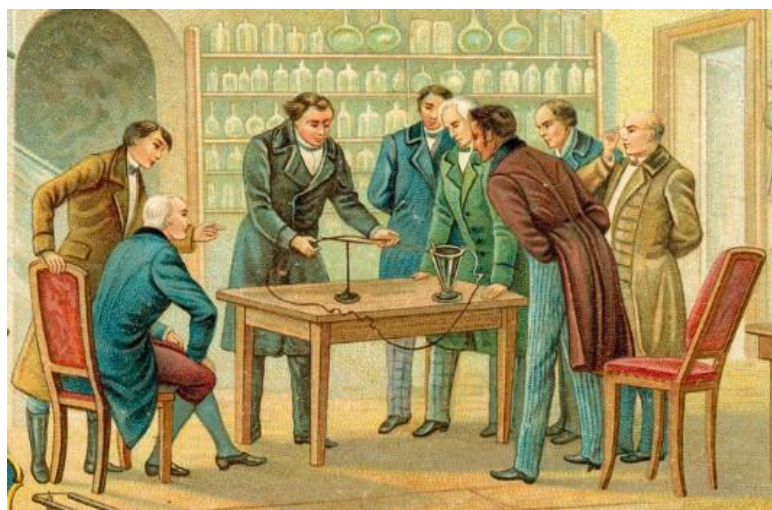
ไฟฟ้าหมายถึงพลังงานรูปแบบหนึ่งที่เกิดจากการแยกตัวออกมาของประจุไฟฟ้า หรือการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า ปัจจุบันมีการนำเอาพลังงานไฟฟ้ามาใช้งานด้านต่าง ๆ อย่างมากมาย จนอาจถือได้ว่าเป็นปัจจัยที่ 5 ของมนุษย์

แม่เหล็ก

แม่เหล็กหมายถึงแร่ หรือโลหะที่มีสมบัติดูดวัตถุอื่นที่ทำด้วยสารแม่เหล็กได้ แม่เหล็กเป็นแร่หรือโลหะที่มีสมบัติดูดเหล็กได้ในประวัติศาสตร์ พบว่าสารแม่เหล็กในหินแมกเนไซต์ โดษบริเวณรอบสารแม่เหล็กจะมีสนามแม่เหล็กแผ่ออกมา ปัจจุบันพบว่ามีการอื่นที่ทำให้เป็นแม่เหล็กได้ เช่น นิกเกิล โคบอล แมงกานีส ในปี ค.ศ. 1600 William Gilbert เสนอว่าโลกก็เป็นแม่เหล็กถาวรตัวเหมือนกัน

1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

เออร์สเตด คาสตราจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ ประจำมหาวิทยาลัยโคเปนเฮเกน ประเทศเดนมาร์ก พบความสัมพันธ์ระหว่างไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กด้วยความบังเอิญ ในขณะที่บรรยายวิชาฟิสิกส์ในหัวข้อ คุณสมบัติของกระแสไฟฟ้า เขาพบว่าสายไฟที่มีกระแสไฟฟ้าไหล จะทำให้เข็มทิศเบี่ยงเบนไปจากแนวเหนือใต้ได้



รูป 1.1 การทดลองของเออร์สเตด

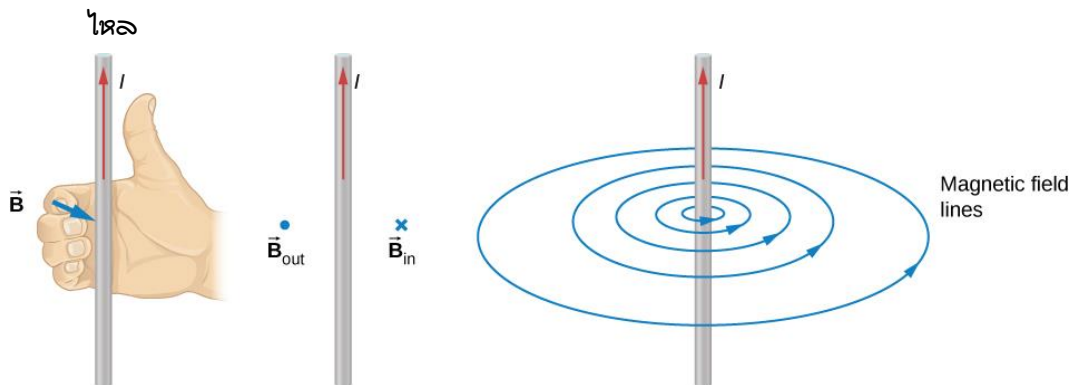
ฟิสิกส์ ม.6 ไฟฟ้า - แม่เหล็ก และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ในช่วงนั้นนักวิทยาศาสตร์หลายคนพยายามแข่งขันกันเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เออร์สเตดพบ คนที่อธิบายได้ดีและชัดเจนคือ แอมแปร์, บีโธ และซาวาร์ต จึงมีการตั้งเป็นกฎของแอมแปร์ และกฎของบีโธ - ซาวาร์ต ทั้งกฎของแอมแปร์ และกฎของบีโธ - ซาวาร์ต เป็นกฎที่ใช้ในการคำนวณหาสนามแม่เหล็กที่แผ่ออกมาจากเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลได้เหมือนกัน กฎของแอมแปร์ เหมาะที่จะนำมาใช้หาสนามแม่เหล็กที่มีลักษณะสมมาตร เช่น สนามแม่เหล็กจากขดลวดโซลินอยด์ ขดลวดทอริง หรือเส้นลวดเส้นตรงที่มีกระแสไฟฟ้าไหล ส่วนกฎของบีโธ - ซาวาร์ต เหมาะที่จะนำมาใช้หาสนามแม่เหล็กที่มีลักษณะไม่สมมาตร เช่น เส้นลวดที่โค้งงอ และมีกระแสไฟฟ้าไหล ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการพบของเออร์สเตด นำไปสู่ทฤษฎีความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กกับกระแสไฟฟ้า

ความเป็นแม่เหล็กของสารเกิดขึ้นได้อย่างไร

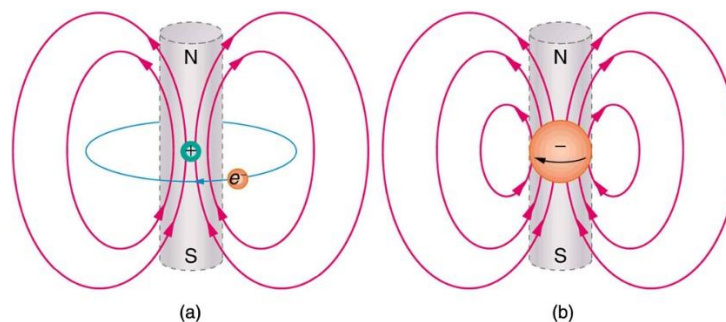
แอมแปร์ได้เสนอว่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลวนในระดับอะตอมเป็นต้นเหตุของปรากฏการณ์ทางแม่เหล็กทุกอย่าง สนามแม่เหล็กจากสารแม่เหล็กเกิดขึ้นได้ 3 ทาง ดังนี้

- 1) เกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า เช่นสนามแม่เหล็กที่แผ่ออกมาจากเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้า



รูป 1.2 สนามแม่เหล็กที่แผ่ออกมาจากเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้า

- 2) อิเล็กตรอนโคจรรอบนิวเคลียสในอะตอม เช่นสนามแม่เหล็กที่แผ่ออกมาจากแท่งแม่เหล็กถาวร
- 3) อิเล็กตรอนหมุนรอบตัวเอง หรือที่เรียกว่า electron spin เช่นสนามแม่เหล็กที่แผ่ออกมาจากแท่งแม่เหล็กถาวร



รูป 1.3 (a) อิเล็กตรอนโคจรรอบนิวเคลียส

(b) อิเล็กตรอนหมุนรอบตัวเอง

ฟิสิกส์ ม.6 ไฟฟ้า - แม่เหล็ก และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

สนามแม่เหล็กที่แผ่ออกมาจากแท่งแม่เหล็กธรรมชาติส่วนใหญ่เกิดมาจากการหมุนรอบตัวเองของอิเล็กตรอน ส่วนสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมาจากสารอื่นส่วนมากเกิดจากการโคจรรอบนิวเคลียสของอิเล็กตรอน ถึงแม้ในทางทฤษฎีไม่ได้บอกว่าแม่เหล็กจะต้องมี 2 ขั้ว แต่ในความเป็นจริง จะพบว่าแม่เหล็กมี 2 ขั้วเสมอ

ความเข้มสนามแม่เหล็กมีหน่วยเป็น “เทสลา” (T) หรือเกาส์ (G)

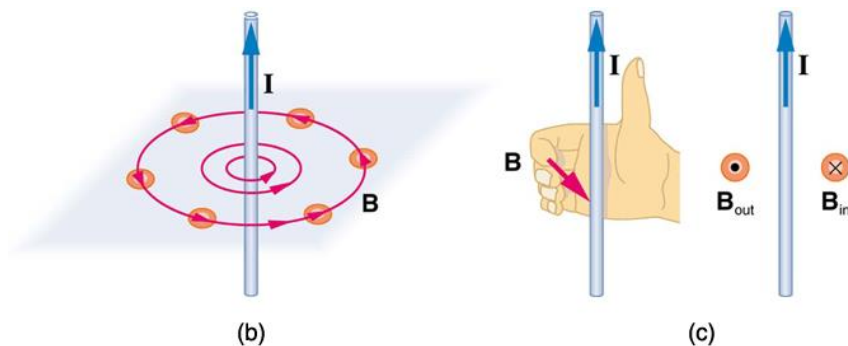
1 เทสลา = 1 เวเบอร์/ตารางเมตร

1 เกาส์ = 10^{-4} เทสลา

1 เทสลา = 10000 เกาส์

ทิศของสนามแม่เหล็กที่แผ่ออกมาจากเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหล

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในสายไฟฟ้าหรือตัวนำใด ๆ จะมีสนามแม่เหล็กแผ่ออกมาก ทิศของสนามแม่เหล็กหาได้จากกฎมือขวา



รูป 1.4 ทิศของสนามแม่เหล็กที่แผ่ออกมาจากเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหล

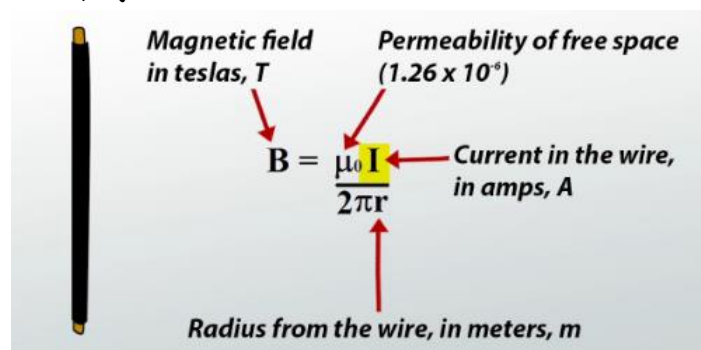
โดยความเข้มของสนามแม่เหล็กที่แผ่ออกมามีค่าขึ้นอยู่กับระยะห่างจากลวด

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

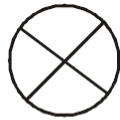
เมื่อ $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm / A}$

I คือกระแสไฟฟ้าที่ไหลในเส้นลวด

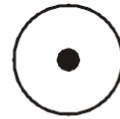
r คือระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของเส้นลวด



ฟิสิกส์ ม.6 ไฟฟ้า - แม่เหล็ก และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



*Magnetic field
going into the page*



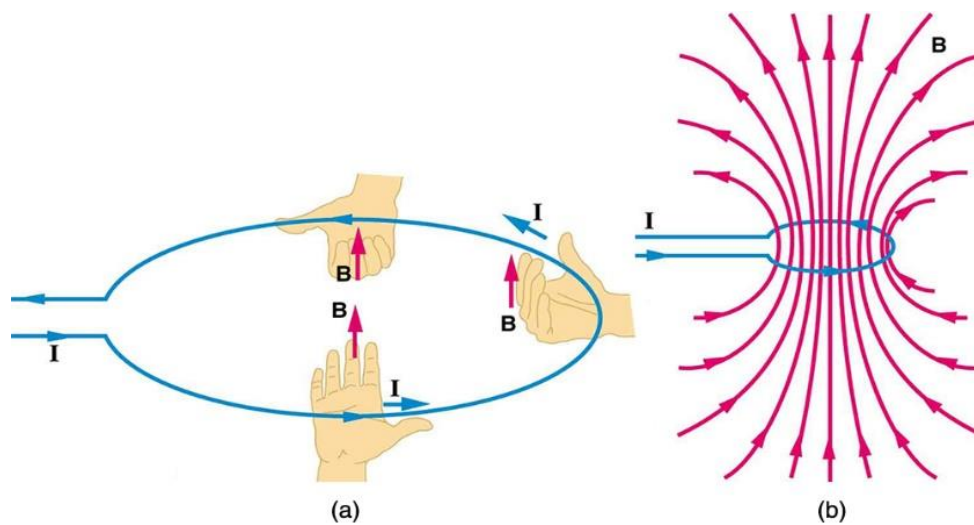
*Magnetic field
coming out of the page.*

รูป 15.5 สนามแม่เหล็กพุ่งเข้าในกระดาษ

สนามแม่เหล็กพุ่งออกจากหน้ากระดาษ



รูป 1.6 การทดลองที่แสดงให้เห็นว่าเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าจะมีสนามแม่เหล็กแผ่ออกมาโดยรอบ



รูป 1.7 สนามแม่เหล็กที่แผ่ออกมาจากเส้นลวดที่ขดเป็นวงกลม