# บทที่ 5
# สรุปผลวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความเข้าใจเรื่องไฟฟ้าและแม่เหล็กของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในแขวงสะหวันนะเขต ประเทศลาวโดยทำการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายปีที่7จาก6 ตัวเมืองรวม 14 โรงเรียนจำนวน420คนนำมาวิเคราะห์จากการทดสอบ สามารถสรุปผลการศึกษาที่ได้ดังนี้

**5.1สรุปผลที่นักเรียนตอบแบบสอบถาม**

จากการวิเคราะห์ลักษณะคำตอบของนักเรียนจำนวน420คนจากการตอบแบบทดสอบความเข้าใจด้านไฟฟ้าและแม่เหล็ก (CSEM) ซึ่งเป็นแบบทดสอบมาตรฐานชนิดปรนัย จำนวน 32 ข้อและคำตอบถูกแยกเนื้อหาย่อยที่ครอบคลุมทั้งหมด11 เนื้อหา แต่เนื่องจากแต่ละเนื้อหามีความเกี่ยวโยงกันจึงสามารถสรุปได้ทั้งหมด 7 เนื้อหาหลัก ดังนี้

**5.1.1 ตัวนำและฉนวน**

เนื้อหาตัวนำและฉนวนจากข้อ1,2และ13 ในข้อที่1นักเรียนตอบได้ถูกต้องถึง52% และตอบข้อที่ 2ได้ถูกต้องถึง 48% แสดงว่า นักเรียนจำนวนมากมีความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาตัวนำและฉนวน แต่ในข้อที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่ที่ตอบผิดเลือกตอบข้อ กว่าประจุลบส่วนเกินทั้งหมดยังคงอยู่บริเวณรอบๆจุด P และเลือกตอบข้อ ค ว่าประจุลบส่วนเกินเหล่านี้จะกระจายอยู่บนผิวด้านในและด้านนอกของทรงกลมอย่างสม่ำเสมอในข้อที่2 นักเรียนส่วนใหญ่ที่ตอบผิดเลือกตอบข้อ ข ว่าประจุลบส่วนเกินเหล่านี้จะกระจายอยู่บนผิวด้านนอกของทรงกลมอย่างสม่ำเสมอแสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถที่จะแยกแยะความแตกต่างระหว่างตัวนำและฉนวนได้ ในคำถามที่ 13 และ14มีลักษณะสถานการณ์คล้ายกัน (รูปประกอบคำถามคล้ายกัน)ในคำถามที่ 13 มีนักเรียนไม่ถึงครึ่งเลือกคำตอบที่ถูก 47% ในคำถามที่ 14 เป็นการประยุกต์ใช้กฎที่สามของนิวตันในสถานการณ์ทางไฟฟ้า ซึ่งการเลือกคำตอบของนักเรียนยังคงแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจที่ผิดของกฎข้อที่สามของนิวตัน โดยนักเรียนตอบข้อ ง ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกได้เพียง40%

**5.1.2.กฎของคูลอมบ์**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เนื้อหากฎของคูลอมบ์อยู่ในข้อที่ 3,4 และ 5ในข้อที่ 3 ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้กฎของคูลอมบ์อย่างง่ายที่สุด ส่วนมากมีนักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง 51% แต่ในคำถามที่ 4ซึ่งมีลักษณะที่บังคับให้ใช้กฎของคูลอมบ์ในการคิดหาแรงของประจุ คำตอบที่ถูกคือข้อ ข นักเรียนเพียง 35% ตอบถูกต้อง แสดงว่านักเรียนหลายๆ คนไม่สามารถใช้กฎข้อที่สามของนิวตันหรือกฎของคูลอมบ์ในการคิดหาแรงของประจุ โดยนักเรียนยังเชื่อว่าวัตถุที่มีขนาดใหญ่ออกแรงกระทำมากกว่าวัตถุที่มีขนาดเล็ก ในคำถามที่ 5 แสดงให้เห็นถึงการลดขนาดของวัตถุให้เล็กลงเพื่อตอบสนองตามกฎของคูลอมบ์เมื่อมีการเปลี่ยนระยะทางพบว่ามีกลุ่มนักเรียนที่ตอบข้อ ค เป็นคำตอบที่ถูกถึง45%และนักเรียนตอบผิดเลือกตอบข้อ ง เพียง20%แสดงว่านักเรียนบางส่วนเข้าใจว่าแรงแปรผกผันตามระยะทางระหว่างประจุ แต่ไม่ได้คิดถึงระยะทางกำลังสอง

**5.1.3.สนามไฟฟ้าและแรง**

เนื้อหาสนามไฟฟ้าและแรงในข้อที่ 6,23 และ 28ดูเหมือนนักเรียนส่วนมากค่อนข้างไม่มีความเข้าใจสำหรับเรื่องสนามไฟฟ้าและแรงจากข้อที่ 6นักเรียนตอบถูก 34% แสดงว่ามีความเข้าใจต่อสนามไฟฟ้าสร้างขึ้นโดยประจุหรือลวดตัวนำน้อยเพราะว่านักเรียนส่วนใหญ่กำหนดทิศทางของแรงที่เกิดจากประจุไม่ได้ เมื่อพิจารณาสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าในคำถามที่28ซึ่งเป็นคำถามที่ซับซ้อน นักเรียนจึงตอบถูกเพียง37% ในข้อที่ 23 พบว่าความเข้าใจของกลุ่มนักเรียนยังไม่ดีโดยเลือกคำตอบข้อ ค เป็นคำตอบที่ถูกเพียง34%จากผลจากทั้งสองข้อแสดงถึงปัญหาความเข้าใจของนักเรียนคือการเลือกทิศทางของสนามแม่เหล็กไม่ถูกต้องและมีปัญหาการใช้กฎมือขวาเพื่อกำหนดทิศทางของกระแสไฟฟ้าและทิศทางของสนามแม่เหล็ก

**5.1.4.งาน ศักย์ไฟฟ้า สนามและแรง**

เนื้อหางาน ศักย์ไฟฟ้า สนามและแรงจากข้อที่ 10,11,12,15, 17,19 และ 20ในข้อที่ 10 เป็นคำถามที่ระบุว่า ประจุจะมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวในสนามไฟฟ้านักเรียนตอบได้ถูกต้อง 41%ในข้อที่ 11นักเรียนตอบได้ถูกต้อง 48% ในข้อที่ 12นักเรียนตอบได้ถูกต้อง 51% ในข้อที่ 15นักเรียนตอบได้ถูกต้อง 51%ข้อที่ 19เกี่ยวกับสนามไฟฟ้าที่กระทำต่อประจุซึ่งบ่งบอกทิศทางของสนามไฟฟ้านักเรียนตอบได้ถูกต้อง 50% ในข้อที่ 17เป็นการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้านักเรียนตอบได้อย่างถูกต้อง 46% ข้อที่ 20นักเรียนตอบได้ถูกต้อง 51%แสดงว่า นักเรียนประมาณครึ่งมีความเข้าใจเกี่ยวกับงาน ศักย์ไฟฟ้า สนามและแรงจากการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงในการกำหนดศักย์ไฟฟ้าแต่ในทางตรงข้ามก็คือมีนักเรียนกลุ่มที่ตอบคำถามไม่ถูกคือกำหนดทิศทางของสนามไฟฟ้าไม่ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**5.1.5.แรงแม่เหล็ก**

เนื้อหาแรงแม่เหล็กจากข้อที่ 21,22,25,27 และ 31ในข้อที่ 21 เป็นคำถามที่ระบุว่า ประจุจะมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวในสนามแม่เหล็กนักเรียนตอบถูกต้อง 48%ในข้อที่ 22เป็นคำถามที่ระบุว่าการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนตามวิถีโค้งนักเรียนตอบถูกต้อง 26% ในข้อที่ 25 คำถามที่ระบุว่า การหาทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดจากการไหลของกระแส นักเรียนตอบถูกต้องเพียง40% ข้อที่ 27นักเรียนตอบถูกต้อง 37%คำถามที่ระบุว่าการหาแรงแม่เหล็กที่เกิดจากประจุและในข้อที่ 31นักเรียนตอบได้ถูกต้อง 40% ซึ่งเป็นคำตอบเกี่ยวกับการกระจายของประจุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวจากผลของการตอบคำถามในด้านเรื่องแรงของแม่เหล็ก แสดงให้เห็นถึงปัญหาของนักเรียน คือนักเรียนยังไม่เข้าใจในด้านการกำหนดทิศทางของสนามแม่เหล็กอันเนื่องมาจากทิศทางของกระแสและประจุบนตัวนำ ซึ่งทำให้นักเรียนไม่สามารถหาแรงของแม่เหล็กได้

**5.1.6.กฎของฟาราเดย์**

เนื้อหากฎของฟาราเดย์จากข้อที่ 29และ32จัดอยู่ในการเหนี่ยวนำแม่เหล็กของกฎฟาราเดย์จากคำข้อที่29 นักเรียนตอบถูกเพียง35% ในคำถามนี้ลักษณะตัวเลือกที่นักเรียนตอบ แสดงว่านักเรียนไม่ทราบว่า เมื่อใดจะมีการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์แม่เหล็กในคำถามที่ 32 นักเรียนตอบถูกเพิ่มขึ้นเป็น47%ในคำถามนี้ระบุว่าแหล่งกำเนิดไฟฟ้าแปลงค่าได้ถูกนำมาต่อไว้กับขดลวดและแอมมิเตอร์ใกล้ๆกันนั้นมีอีกขดลวดหนึ่งวางอยู่และต่อกับโวลต์มิเตอร์ค่าที่อ่านจากแอมมิเตอร์ที่เวลาต่างๆแสดงดังกราฟปัญหาของนักเรียนที่ตอบคำถามไม่ถูกต้องน่าจะมีสาเหตุมาจากการอ่านค่าจากกราฟไม่ถูกต้อง

**5.1.7 กฎข้อสามของนิวตัน**

นักเรียนมากกว่าครึ่งไม่เข้าใจกฎข้อที่สามของนิวตันขยายไปถึงสภาวะทางไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก ซึ่งแสดงโดยการตอบคำถามที่ 7และ24ในคำถามที่7 นักเรียนประมาณ43%เลือกคำตอบที่สอดคล้องกับกฎข้อที่สามของนิวตัน นักเรียนส่วนใหญ่ตอบข้อ ก และ ค ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้องจากปัญหาของกฎข้อที่สามของนิวตันในคำถามที่24 ถามเกี่ยวกับเส้นลวดสองเส้นที่วางไว้ใกล้กันและขนานกันโดยมีกระแสไหลในทิศทางเดียวกันนักเรียนเพียง 42% เลือกคำตอบที่ถูกคือข้อ ค เส้นลวดดึงดูดกันด้วยแรงขนาดเท่ากัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**5.2 สรุปผลของการตอบแบบสอบถามแต่ละโรงเรียนที่มีคะแนนต่าง**

จากการสำรวจและเก็บข้อมูลของผู้วิจัยในแต่ละโรงเรียนสาเหตุที่การตอบแบบสอบถามของนักเรียนในแต่ละโรงเรียนได้คะแนนที่ต่างกัน เนื่องจากสภาพการจัดการเรียนการสอนแต่ละท้องถิ่นมีความต่างกันและจากข้อมูลที่ได้รับจากผู้อำนวยการโรงเรียนในแต่ละโรงสามารถสรุปสภาพปัญหาที่พบคือ

1. ขาดแคลนครูผู้สอนที่จบการศึกษาด้านฟิสิกส์โดยตรง การสอนวิชาฟิสิกส์บางโรงเรียนต้องใช้ครูที่จบวุฒิการศึกษาเพียงชั้นปริญญาวิชาชีพชั้นสูง (ป.ว.ส.) มาสอน

2. อาคารเรียนและห้องเรียนของบางโรงเรียนยังมีจำนวนไม่เพียงพอ ประกอบกับสภาพห้องเรียนที่มีบางส่วนอยู่ในสภาพที่ทรุดโทรมไม่ตอบสนองกับการเรียนการสอน เช่น ถ้าฝนตกลมแรงต้องได้หยุดพักการเรียนการสอน

3. ความพร้อมที่จะเรียนรู้ด้านฟิสิกส์ของนักเรียนแต่ละโรงต่างกัน ซึ่งมีสาเหตุมาจากพื้นฐานความรู้ต่างกัน ความสามารถในการรับรู้ต่างกันอีกทั้งสภาพแวดล้อมต่างๆดังกล่าวข้างต้น ก็มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

แต่จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างโรงเรียนในเมืองและโรงเรียนในชนบทพบว่านักเรียนในชนบทหลายโรงทำคะแนนได้ดีกว่าโรงเรียนในเมืองบางแห่ง ดังนั้นสภาพปัญหาที่ 2 เกี่ยวกับเรื่องความพร้อมของอาคารและสถานที่ของโรงเรียนไม่น่าจะมีผล และสภาพปัญหาที่ 3 ก็น่าจะไม่มีผลเท่าใดนัก เพราะนักเรียนในโรงเรียนเขตชนบททำคะแนนได้ดีกว่าโรงเรียนในเมือง จากที่ผู้วิจัยสำรวจพบว่าปัญหาที่ 1 ความพร้อมของครูน่าจะเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้นักเรียนในแต่ละโรงเรียนทำคะแนนได้ต่างกัน

**5.3ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการเรียนการสอน**

จากผลของการทดสอบที่นักเรียนได้คะแนนต่ำโดยเฉพาะหัวข้อแรงแม่เหล็กผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะแนวทางการสอนบางหัวข้อโดยใช้สื่อสาธิตประกอบการสอนผู้สอนอาจใช้อุปกรณ์ช่วยประกอบการอธิบายถึงสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแรงแม่เหล็กเพื่อลดการใช้ภาษาที่เป็นอุปสรรคอย่างหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจ สื่อสาธิตในที่นี้อาจจะเป็นแบบจำลองหรืออาจจะเป็นภาพจำลองเกี่ยวกับแรงแม่เหล็ก

สำหรับการสอนของครูในหัวข้อแรงแม่เหล็กครูต้องอธิบายเส้นแรงแม่เหล็ก (Magnetic field lines)เป็นเส้นแสดงทิศของสนามแม่เหล็กรอบๆ แท่งแม่เหล็ก และแสดงความเข้มของสนามแม่เหล็กด้วย เส้นแรงออกมาจากขั้วเหนือเข้าทางขั้วใต้ ซึ่งทิศทางเส้นแรงแม่เหล็กนั้นนิยมใช้หัวลูกศรชี้ให้เห็นชัดและแนะนำให้เรียนรู้เกี่ยวกับ แรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

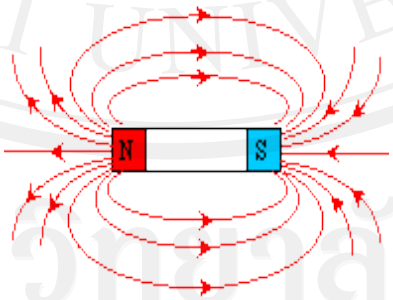
ไฟฟ้าซึ่งเคลื่อนที่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านเมื่อวางอยู่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก และแรงแม่เหล็กระหว่างลวดตัวนำสองเส้นที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและวางขนานกัน[10]โดยการสอนของครูอาจแนะนำให้นักเรียนรู้ในด้านขั้วเหนือ ขั้วใต้ของแม่เหล็กกฎมือขวาและต้องให้นักเรียนรู้การใช้สมการที่เกี่ยวกับแรงแม่เหล็กรายละเอียดดังต่อไปนี้

**5.3.1 เส้นแรงแม่เหล็กและคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็ก**

เส้นแรงแม่เหล็กเพื่อความสะดวกในการศึกษาเรื่องแรงแม่เหล็กจึงกำหนดกันว่าสนามแม่เหล็กมีลักษณะประกอบด้วยเส้นแผ่กระจายเต็มสนามแม่เหล็ก และกำหนดเรียกเส้นต่างๆเหล่านี้ว่า เส้นแรงแม่เหล็ก เมื่อเข็มทิศอยู่ในตำแหน่งมักจะวางตัวไปตามทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กในสนามนั้น เราจึงควรใช้เข็มทิศช่วยในการหาเส้นแรงแม่เหล็กในสนามแม่เหล็กได้ โดยวางเข็มทิศลงในสนามนั้น ใช้ดินสอจุดตำแหน่งของปลายขั้ว N-Sของเข็มทิศไว้แล้วค่อยๆ เลื่อนเข็มทิศไปเรื่อยๆ ทิศของเส้นแรง คือ ทิศที่ขั้วเหนือของเข็มทิศชี้ไป บริเวณที่ประกอบด้วยเส้นแรงแม่เหล็กดังกล่าวนี้คือ บริเวณสนามแม่เหล็กนั่นเอง ถ้าบริเวณใดมีสนามแม่เหล็กแรงมาก เช่น บริเวณใกล้ขั้วแม่เหล็ก เราสามารถใช้ผงตะไบเหล็กโรยเพื่อหาเส้นแรงแม่เหล็กแทนที่จะใช้เข็มทิศเส้นแรงแม่เหล็กจากแท่งแม่เหล็กหรือตัวกลางที่กระทำตัวคล้ายกับกับเป็นแท่งแม่เหล็กมีลักษณะดังนี้

1.ภายนอกแท่งแม่เหล็กเส้นแรงแม่เหล็กมีทิศออกจากขั้วเหนือพุ่งเข้าสู่ขั้วใต้

2.ภายในแท่งแม่เหล็กเส้นแรงแม่เหล็กมีทิศทางจากขั้วใต้ผ่านภายในแท่งไปยังขั้วเหนือ




**รูป 5.1**แสดงเส้นแรงแม่เหล็ก [10]

**5.3.2 แรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าซึ่งเคลื่อนที่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก**

เมื่อมีอนุภาคที่มีประจุq เคลื่อนที่เข้าไปในสนามแม่เหล็ก Bจะมีแรงกระทำ F อันเนื่องมาจากสนามแม่เหล็กและอนุภาคที่มีประจุนั้น ทิศของแรงกระทำ หาได้จาก**กฎมือขวา** ซึ่งกล่าวไว้ว่า เมื่อใช้นิ้วหัว แม่มือแทนทิศของแรงF นิ้วชี้แทนทิศของความเร็ว vนิ้วกลางแทนทิศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของสนามแม่เหล็ก B โดยนิ้วทั้งสามวางตั้งฉากซึ่งกันและกันเมื่อหมุนจาก $\vec{V}$ ไป$\vec{B}$จะได้ทิศของ $\vec{F}$กฎนี้ใช้กับประจุบวก ถ้าเป็นประจุลบให้ใช้กับทิศของ$\vec{F}$เป็นตรงกันข้าม

เขียนสมการเวกเตอร์ได้เป็น $\vec{\mathbf{F}} = \mathbf{q}(\vec{\mathbf{V}} \times \vec{\mathbf{B}})$ (5.1)

ขนาดของแรงกระทำ หาจาก $\mathbf{F} = \mathbf{qvB}\sin\boldsymbol{\theta}$ (5.2)

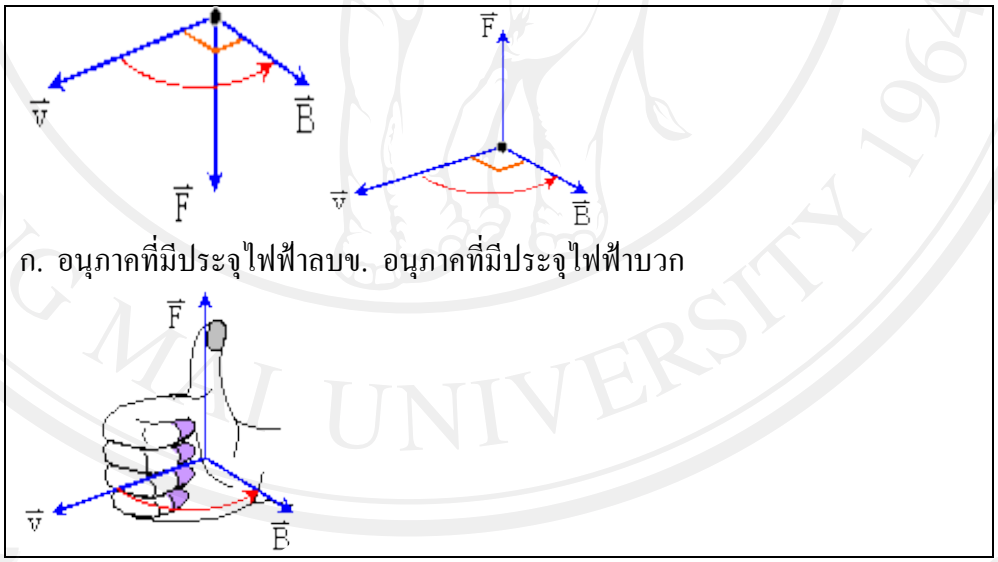
เมื่อ **q** เป็นประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ หน่วยเป็น คูลอมบ์

**v** เป็นความเร็วของประจุไฟฟ้า หน่วยเป็น เมตร/วินาที

**B** เป็นความเข้มของสนามแม่เหล็ก หน่วยเป็น เวบเบอร์/ตารางเมตรหรือเทสลา

**F** เป็นแรงกระทำต่อประจุ หน่วยเป็น นิวตัน

□ แทนมุมระหว่างความเร็วกับสนามแม่เหล็ก




ก. อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าลบข. อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าบวก

**รูป5.2** แสดงแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าซึ่งเคลื่อนที่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก[10]

**5.3.3แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านเมื่อวางอยู่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก**

ถ้ามีลวดตัวนำยาว L และมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเท่ากับ Iแล้ววางอยู่ในสนามแม่เหล็ก B ลวดจะเคลื่อนที่ได้เพราะมีแรงกระทำต่ออิเล็กตรอนอิสระในลวดตัวนำ ดังนั้น ขนาดของแรงจึงหาได้จากสมการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$F = qvB \quad \text{เมื่อ } \vec{V} \perp \vec{B} \tag{5.3}$$

แต่ $$q = It \tag{5.4}$$

และ $$v = \frac{L}{t} \tag{5.5}$$

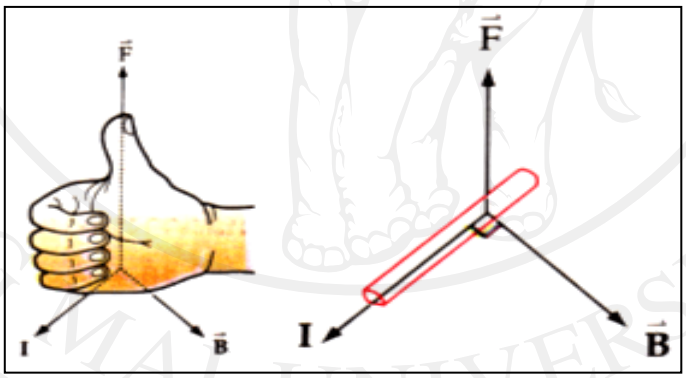
จะได้ $$F = IBL \quad \text{เมื่อ } \vec{I} \perp \vec{B} \tag{5.6}$$

ทิศของแรงกระทำจากกฎมือขวาให้นิ้วหัวแทนทิศของแรง F นิ้วชี้แทนทิศของกระแส I นิ้วกลางแทนทิศของสนามแม่เหล็ก Bเมื่อหมุน (cross) จาก $\vec{I} \perp \vec{B}$จะได้ทิศทางของ F

สมการเวกเตอร์ คือ $$\vec{F} = I(\vec{L} \times \vec{B}) \tag{5.7}$$

ขนาดของแรงกระทำคือ $$F = IBL \sin\theta \tag{5.8}$$

เมื่อ□ □ มุมระหว่างทิศของกระแสไฟฟ้ากับทิศสนามแม่เหล็ก




**รูป5.3**แสดงแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านเมื่อวางอยู่ในบริเวณทีมสนามแม่เหล็ก [10]

**5.3.4 แรงแม่เหล็กระหว่างลวดตัวนำสองเส้นที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและวางขนานกัน**

พิจารณาตัวนำซึ่งอยู่ในรูปของเส้นลวดตรงที่ขนานกันสองเส้นดังรูป5.4(ก) เส้นลวดอยู่ห่างกันเป็นระยะ R และกระแส $I_1$และ $I_2$ในทิศเดียวกัน เนื่องจากลวดทั้งสอง เส้นมีกระแสผ่าน ดังนั้นจึงมีแรงแม่เหล็กบนเส้นลวดแต่ละเส้นจากสนามแม่เหล็กของเส้นลวดอีกเส้นหนึ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในที่นี้เริ่มจากการหาแรง $F_1$บนเส้นลวดที่1 จากสนามแม่เหล็ก$B_2$ของเส้นลวดที่2เส้นลวดที่2 ทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก$B_2$ ในทิศทางตามหลักเกณฑ์มือขวาดังรูป 5.4 (ก) คำนวณได้จากสมการ

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi a} \qquad (5.9)$$

$$\vec{F}_1 = I_1 \vec{L} \times \vec{B}_2 \qquad (5.10)$$

$$F_1 = I_1 L B_2 \sin 90^\circ = I_1 L B_2 \qquad (5.11)$$

$$F_1 = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a} L \qquad (5.12)$$

ในที่นี้เริ่มจากการหาแรง $F_2$ บนเส้นลวดที่2 จากสนามแม่เหล็ก$B_1$ ของเส้นลวดที่1เส้นลวดที่1 ทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก $B_1$ ในทิศทางตามหลักเกณฑ์มือขวาดังรูป 5.4 (ข) คำนวณได้จากสมการ

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi a} \qquad (5.13)$$

$$\vec{F}_2 = I_2 \vec{L} \times \vec{B}_1 \qquad (5.14)$$

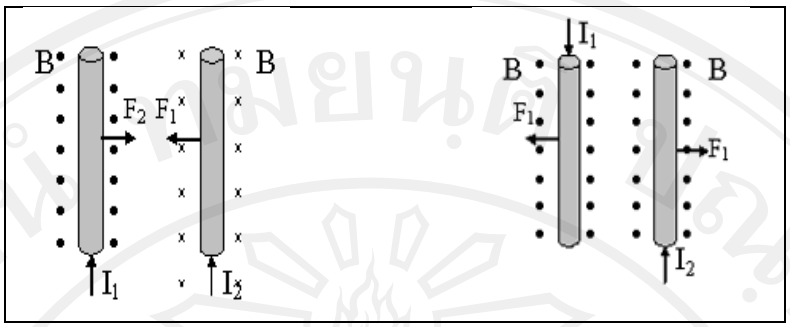
$$F_2 = I_2 L B_1 \sin 90^\circ = I_2 L B_1 \qquad (5.15)$$

$$F_2 = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a} L \qquad (5.16)$$

$\mu_0$สภาพซาบซึมได้ของสุญญากาศมีค่า $4\pi \times 10^{-7} \mathrm{Wb/A.m}$

ตัวนำในแนวขนานกันและนำกระแสในทิศเดียวกันจะออกแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน ส่วนตัวนำที่นำกระแสในทิศตรงกันข้ามจะออกแรงผลักซึ่งกันและกันตามรูป5.4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




**รูป5.4** แสดงแรงแม่เหล็กบนเส้นลวด 1และ 2[10]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved