

คำถามหลัก ขดลวดโซลินอยด์ส่งผลต่อสนามแม่เหล็กอย่างไร?

จุดประสงค์ที่ 1 กระแสไฟฟ้าส่งผลต่อสนามแม่เหล็กอย่างไร?

ตัวแปรต้น กระแสไฟฟ้า (I)

ตัวแปรตาม สนามแม่เหล็ก (B)

ตัวแปรควบคุม ตำแหน่งการวัดในแนวแกนนอนและแนวตั้ง จำนวนรอบขดลวด ขนาดเส้นลวด ชนิดของเส้นลวด ความยาวของขดลวดโซลินอยด์

วิธีการทดลอง

1. นำขดลวดโซลินอยด์ที่ถูกพันไว้แล้วมาต่อวงจรกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (Dc power supply) โดยกำหนดให้ขั้วบวกของขดลวดต่อเข้ากับขั้วบวกของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงต่อแบบขนาน
2. ต่อเทสลาเมตรเข้ากับหัววัด (Probe) ยาว 30 เซนติเมตร แล้วนำขาตั้งสำหรับทดลองมาจับตามหัวจับหัววัด แล้วสอดเข้าไปในรูที่มีขั้วต่อเข้ากับ Dc power supply ลึกเข้าไปในขดลวดโซลินอยด์ 3.8 เซนติเมตร จากปลายหัววัด
3. ต่อมัลติมิเตอร์ คร่อมระหว่างขั้วของขดลวดโซลินอยด์
4. เปิดเครื่อง Tesla meter แล้วปรับศูนย์ให้ค่าสนามแม่เหล็กก่อนการทดลองมีค่าเป็นศูนย์ แล้วเปิด power supply และ multimeter
5. ปรับกระแสไฟฟ้าจาก Dc power supply ให้เป็นศูนย์แล้วดูค่าความเข้มของสนามแม่เหล็กที่ Tesla meter แล้วบันทึกลงในตาราง
6. ปรับกระแสไฟฟ้าเป็น 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0. และวัดค่าสนามแม่เหล็ก B แล้วบันทึกผลการทดลองลงในตาราง
7. วาดกราฟและวิเคราะห์ผล

อุปกรณ์การทดลอง

1. ไม้บรรทัด 30 cm
2. Dc power supply ที่สามารถให้กระแสได้ 2.0 A
3. Tesla meter และหัววัด
4. Multi-Meter

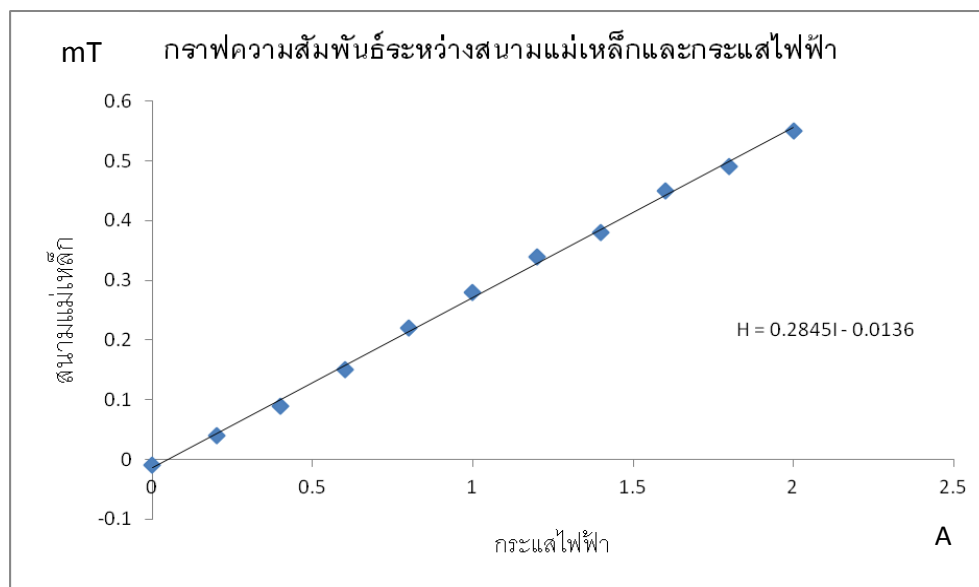
5. ขดลวดโซลินอยด์ (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของขดลวด = 3.9cm จำนวนขดลวด 500 รอบ ขนาดเส้นลวดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 0.16 mm ขดลวดโซลินอยด์ 7.7)

6. สายไฟ 4 เส้น

ตารางบันทึกผลการทดลอง

กระแสไฟฟ้า (I)	สนามแม่เหล็ก B (mT)
0.0	-0.01
0.2	0.04
0.4	0.09
0.6	0.15
0.8	0.22
1.0	0.28
1.2	0.34
1.4	0.38
1.6	0.45
1.8	0.49
2.0	0.55

กราฟการทดลอง



วิเคราะห์ผล

จากผลการทดลองพบว่า เมื่อเพิ่มค่ากระแสไฟฟ้าที่ให้เข้าไปในขดลวดโซลินอยด์ ทำให้ค่าสนามแม่เหล็กเพิ่มขึ้น และสามารถแสดงสมการของแวนโน้มได้ดังนี้

$$B = 0.283I - 0.0136 \quad (1)$$

จากสมการที่ได้จากการทดลอง เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับสมการผลเฉลยจากสมการที่ของแอมแปร์ดังนี้

$$H = \mu_0 n I \quad (2)$$

เมื่อเทียบสมการจากการทดลอง (1) และสมการจากทฤษฎี (2) พบส่วนแตกต่างได้อย่างชัดเจนดังนี้ ในส่วนแรกเป็นส่วนของจุดตัดแกน H ที่ไม่เท่ากับ 0 ซึ่งมีค่าเท่ากับ -0.0136 ซึ่งเป็นลักษณะของไดอะแม็กเนติก โดยปกติสารแม่เหล็กประเภทนี้มีโมเมนต์แม่เหล็กที่มีทิศการวางแนวตรงข้ามกับสนามแม่เหล็กเมื่ออยู่ในสนามแม่เหล็ก และขดลวดโซลินอยด์ที่ใช้ในการทดลองนี้ได้มีการใช้งานมาก่อนหน้านี้แล้ว ในกรณีนี้จากการวิเคราะห์การทดลอง พบว่า วัสดุที่ใช้ทำขดลวดโซลินอยด์คือ ทองแดง เป็นไดอะแม็กเนติก จึงมีสนามแม่เหล็กคงค้าง (Residual magnetization) อยู่ภายในขดลวดอยู่และมีค่าติดลบ ทำให้กราฟไม่ตัดแกน H ที่จุดศูนย์ ซึ่งมีความสอดคล้องกันกับการทดลองเป็นอย่างดี

นอกจากนั้น เมื่อเปรียบเทียบในส่วนในสมการที่ 2 เมื่อกำหนดให้ตัวแปร $\mu_0 n = c$ ซึ่งทำให้สามารถเขียนสมการ 2 ใหม่เป็น

$$H = c I \quad (3)$$

สามารถคำนวณค่า c ได้เท่ากับ 8.16 และเมื่อเทียบสัมประสิทธิ์ระหว่างการทดลองในสมการ (1) และทฤษฎีในสมการ (4) พบว่า สัมประสิทธิ์จากทฤษฎีมีค่าเท่ากับ 8.16 และสัมประสิทธิ์จากการทดลองมีค่าเท่ากับ 0.283 ซึ่งบ่งชี้ว่ามีสนามแม่เหล็กบางส่วนสูญเสียไป การสูญเสียของสนามแม่เหล็กดังกล่าวอาจเกิดจากการรั่วไหลของสนามแม่เหล็ก กล่าวคือ สมมติว่าขดลวดใดๆ ของสนามแม่เหล็กสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมานั้นจะไปรวมหรือเสริมกันกับเส้นแรงแม่เหล็กจากขดลวดวงอื่นไปตลอดเส้นทาง (ตามความยาวของขดลวดโซลินอยด์) แต่อย่างไรก็ตาม หากเส้นแรงแม่เหล็กบางเส้นเกิดหลุดออกนอกเส้นทางจะทำให้เกิดการรั่วไหลของสนามแม่เหล็กขึ้นทำให้ค่าสนามแม่เหล็กรวมมีค่าลดลงอย่างมาก