

บทที่ 15 แม่เหล็กและไฟฟ้า

15.1 สนามแม่เหล็ก

เมื่อแฉวนแท่งแม่เหล็กให้หมุนได้อย่างอิสระในแนวราบ แท่งแม่เหล็กจะวางตัวในแนวเหนือ-ใต้เสมอ โดยปลายที่ชี้ไปทางทิศเหนือเรียกว่าขั้วเหนือ และปลายที่ชี้ไปทางทิศใต้เรียกว่าขั้วใต้ แท่งแม่เหล็กจะมีขั้วเหนือ (N) และขั้วใต้ (S) เสมอ เมื่อนำขั้วแม่เหล็กเข้าใกล้กัน ขั้วเหมือนกันจะผลักกัน ขั้วต่างกันจะดึงดูดกัน สารที่ถูกแม่เหล็กดึงดูดได้เช่น เหล็ก นิกเกิล เรียกว่า สารแม่เหล็ก

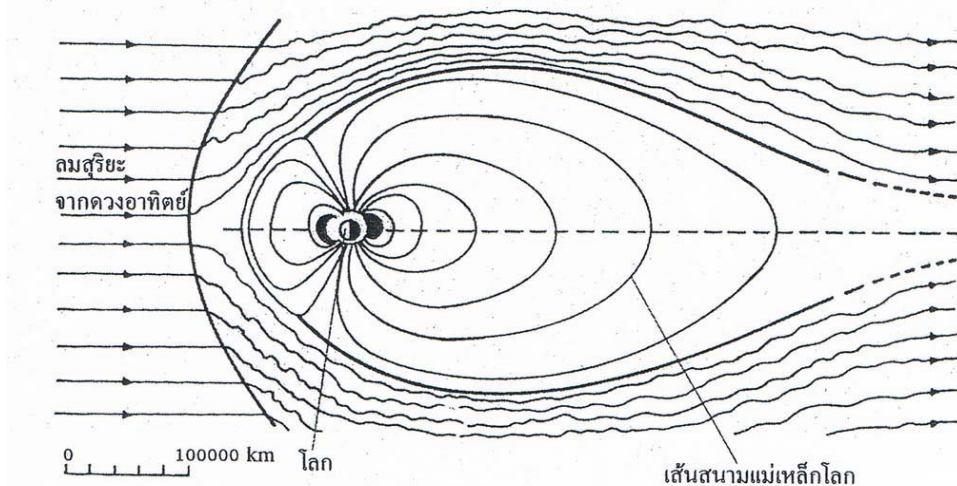
15.1.1 สนามแม่เหล็ก (Magnetic Field , \vec{B}) คือบริเวณหรือขอบเขตที่แท่งแม่เหล็กส่งอำนาจการดึงดูดออกไปถึง อำนาจแม่เหล็กที่ส่งออกไปจากแท่งแม่เหล็ก ส่งออกมาในรูปเส้นแรงแม่เหล็ก

เส้นแรงแม่เหล็ก (Magnetic Line of Force) เป็นเส้นสมมติเสมือนว่าแท่งแม่เหล็กส่งอำนาจได้ไปถึงคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็ก

1. ขั้วเหนือ (N) เส้นแรงแม่เหล็กพุ่งออก
2. ขั้วใต้ (S) เส้นแรงแม่เหล็กพุ่งเข้า
3. เส้นแรงแม่เหล็กจะพุ่งไม่ตัดกัน
4. เส้นแรงแม่เหล็กจะพุ่งจากขั้วเหนือไปขั้วใต้

ประโยชน์ของสนามแม่เหล็ก

คือจะเป็นโล่ป้องกันอันตรายจาก ลมสุริยะ (solar wind) ซึ่งเป็นกระแสอนุภาคที่มีประจุส่วนใหญ่เป็นโปรตอนและอิเล็กตรอนที่ถูกขับออกมาจากดวงอาทิตย์ โดยสนามแม่เหล็กโลกจะป้องกันไม่ให้อนุภาคเหล่านั้นทำลายชั้นบรรยากาศ

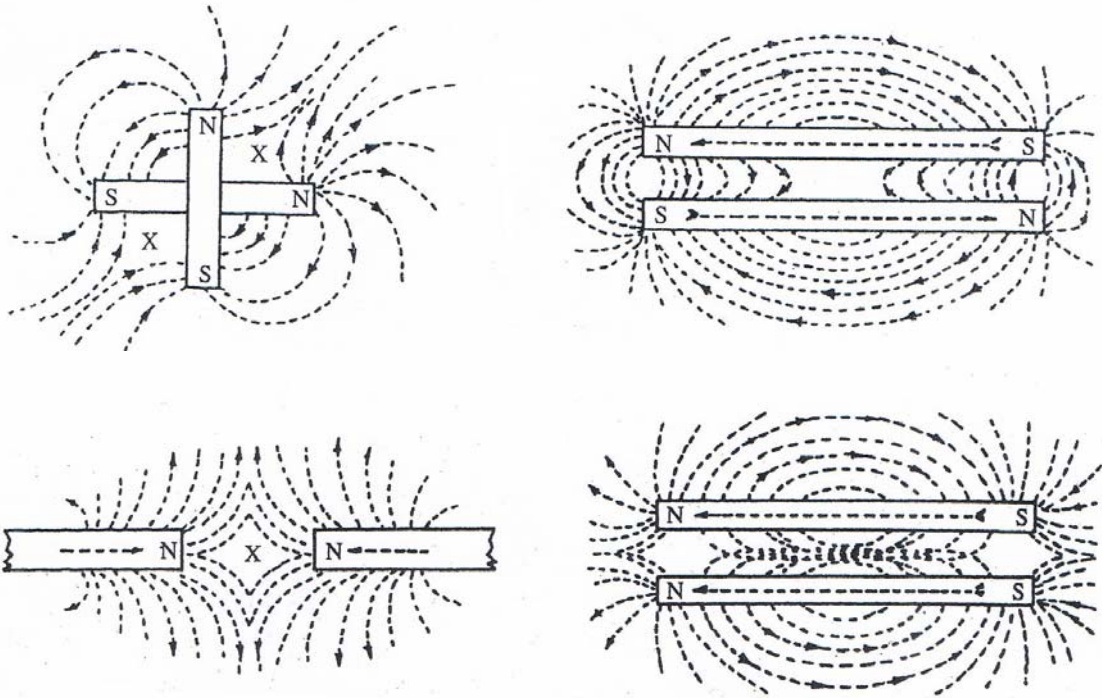


จุดสะเทิน (Neutral Point)

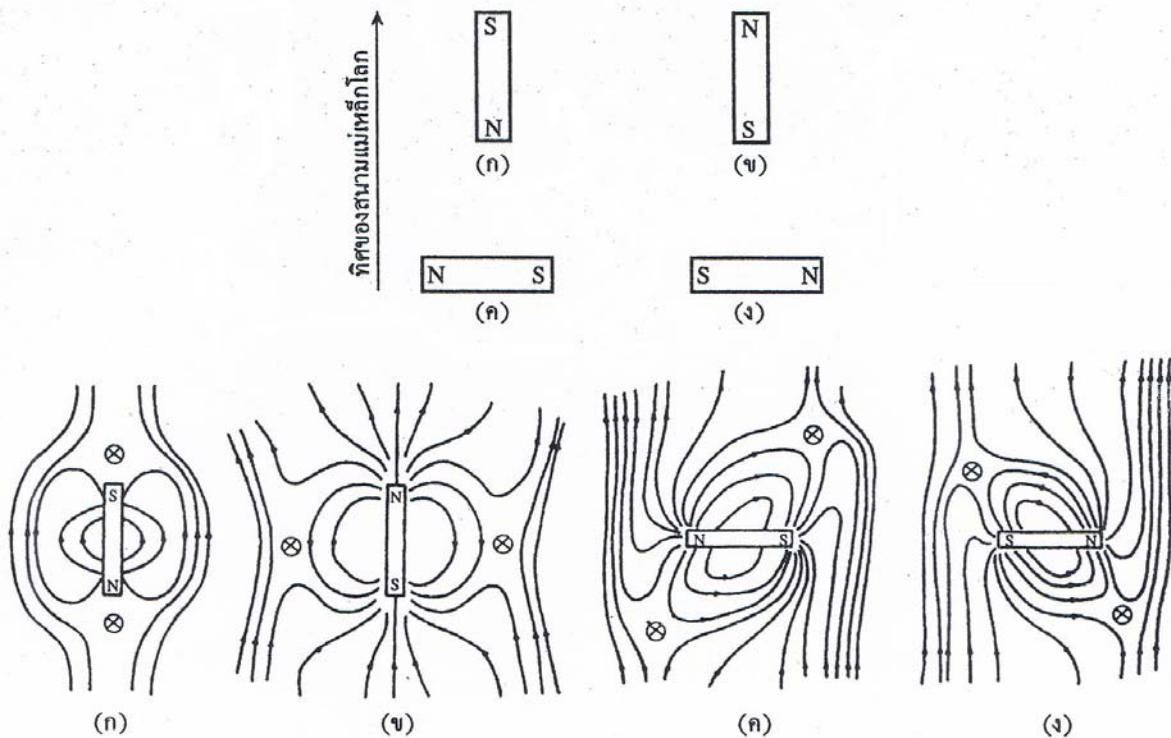
จุดสะเทิน คือจุดที่สนามแม่เหล็กหักล้างกันเป็นศูนย์ ($\sum \vec{B} = 0$)

จุดสะเทิน เป็นจุดในบริเวณสนามแม่เหล็ก โดยที่ความเข้มเนื่องจากสนามแม่เหล็กต่างๆ เกิดการหักล้างกันจนเป็นศูนย์ และเป็นตำแหน่งที่ไม่มีเส้นแรงแม่เหล็กผ่าน ถ้านำเข็มทิศไปวางไว้ตรงจุดสะเทินจะไม่มีแรงแม่เหล็กกระทำต่อเข็มทิศ เป็นผลให้เข็มทิศสามารถวางตัวได้อย่างเสรีได้ทุกทิศทาง

1. จุดสะเทินที่เกิดจากแท่งแม่เหล็ก โดยไม่คำนึงถึงสนามแม่เหล็กโลก



2. จุดสะเทินที่เกิดจากแท่งแม่เหล็ก โดยมีสนามแม่เหล็กโลกมาเกี่ยวข้อง



15.1.2 ฟลักซ์แม่เหล็ก (Magnetic Flux, Φ_B) คือ ปริมาณเส้นแรงแม่เหล็กหรือจำนวนของเส้นแรงแม่เหล็ก สัญลักษณ์ คือ " Φ_B " มีหน่วยเป็น เวบเบอร์(Wb)

ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก หรือ ความเข้มของสนามแม่เหล็ก (Magnetic Flux Density) หมายถึง จำนวนเส้นแรงแม่เหล็กต่อหน่วยพื้นที่ที่เส้นแรงแม่เหล็กตัดตั้งฉาก มีสัญลักษณ์ คือ " B " เป็นปริมาณเวกเตอร์

ให้ B แทน ความเข้มของสนามแม่เหล็ก มีหน่วยเป็นเทสลา(T) หรือ Wb/m^2

ϕ_B แทน ฟลักซ์แม่เหล็ก มีหน่วยเป็นเวบเบอร์(Wb)

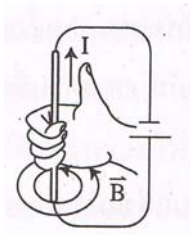
A แทน พื้นที่ที่ตั้งฉาก มีหน่วยเป็นตารางเมตร(m^2)

จากนิยามจะได้ว่า
$$B \sin\theta = \frac{\phi_B}{A}$$

15.1.3 สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าผ่านเส้นลวดตัวนำ

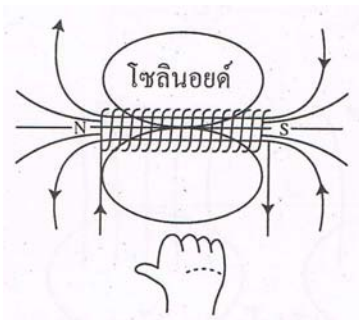
เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำจะเกิดสนามแม่เหล็กรอบลวดตัวนำในลักษณะดังนี้

สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไหลในเส้นลวด



กระแสที่ไหลในลวดจะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมารอบ ๆ ลวดนั้น โดยจะมีทิศตามกฎมือขวา คือใช้มือขวาให้นิ้วหัวแม่มือชี้ตามทิศกระแสไหล นิ้วทั้งสี่ที่กำรอบลวดจะแสดงสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบ ๆ สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแส $B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}$

สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไหลในลวดโซลินอยด์



เมื่อนำเส้นลวดมาดเป็นวง เกิดเป็นลวดโซลินอยด์ แล้วให้กระแสไหล สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะมีสภาพเหมือนเป็นแท่งแม่เหล็ก โดยขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะหาได้จากการใช้มือขวา กำให้นิ้วทั้งสี่ส่วนตามกระแสที่ไหลในลวด นิ้วหัวแม่มือจะชี้ไปด้านปลายที่เป็นขั้วเหนือของแม่เหล็กที่ถูกสร้างขึ้นมา

แบบฝึกหัดทบทวนที่ 15.1

1. สนามแม่เหล็กคือ

ก. บริเวณที่มีแรงกระทำต่อประจุไฟฟ้าที่กำลังเคลื่อนที่ผ่านในบริเวณนั้น ทำให้แนวการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าเบนไปจากเดิม

ข. จำนวนเส้นแรงแม่เหล็กต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่เส้นแรงแม่เหล็กตั้งได้จากนั้น

ค. บริเวณที่มีแรงกระทำต่อเข็มทิศที่วางอยู่ในบริเวณนั้น

ง. ถูกทั้งข้อ 1 ข้อ 2 และ ข้อ 3

2. สนามแม่เหล็กที่เกิดจากแท่งแม่เหล็กมีคุณสมบัติ

1. เป็นปริมาณเวกเตอร์

2. มีความเข้มสม่ำเสมอทุก ๆ จุด

3. มีทิศจากขั้วใต้ไปยังขั้วเหนือผ่านภายในแท่ง

4. มีแรงกระทำต่อสารแม่เหล็กที่วางในบริเวณนั้น

คำตอบที่ถูกต้องคือข้อใด

ก. ข้อ 1, 2 และ 3

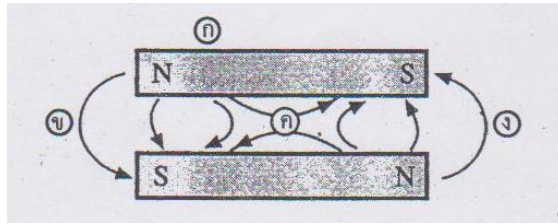
ข. ข้อ 1, 2 และ 4

ค. ข้อ 1, 3 และ 4

ง. ข้อ 2, 3 และ 4

3. แม่เหล็ก 2 แท่ง ขนาดเท่ากันทุกประการวางขนานกันดังรูป จุดสะเทินจะอยู่ในตำแหน่งใด

1. ก
2. ข
3. ค
4. ง



4. ถ้าความเข้มของสนามแม่เหล็กเป็น 4 เทสลา ทำให้เกิดฟลักซ์แม่เหล็กจำนวน 0.002 เวบเบอร์ จงหาพื้นที่ที่ตัดตั้งฉากว่ามีค่าเท่าใด

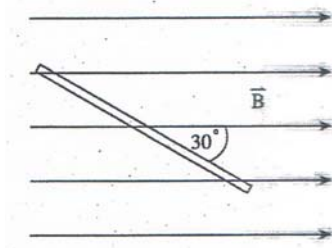
- ก. $5 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ ข. $5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ ค. $8 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ ง. $8 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

5. ขดลวดตัวนำมีพื้นที่ 10 cm^2 วางอยู่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กขนาดสม่ำเสมอ 10 T จงหาค่าฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวด เมื่อระนาบของขดลวดทำมุมตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก

- ก. $1 \times 10^{-2} \text{ Wb}$ ข. $1 \times 10^{-3} \text{ Wb}$ ค. $1 \times 10^{-4} \text{ Wb}$ ง. $1 \times 10^{-5} \text{ Wb}$

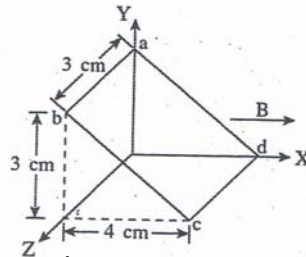
6. ขดลวดของมอเตอร์ไฟฟ้ามีพื้นที่หน้าตัด 0.2 m^2 วางอยู่ในสนามแม่เหล็ก 4 เทสลา โดยมีแนวระนาบของขดลวดทำมุม 30 องศา กับสนามแม่เหล็กดังรูป จงคำนวณหาค่าฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดเท่ากับเท่าใด

- ก. 0.4 Weber
ข. 0.6 Weber
ค. 0.8 Weber
ง. 1.0 Weber



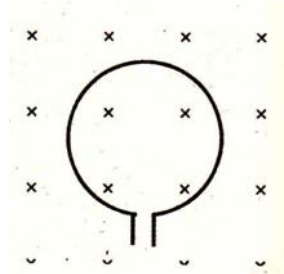
7. จงหาเวกเตอร์แอมแปเทตทเพนขดลวดสี่เหลี่ยมผืนผ้า abcd ถ้ามีสนามแม่เหล็ก B ขนาดสม่ำเสมอ 3 เทสลา ในทิศที่ขนานแกน X ดังรูป

- ก. $1.8 \times 10^{-3} \text{ Weber}$ ข. $2.4 \times 10^{-3} \text{ Weber}$
ค. $2.7 \times 10^{-3} \text{ Weber}$ ง. $3.6 \times 10^{-3} \text{ Weber}$



17. (มข.56) ขดลวดดังรูป วางในสนามแม่เหล็กทิศทางพุ่งเข้า กรณีในข้อใดที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในขดลวด ไหลในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

1. ขนาดสนามแม่เหล็กกำลังลดลง
2. ขนาดสนามแม่เหล็กกำลังเพิ่มขึ้น
3. ขดลวดกำลังเคลื่อนที่ไปทางซ้าย
4. ขดลวดกำลังเคลื่อนที่ไปทางขวา



15.2 แรงแม่เหล็ก

15.2.1 แรงแม่เหล็กกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า

เมื่อประจุ q เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v ผ่านเข้าไปในสนามแม่เหล็ก B ในทิศทำมุม θ กับสนามแม่เหล็กจะเกิดแรงแม่เหล็กกระทำต่อประจุ ขนาด F ตามสูตร

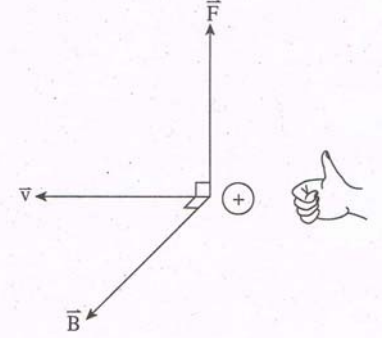
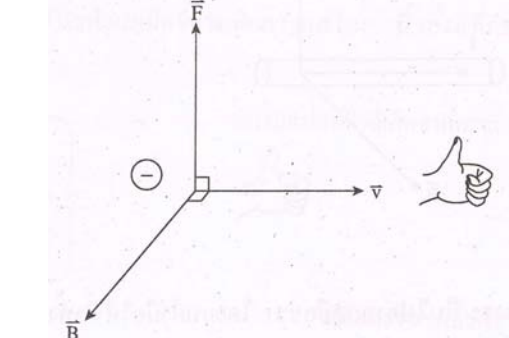
$$F = qvB \sin\theta$$

มุม θ มี 3 แบบ ดังนี้

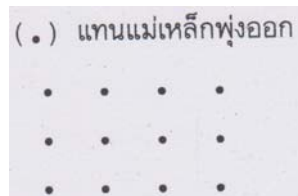
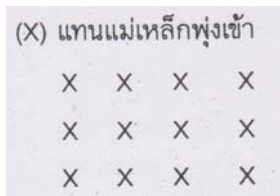
1. $\theta = 0^\circ$	2. $\theta = 90^\circ$	3. $0^\circ < \theta < 90^\circ$
$F = 0$	$F = qvB$	$F = qvB \sin\theta$
ประจุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง	ประจุเคลื่อนที่เป็นวงกลม	ประจุเคลื่อนที่เป็นรูปตะปูเกลียว

กำหนดให้ F แทน แรงที่แม่เหล็กกระทำต่อประจุ (N) q แทน ประจุไฟฟ้า (C)
 v แทน ความเร็ว (m/s) B แทน สนามแม่เหล็ก (T)
 θ แทน มุมระหว่างความเร็ว v (ทิศที่ประจุวิ่ง) กับสนามแม่เหล็ก B

การหาทิศของแรงแม่เหล็กจะหาได้จากการใช้มือแสดง โดยแยกเป็น 2 กรณี ตามชนิดของประจุ คือ

<p>1. ประจุบวก หาได้จากการใช้มือขวาแบฝ่ามือให้นิ้วทั้งสี่ชี้ตามความเร็ว v แล้วงอนิ้วทั้งสี่ให้วนไปตามทิศสนามแม่เหล็ก B นิ้วหัวแม่มือที่กางอยู่จะชี้ทิศของแรง F ที่เกิดขึ้น</p> 	<p>2. ประจุลบ หาได้จากการใช้มือซ้ายแบฝ่ามือให้นิ้วทั้งสี่ชี้ตามความเร็ว v แล้วงอนิ้วทั้งสี่ให้วนไปตามทิศสนามแม่เหล็ก B นิ้วหัวแม่มือที่กางอยู่จะชี้ทิศของแรง F ที่เกิดขึ้น</p> 
--	---

สัญลักษณ์แทนทิศสนามแม่เหล็ก



เนื่องจาก แรงแม่เหล็ก F_B ที่กระทำต่อประจุที่วิ่งในสนามแม่เหล็กนี้เป็นแรงที่ตั้งฉากจึงส่งผลให้ประจุวิ่งเบี่ยงเบนเป็นทางโค้งวงกลม ตามสมการการเคลื่อนที่แบบวงกลม

$$F = \frac{mv^2}{R} = m\omega^2 R \quad \text{เมื่อ} \quad \omega = \frac{\theta}{t} = \frac{2\pi}{T}$$

รัศมีของประจุที่วิ่งในสนามแม่เหล็กในแนวตั้งฉาก จะได้ว่า

$$F_B = F_C$$

$$qvB = \frac{mv^2}{R}$$

$$R = \frac{mv}{qB}$$

และเบี่ยงเบนเป็นมุม θ ในเวลา t จะได้ว่า

$$t = \frac{m\theta}{qB} \quad \text{และ} \quad T = \frac{2\pi m}{qB}$$

อย่างไรก็ตาม ถ้ามีแรงอื่น ๆ มาหักล้าง เช่น แรงไฟฟ้าจากสนามไฟฟ้าก็อาจทำให้ประจุวิ่งเป็นเส้นตรง คือมี $\Sigma F = 0$ ก็ได้

15.2.2 แรงแม่เหล็กกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน

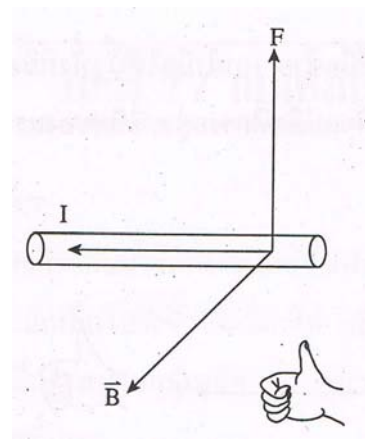
เมื่อประจุเคลื่อนที่ในลวด ก็แสดงว่าลวดนั้นมีกระแสไฟฟ้าไหล ดังนั้น จึงเกิดแรงแม่เหล็กกระทำต่อลวดได้ ตามสูตร

$$F = I B \sin \theta$$

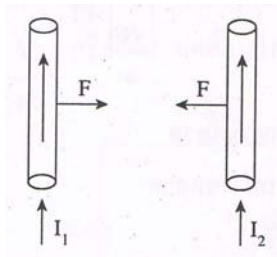
เมื่อ F แทน แรงที่แม่เหล็กกระทำต่อลวด (N) l แทน ความยาวของเส้นลวด (m)
 B แทน สนามแม่เหล็ก (T) θ แทน มุมระหว่าง I กับ B

ทิศของแรงจะเป็นไปตามกฎมือขวา โดยแบฝ่ามือให้นิ้วชี้ชี้ตามทิศกระแส I งอนิ้วชี้ส่วนไปตามทิศสนามแม่เหล็ก B นิ้วหัวแม่มือที่กลางอยู่จะชี้ทิศของแรง F ที่กระทำต่อลวด

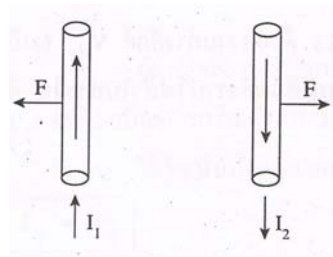
แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดที่มีกระแสไหลในสนามแม่เหล็ก จะกระทำต่อลวดทั้งเส้นที่อยู่ในสนามแม่เหล็กจึงส่งผลให้ลวดเคลื่อนที่ไปทั้งเส้น ซึ่งจะเป็นการเคลื่อนที่แบบมีความเร่งตามกฎนิวตัน คือ $\Sigma F = ma$ และถ้ามีแรงเคลื่อนอื่น ๆ มากระทำต่อลวดอีก ก็อาจทำให้ลวดอยู่ในสภาพสมดุล คือ $\Sigma F = 0$ ก็ได้



15.2.3 แรงระหว่างลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้า



กระแสไหลทางเดียวกัน เกิดแรงดูด



กระแสไหลสวนทางกัน เกิดแรงผลัก

การหาขนาดของแรงหาได้จากสูตร

$$F = 2 \times 10^{-7} \frac{I_1 I_2}{d} l$$

เมื่อ 1 แทน ความยาวของเส้นลวด

d แทน ระยะห่างระหว่างลวด

F แทน แรงระหว่างลวดขนาน

I_1, I_2 แทน กระแสที่ไหลในเส้นลวด

แบบฝึกหัดทบทวน 15.2

- อิเล็กตรอนวิ่งด้วยความเร็ว 10^7 เมตรต่อวินาที เข้าไปในทิศตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กขนาด 10^{-5} เทสลา ขนาดของแรงที่กระทำต่ออิเล็กตรอนเป็นเท่าใด
 ก. 1.6×10^{-16} N ข. 1.6×10^{-17} N ค. 1.6×10^{-18} N ง. 1.6×10^{-19} N
- อนุภาคมวล 0.5 กรัม มีประจุ 2.5×10^{-8} C เคลื่อนที่ด้วยความเร็วตามแนวระดับ 8×10^6 เมตรต่อวินาที เข้าไปในสนามแม่เหล็กซึ่งมีทิศตั้งฉากกับความเร็ว ทำให้เกิดการเบี่ยงเบนมีรัศมีความโค้ง 0.2 เมตร จงหาขนาดของสนามแม่เหล็ก
 ก. 5×10^{10} T ข. 5×10^{11} T ค. 8×10^{10} T ง. 8×10^{11} T
- (มข.50) นำอิเล็กตรอนตัวหนึ่งไปวางนิ่งไว้ในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่อย่างไรในสนามแม่เหล็กนี้
 - อิเล็กตรอนจะอยู่นิ่งกับที่เหมือนเดิม
 - อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ตามทิศทางของสนามแม่เหล็ก
 - อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ตามทิศทางของสนามแม่เหล็ก
 - อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่สวนทางทิศทางของสนามแม่เหล็ก
- (มข.51) อิเล็กตรอนตัวหนึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ 2.0×10^6 m/s เข้าไปในทิศทางตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอขนาด 5.0×10^{-31} เทสลา จงหาขนาดของแรงเนื่องจากสนามแม่เหล็กที่กระทำต่ออิเล็กตรอน กำหนดให้ $m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg และ $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C
 - 1.6×10^{-15} นิวตัน
 - 3.2×10^{-15} นิวตัน
 - 9.1×10^{-15} นิวตัน
 - 18.2×10^{-15} นิวตัน

5. (มข.54) ถ้ามีอนุภาคขนาดเล็กเคลื่อนที่ตรงเข้าไปในสนามแม่เหล็กด้วยความเร็วคงที่แล้วผ่านออกมาด้วยความเร็วเดิมโดยไม่เกิดแรงใด ๆ กระทำต่ออนุภาค ข้อสรุปใดไม่ถูกต้องที่สุด

1. อนุภาคตัวนี้ไม่มีประจุ
2. อนุภาคตัวนี้เคลื่อนที่เข้าไปในแนวตั้งฉากกับทิศทางสนามแม่เหล็ก
3. อนุภาคตัวนี้เคลื่อนที่เข้าไปในแนวขนานกับทิศทางสนามแม่เหล็ก
4. อนุภาคตัวนี้มีมวลมากเกินไปจนสนามแม่เหล็กไม่มีผลต่อการเคลื่อนที่

6. ถ้านำอิเล็กตรอนไปวางไว้ในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่อย่างไร (มข.57)

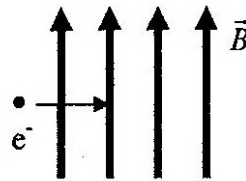
1. อยู่นิ่งที่เดิม
2. เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่
3. เคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่
4. เคลื่อนที่เป็นวงกลม

7. (มข.50) เส้นลวด 2 เส้นวางขนานกัน และมีกระแสไหลในทางเดียวกัน จะเกิดแรงอย่างไรระหว่างเส้นลวดทั้งสอง

1. เกิดแรงดึงดูดระหว่างเส้นลวดทั้งสอง
2. เกิดแรงผลักระหว่างเส้นลวดทั้งสอง
3. ไม่เกิดแรงระหว่างเส้นลวดทั้งสอง
4. ไม่สามารถบอกได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ

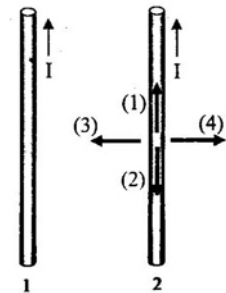
8. (มข.52) อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เข้าไปในสนามแม่เหล็กในทิศทางตั้งฉาก ดังรูป จะเกิดแรงกับอิเล็กตรอนอย่างไร

1. ไม่เกิดแรงกับอิเล็กตรอน
2. เกิดแรงในทิศทางชี้ขึ้น
3. เกิดแรงในทิศทางชี้ลง
4. เกิดแรงในทิศพุ่งเข้าในกระดาษ



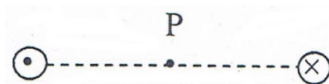
9. (มข.52) เส้นลวด 2 เส้นวางขนานกันมีกระแสไหลเท่ากัน เท่ากับ I ในทิศทางเดียวกัน ดังรูปจะเกิดแรงระหว่างเส้นลวดทั้งสอง แรงที่เกิดขึ้นกับลวดเส้นที่สองมีทิศทางอย่างไร

1. ชี้ขึ้นตามทิศทางของกระแส
2. ชี้ลงในทิศตรงข้ามกับกระแส
3. ชี้ไปทางซ้ายเข้าหาลวดเส้นที่หนึ่ง
4. ชี้ออกไปทางขวา



10. เส้นลวดตัวนำสองเส้น เส้นแรกมีกระแสพุ่งออกจากกระดาษ (.) เส้นที่สองมีกระแสพุ่งเข้ากระดาษ (x) ที่จุดกึ่งกลางจะมีสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไหลในเส้นลวดอย่างไร (มข.57)

1. ศูนย์
2. \rightarrow
3. \leftarrow
4. \uparrow



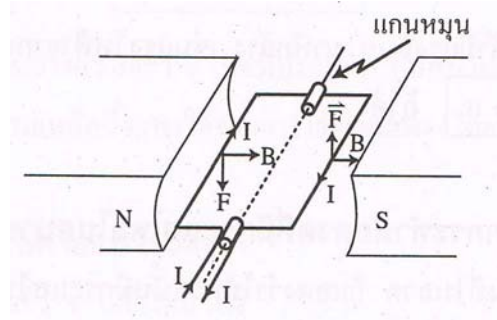
15.3 โมเมนต์ของแรงคู่ควบกระทำต่อขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านเมื่ออยู่ในสนามแม่เหล็ก

15.3.1 โมเมนต์ของแรงคู่ควบ

ขดลวดพื้นที่ A อยู่ในสนามแม่เหล็ก B โดยแกนของขดลวดตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กแล้วให้กระแสไฟฟ้า I ไหลในขดลวด จะเกิดแรงคู่ควบเนื่องจากแรงแม่เหล็กกระทำต่อขดลวดทำให้ขดลวดหมุน มีขนาดโมเมนต์ของแรงคู่ควบ เป็นตามสมการ

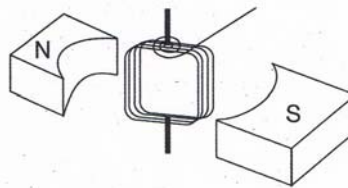
$$M = INBA \cos \theta$$

- เมื่อ M แทน โมเมนต์ของแรงคู่ควบ (N-m)
 I แทน กระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวด (A)
 N แทน จำนวนรอบของขดลวด (รอบ)
 A แทน พื้นที่ของขดลวด (m²)
 θ แทน มุมระหว่างระนาบของขดลวดกับสนามแม่เหล็ก



15.3.2 แกลแวนอมิเตอร์

แกลแวนอมิเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้าหรือความต่างศักย์ที่มีค่าน้อยๆ มี 2 แบบ คือ ชนิดขดลวดเคลื่อนที่ และชนิดแม่เหล็กเคลื่อนที่ และเป็นต้นแบบในการนำไปดัดแปลงเป็นแอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ และโอห์มมิเตอร์



ส่วนประกอบที่สำคัญและการทำงาน

ขดลวดสี่เหลี่ยมวางในแนวตั้งอยู่ในสนามแม่เหล็กรูปโคงเพื่อให้ทิศของสนามแม่เหล็กขนานกับระนาบของขดลวดตลอดเวลา ($\theta = 0^\circ$) เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปในขดลวด ขดลวดจะเบนไปพร้อมกับเข็มชี้ แต่พอกระแสหยุดไหลขดลวดจะเบนกลับที่เดิมไม่ได้ จึงต้องใช้สปริงรูปก้นหอย 2 อันมาดึงเพื่อทำให้เกิดโมเมนต์ของแรงคู่ควบอีกคู่มีทิศตรงกันข้ามกับในขดลวด จะได้

โมเมนต์ของแรงคู่ควบในขดลวด = โมเมนต์ของแรงที่ยึดหยุนในสปริง

$$NIBA = K\theta$$

$$\text{ความไวของแกลแวนอมิเตอร์} = \frac{\theta}{I} = \frac{BAN}{K}$$

เมื่อ B แทน สนามแม่เหล็ก หน่วยเป็น เทสลา หรือ Wb/m²

θ แทน มุมที่ระนาบของขดลวดเบนจากเดิม

K แทน ค่าคงตัวของสปริงของขดลวด หน่วยเป็น นิวตัน/ตารางเมตร

A แทน พื้นที่หน้าตัดของขดลวด หน่วยเป็นตารางเมตร

N แทน จำนวนรอบของขดลวด

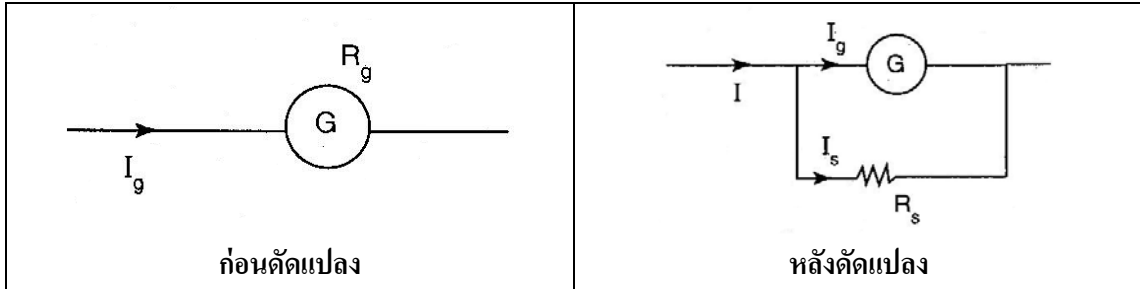
ความไวของแกลแวนอมิเตอร์ ถ้ากระแสน้อยทำให้เข็มน้อยเบนไปมาก ถือว่า "ความไว" มากกว่า

เครื่องวัดไฟฟ้า

แกลแวนอมมิเตอร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ดัดแปลงให้เป็นแอมมิเตอร์ และโวลต์มิเตอร์

หลักการสร้างแอมมิเตอร์จากแกลแวนอมมิเตอร์

การสร้างแอมมิเตอร์จากแกลแวนอมมิเตอร์ โดยการเอาความต้านทานที่เรียกว่าชั้น มาต่อขนานกับแกลแวนอมมิเตอร์ เพื่อจะได้วัดกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้น



กำหนดให้ I แทน กระแสที่ต้องการวัด

R_g แทน ความต้านทานของแกลแวนอมมิเตอร์

I_g แทน กระแสผ่านแกลแวนอมมิเตอร์

R_s แทน ความต้านทานของขดลวด

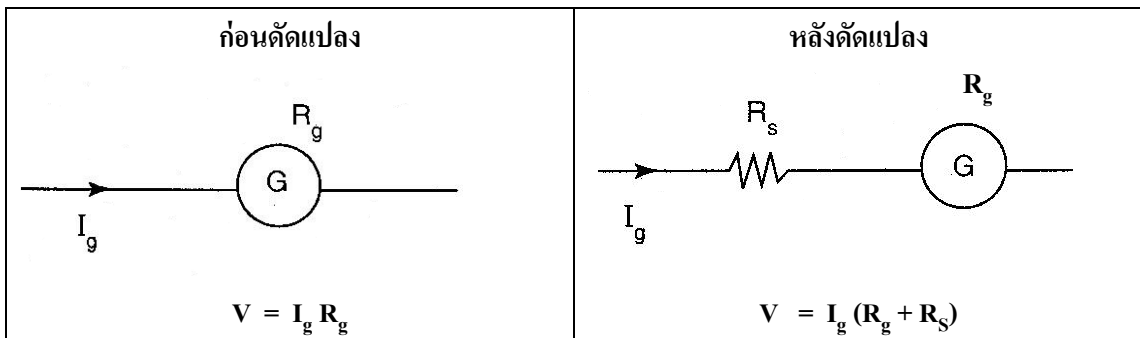
I_s แทน กระแสผ่านขดลวด

จะได้ว่า
$$I_g R_g = I_s R_s$$

$$I_g R_g = (I - I_g) R_s$$

หลักการสร้างโวลต์มิเตอร์จากแกลแวนอมมิเตอร์

การสร้างโวลต์มิเตอร์จากแกลแวนอมมิเตอร์ โดยการเอาความต้านทานที่เรียกว่าชั้นมาต่ออนุกรม เพื่อจะได้วัดความต่างศักย์ไฟฟ้าได้มากขึ้น



กำหนดให้ V แทน ความต่างศักย์

R_g แทน ความต้านทานของแกลแวนอมมิเตอร์

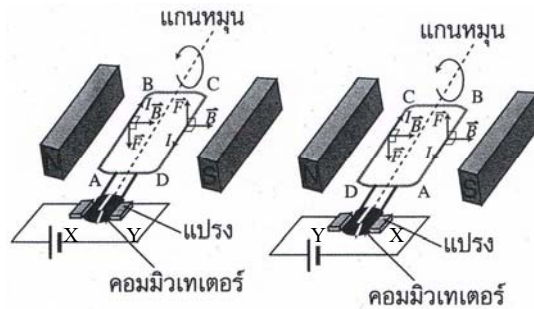
I_g แทน กระแสผ่านชั้น

R_s แทน ความต้านทานของขดลวด

15.3.3 มอเตอร์ไฟฟ้าไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ ใช้สำหรับเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล มีส่วนประกอบสำคัญ คือ

1. ขดลวดอาร์เมเจอร์(Armature) หรือขดลวดสี่เหลี่ยม
2. แท่งแม่เหล็ก ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็ก
3. วงแหวนผ่าซีก หรือคอมมิวเตเตอร์(Commutator) ช่วยให้กระแสไหลผ่านขดลวดในทิศเดียวกันตลอดเวลา มักทำด้วยทองแดง
4. แปรงสัมผัส ทำด้วยคาร์บอน ทำหน้าที่ร่วมกับคอมมิวเตเตอร์

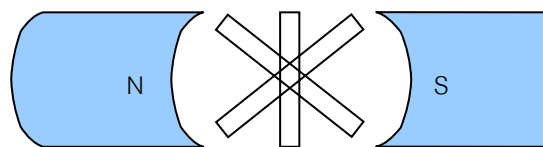


หลักการทำงาน

กระแสไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าจะทำให้ขดลวด ABCD หมุนในสนามแม่เหล็ก B รอบแกนหนึ่งด้วยโมเมนต์ของแรงคู่ควบในขดลวด มีขนาด

$$M = NIBA \cos \theta$$

จนขดลวดในแนวระนาบตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กค่าโมเมนต์เท่ากับศูนย์ ขดลวดหยุดหมุนแต่มีความเฉื่อย ทำให้เคลื่อนที่ต่อไปได้จนคอมมิวเตเตอร์ X,Y ไปสัมผัสกับแปรงที่จุด Q และ P ตามลำดับ กระแสไฟฟ้าไหลเข้าด้านขวาเหมือนเดิมขดลวดจึงหมุนต่อไปในทิศทางเดิม ในทางปฏิบัติจึงใช้ขดลวดหลายขดลวดหมุนต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ ดังรูป ใช้ขดลวด 3 ขด



การหมุนของขดลวดตัดสนามแม่เหล็กจะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวด ในทิศตรงข้ามกับทิศของแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิด เรียกแรงเคลื่อนไฟฟ้านี้ว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้าต้านกลับ(Back emf) ใช้สัญลักษณ์ “e” ซึ่งทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำย้อนกลับ มีทิศตรงกันข้ามกับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิด ใช้สัญลักษณ์ “ I_c ” จึงเป็นเหตุให้กระแสไฟฟ้าในขดลวดขณะหมุนด้วยความเร็วคงที่มีค่าน้อยกว่าตอนเริ่มหมุน

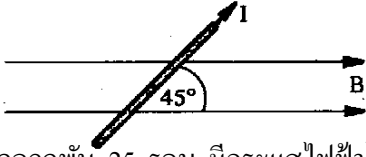
ดังนั้น ขณะไม่หมุน $E = IR$

ขณะหมุนด้วยความเร็วคงที่ $E - e = (I - I_c)R$

การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีมอเตอร์อยู่ จึงควรถอดปลั๊กออกเมื่อไฟตกหรือแรงเคลื่อนไฟฟ้าลดลง เพราะจะทำให้ขดลวดหมุนช้าลงหรือไม่หมุน จึงมีกระแสในขดลวดมาก ขดลวดจึงร้อนและไหม้ในที่สุด

มอเตอร์กระแสตรงนำไปใช้ประโยชน์มาก เป็นส่วนประกอบของเล่นเด็ก ในรถยนต์ เครื่องบันทึกลีเดีย ส่วนมอเตอร์กระแสสลับใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น พัดลม เครื่องปั่นน้ำผลไม้ เป็นต้น

แบบฝึกหัดที่ 15.3

- ลวดยาว 2 เมตร มีกระแสไหลผ่าน 10 แอมแปร์ เส้นลวดวางทำมุม 30 องศา กับสนามแม่เหล็ก 1.25 เทสลา จงหาขนาดของแรงที่กระทำต่อลวดนี้
- ลวดยาว 1 เมตร วางทำมุม 60 องศา กับสนามแม่เหล็กขนาด 3 เทสลา เมื่อผ่านกระแส 2 แอมแปร์ เข้าไปจะเกิดแรงเป็นกึ่งเท่าของลวดที่ขณะทำมุม 30 องศา กับสนามแม่เหล็กเดิม
- ลวดยาว 10 เซนติเมตร วางอยู่ในสนามแม่เหล็ก ดังรูป ถ้าสนามแม่เหล็กเป็น 3×10^{-2} เทสลา และเกิดแรงลวดเส้นนี้ 6×10^{-4} นิวตัน จงหาค่ากระแสที่ผ่านลวดนี้ในหน่วยแอมแปร์
 
- ขดลวดสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาว 100 cm กว้าง 20 cm มีขดลวดพัน 25 รอบ มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในวงจร 100 A ความเข้มสนามแม่เหล็กที่ผ่านขดลวดเท่ากับ 0.3 T จงหาโมเมนต์ของแรงคู่ควบในขดลวด เมื่อขดลวดวางในแนวขนานกับทิศของสนามแม่เหล็ก
- โวลต์มิเตอร์เครื่องหนึ่งอ่านเต็มสเกล 10 โวลต์ และมีความต้านทาน R จงหาค่าความต้านทานที่ต้องใช้ต่อกับโวลต์มิเตอร์นี้เพื่อเปลี่ยนหน้าปัดมิให้อ่านเต็มสเกล 100 โวลต์

ก. $R/10$ ข. $9R$ ค. $R/4$ ง. $10R$
- การตัดแปลงแกลเวนโนมมิเตอร์เป็นโวลต์มิเตอร์อาจทำได้โดย

ก. ต่อความต้านทานอนุกรมกับแกลเวนโนมมิเตอร์

ข. ต่อเซลล์ความต้านทานขนานกับแกลเวนโนมมิเตอร์

ค. ต่อเซลล์ไฟฟ้าและความต้านทานที่ปรับค่าได้แบบขนานกับแกลเวนโนมมิเตอร์

ง. ต่อเซลล์ไฟฟ้าและความต้านทานที่ปรับค่าได้แบบอนุกรมกับแกลเวนโนมมิเตอร์
- ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้อง

ก. โวลต์มิเตอร์ควรมีความต้านทานต่ำ เพื่อให้กระแสผ่านได้ดี

ข. แอมมิเตอร์ควรมีความต้านทานสูงมาก ๆ เพื่อให้กระแสผ่านได้ง่าย

ค. ชันต์ที่มาต่อกับแอมมิเตอร์ ควรต่อแบบอนุกรมเพื่อให้กระแสผ่านได้มาก

ง. เครื่องมือที่ใช้วัดความต่างศักย์ ต้องต่อขนานกับส่วนวงจรที่ต้องการวัดเท่านั้น
- แกลเวนโนมมิเตอร์มีความต้านทาน 1 กิโลโอห์ม อ่านกระแสไฟฟ้าสูงสุด 200 ไมโครแอมแปร์ ถ้าเปลี่ยนแกลเวนโนมมิเตอร์ให้เป็นแอมมิเตอร์ที่สามารถวัดกระแสสูงสุดได้ 200 มิลลิแอมแปร์ จะต้องใช้ชันต์ที่มีความต้านทานเท่าใด

ก. 0.1Ω ข. 0.5Ω ค. 1Ω ง. 5Ω
- แกลเวนโนมมิเตอร์ตัวหนึ่งมีความต้านทาน 4 โอห์ม เข็มเบนเต็มสเกลเมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่าน 1 mA ถ้าต้องใช้ใช้งานเป็นโวลต์มิเตอร์ซึ่งวัดค่าเต็มสเกลได้ 10 โวลต์ จะต้องใช้ความต้านทานขนาดกี่โอห์ม มาต่อลักษณะใดกับแกลเวนโนมมิเตอร์ตัวนี้

ก. 4×10^{-4} , ต่อขนาน ข. 0.4, ต่อขนาน ค. 6, ต่ออนุกรม ง. 9,996, อนุกรม

10. แกลแวนนอมิเตอร์มีความต้านทาน 1 กิโลโอห์ม ทนกระแสไฟฟ้าสูงสุด 0.1 มิลลิแอมแปร์ ต้องใช้
ชั้นที่มีความต้านทานเท่าใด จึงจะวัดกระแสไฟฟ้าสูงสุดได้ 20 มิลลิแอมแปร์

- ก. 0.5 Ω ข. 5.0 Ω ค. 50.0 Ω ง. 500.0 Ω

11. (มข.52) ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับเครื่องมือวัด

1. โวลต์มิเตอร์ที่ดีต้องมีความต้านทานต่ำ
2. แอมมิเตอร์ที่ดีต้องมีความต้านทานต่ำ
3. โอห์มมิเตอร์ใช้สำหรับวัดความต้านทาน
4. เมื่อต้องการวัดกระแสไฟฟ้าในวงจรต้องต่อแอมมิเตอร์แบบอนุกรมกับวงจร

12. (มข.56) กัลป์วานมิเตอร์มีความต้านทาน 10 โอห์ม ทนกระแสได้สูงสุด 10 มิลลิแอมแปร์ ต้องการนำ
ทำเป็นโวลต์มิเตอร์ที่วัดความต่างศักย์ได้สูงสุด 10 โวลต์ จะต้องต่อกับความต้านทานขนาดเท่าไรและ
ต่ออย่างไร

1. ต่อความต้านทาน 90 โอห์มแบบขนาน
2. ต่อความต้านทาน 990 โอห์มแบบขนาน
3. ต่อความต้านทาน 90 โอห์มแบบอนุกรม
4. ต่อความต้านทาน 990 โอห์มแบบอนุกรม

15.4 กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ

เมื่อมีฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดขดลวดตัวนำเปลี่ยนแปลง จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในขดลวด
เรียกกระแสไฟฟ้านี้ว่า กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและเรียกการทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในตัวนำด้วย
สนามแม่เหล็กว่า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า

15.4.1 กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์

ฟาราเดย์เสนอกฎเหนี่ยวนำสรุปได้ว่า เมื่อมีฟลักซ์แม่เหล็กเปลี่ยนแปลงตัดขดลวดตัวนำทำให้เกิดอีเอ็ม
เอฟเหนี่ยวนำในขดลวดตัวนำนั้น ซึ่งมีค่าขึ้นกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็กที่ตัดขดลวดตัวนำ
ส่วนทิศทางการเหนี่ยวนำเป็นไปตามกฎของเลนซ์ ทำให้สมการอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำตามกฎการ
เหนี่ยวนำของฟาราเดย์พร้อมกับกฎของเลนซ์เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\phi_B}{\Delta t}$ เครื่องหมายลบเป็นไป
ตามกฎของเลนซ์หมายถึงกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำซึ่งเกิดจากอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กใน
ทิศทางต้านการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็กที่มาเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

15.4.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้าประกอบด้วย ขดลวดพันอยู่บน
แกนที่หมุนได้คล่องอยู่ในสนามแม่เหล็ก ปลายขดลวดทั้งสองต่ออยู่กับวงแหวนซึ่งสัมผัสกับแปรงสัมผัส
เมื่อหมุนขดลวด จะทำให้ฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดมีการเปลี่ยนแปลง เกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำในขดลวด
และเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำเมื่อต่อแปรงกับอุปกรณ์ภายนอก จะเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง
เมื่อใช้วงแหวนผ่าซีกสัมผัส และเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับเมื่อใช้วงแหวนแยกสัมผัสกับแปรง
สัมผัส

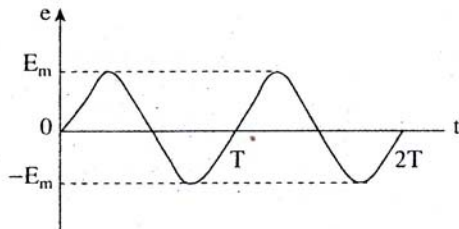
15.4.3 การประยุกต์ใช้หลักการอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ

ความรู้เกี่ยวกับอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำถูกนำไปใช้อธิบายอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเบลล์สแต็ค
แบบขดลวดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ กีตาร์ไฟฟ้า เต้าแม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

15.5 ไฟฟ้ากระแสสลับ

15.5.1 ค่าอาร์เอ็มเอสของความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าของไฟฟ้ากระแสสลับ

ไฟฟ้ากระแสสลับ คือ เหตุการณ์ที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้า ให้ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า (e) ไม่คงที่มีค่าแปรผันตามเวลาแบบฟังก์ชัน sine คือ



$$e = E_m \sin \omega t \quad \left(\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \right)$$

เมื่อ E_m แทน ค่าสูงสุดของแรงเคลื่อนไฟฟ้า

ω แทน อัตราเร็วเชิงมุม

T แทน คาบเวลา f แทน ความถี่

ทำให้ค่ากระแสไฟฟ้า (i) และความต่างศักย์ (v) ในวงจรแปรผันตามเวลาแบบเดียวกันคือ

$$i = I_m \sin (\omega t + \phi_1)$$

$$v = V_m \sin (\omega t + \phi_2)$$

เนื่องจากปริมาณไฟสลับเป็นค่าไม่คงที่ จึงต้องหาค่าที่จะใช้เป็นตัวแทน ซึ่งหาโดยวิธียกกำลังสองก่อนแล้วหาค่าเฉลี่ยแล้วจึงถอดรากที่สอง เรียกว่า **ค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย** (root mean square หรือค่า rms ของปริมาณนั้น) ซึ่งค่าตัวแทนนี้จะเป็นค่าที่จะวัดได้เมื่อใช้มิเตอร์วัดจึงเรียกชื่อว่า **ค่ามิเตอร์** และเมื่อใช้คำนวณกำลังไฟฟ้า(เฉลี่ย) ก็จะต้องใช้ค่านี้นำนวนจึงเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า **ค่ายังผล**

$\text{ค่า rms} = \text{ค่ามิเตอร์} = \text{ค่ายังผล} = \frac{\text{ค่าสูงสุดของปริมาณนั้น}}{\sqrt{2}}$
$E_{\text{rms}} = \frac{E_m}{\sqrt{2}} ; I_{\text{rms}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} ; V_{\text{rms}} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$

15.5.2 การผลิตและการส่งไฟฟ้ากระแสสลับ

การผลิตไฟฟ้ากระแสสลับ

การผลิตไฟฟ้ากระแสสลับ โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นเป็นการเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า ด้วยการทำให้ฟลักซ์แม่เหล็กที่ตัดผ่านขดลวดมีการเปลี่ยนแปลง เพื่อทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสสลับสามารถทำได้ทั้งการหมุนขดลวดผ่านฟลักซ์แม่เหล็ก และการหมุนแท่งแม่เหล็กเพื่อทำให้ฟลักซ์แม่เหล็กตัดผ่านขดลวด เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับของรถจักรยานบางรุ่น

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟส ประกอบด้วยขดลวด 3 ชุด แต่ละชุดวางทำมุม 120 องศา ซึ่งกันและกัน เมื่อหมุนแท่งแม่เหล็ก จะเกิดอีเอ็มเอฟไฟฟ้ากระแสสลับจากขดลวดแต่ละชุด มีเฟสต่างกัน 120 องศา ทำให้ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 1 เฟส เมื่อใช้พลังงานในการผลิตเท่ากัน และการส่งกำลังไฟฟ้าจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ทำให้ใช้จำนวนสายไฟฟ้าลดลงเมื่อเทียบกับการส่งไฟฟ้า 1 เฟส 3 ชุด ทำให้การผลิตและการส่งไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส มีประสิทธิภาพมากกว่าไฟฟ้า 1 เฟส

การสูญเสียกำลังไฟฟ้าในสายไฟ

เนื่องจากสายไฟมีความต้านทาน R ดังนั้นกระแสไฟฟ้า I ที่ผ่านสายไฟจะทำให้เกิดการสูญเสียกำลังไฟฟ้า P_{loss} ที่ความต้านทานในสายไฟในรูปความร้อน ตามสมการ

$$P_{\text{loss}} = I^2 R$$

จะเห็นได้ว่าการสูญเสียกำลังไฟฟ้ากับความต้านทานในสายไฟขึ้นกับกระแสไฟฟ้าที่ผ่านสายไฟ ดังนั้นถ้าต้องการให้สูญเสียกำลังไฟฟ้าในสายไฟให้น้อย จะต้องให้กระแสไฟฟ้าที่ผ่านสายไฟมีค่าน้อย ๆ

ขณะเดียวกันการส่งกำลังไฟฟ้าผ่านสายไฟ ขึ้นอยู่กับกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ส่ง ตามสมการ $P = IV$

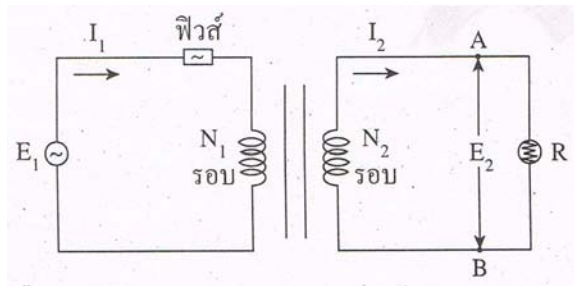
การส่งกำลังไฟฟ้าปริมาณมากจากโรงไฟฟ้าเป็นระยะทางไกลให้มีการสูญเสียกำลังไฟฟ้าในสายไฟให้น้อย จะต้องส่งกำลังไฟฟ้าด้วยกระแสไฟฟ้าน้อย จึงต้องใช้ความต่างศักย์สูง

การส่งกำลังไฟฟ้า

การส่งไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าไปยังผู้ใช้นั้น จะเกิดการสูญเสียกำลังไฟฟ้าในสายไฟ เพื่อลดการสูญเสียดังกล่าว จึงต้องลดกระแสไฟฟ้าที่ส่ง โดยการเพิ่มความต่างศักย์หรืออีเอ็มเอฟให้สูงขึ้นก่อนทำการส่งไฟฟ้าแล้วจึงลดความต่างศักย์ให้ต่ำลงจนเหมาะกับการใช้งาน โดยใช้หม้อแปลง

หม้อแปลง (Transformer)

หม้อแปลงไฟฟ้า คือ เครื่องมือที่ใช้เพิ่มหรือลดความต่างศักย์กระแสสลับให้สูงขึ้นหรือต่ำลง โดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำไฟฟ้าระหว่างขดลวด ขดลวดที่ต่อกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (A.C.) เรียกว่า **ขดลวดปฐมภูมิ** (Primary Coil) ส่วนขดลวดอีกด้านเรียกว่า **ขดลวดทุติยภูมิ** (Secondary Coil)



หม้อแปลงมี 2 ชนิด คือ

1. หม้อแปลงขึ้น (Step - up Transformer) จะมีขดลวดปฐมภูมิน้อยกว่าขดลวดทุติยภูมิ ทำให้ V , E เพิ่มขึ้น
2. หม้อแปลงลง (Step - down Transformer) จะมีขดลวดปฐมภูมิมากกว่าขดลวดทุติยภูมิ ทำให้ V , E ลดลง

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้า (E) และจำนวนรอบของขดลวด (N) ได้คือ $E \propto N$

$$\therefore \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2}$$
$$\therefore$$

ถ้าหม้อแปลงไม่มีการสูญเสียพลังงาน จะได้

$$\text{พลังงานไฟฟ้าของขดลวดปฐมภูมิ} = \text{พลังงานไฟฟ้าของขดลวดทุติยภูมิ}$$

$$I_1 V_1 = I_2 V_2$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$\text{ประสิทธิภาพของหม้อแปลง (E}_{\text{ff}}) = \frac{P_2}{P_1} \times 100$$

$$\text{ประสิทธิภาพของหม้อแปลง (E}_{\text{ff}}) = \frac{I_2 V_2}{I_1 V_1} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน แรงเคลื่อนไฟฟ้า (ความต่างศักย์, V_1) ในขดลวดปฐมภูมิ

E_2 แทน แรงเคลื่อนไฟฟ้า (ความต่างศักย์, V_2) ในขดลวดทุติยภูมิ

N_1 แทน จำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิ N_2 แทน จำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิ

I_1 แทน กระแสไฟฟ้าในขดลวดปฐมภูมิ I_2 แทน กระแสไฟฟ้าในขดลวดทุติยภูมิ

การเลือกใช้หม้อแปลง ต้องพิจารณา

1. ความต่างศักย์ หม้อแปลงต้องไม่น้อยกว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าจะเกิดความเสียหาย

กับหม้อแปลง

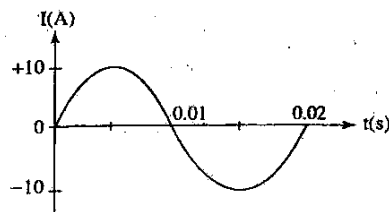
2. กำลังไฟฟ้า ต้องมีค่าเท่ากับกับเครื่องใช้ไฟฟ้า เพราะหม้อแปลงไม่ได้แปลงกำลัง

ไฟฟ้า

แบบฝึกหัด 15.5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแสสลับ

1. ถ้ากล่าวว่ไฟฟ้าในบ้านมีความต่างศักย์ 220 โวลต์ หมายความว่าความต่างศักย์สูงสุดมีค่าเท่าใด ($220\sqrt{2}$ โวลต์)

2. จากกราฟที่กำหนดให้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับเวลา จงหาค่ายังผลและค่ายังผลของกระแส (50 Hz , $\frac{10}{\sqrt{2}}$ A)



3. ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับถ้าความสัมพันธ์ของความต่างศักย์ของแหล่งกำเนิด E แปรกับเวลา t ใด ๆ ตามความสัมพันธ์ $E = 20 \sin 314 t$ จงหาค่ายังผล (หรือค่ามีเตอร์) ของ ความต่างศักย์ และค่าความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับนี้ ($\frac{10}{\sqrt{2}}$ V , 50 Hz)

4. ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่มีกระแสไฟฟ้า i และเวลา t ตามสมการ $i = 20 \sin 314 t$ จงหา

ก. กระแสไฟฟ้าสูงสุด

ข. ความถี่

ค. ค่า i_{rms}

5. (มข.52) นำโวลต์มิเตอร์ที่ใช้สำหรับวัดไฟฟ้ากระแสสลับ ไปวัดไฟบ้านที่มีความต่างศักย์ 220 โวลต์ โวลต์มิเตอร์นี้จะอ่านได้กี่โวลต์

1. 0 โวลต์

2. $\frac{220}{\sqrt{2}}$ โวลต์

3. 220 โวลต์

4. $220\sqrt{2}$ โวลต์

6. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องหนึ่งกำลังทำงานด้วยอัตรา 88 กิโลวัตต์ ส่งกำลังไฟฟ้าผ่านสายไฟซึ่งมีความต้านทาน 0.5 โอห์ม เป็นเวลา 5 วินาที ที่ความต่างศักย์ 22,000 โวลต์ จงหาค่าพลังงานที่สูญเสียไปในรูปความร้อนภายในสายไฟ

1. 8 จูล 2. 20 จูล 3. 40 จูล 4. 80 จูล

7. เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านชนิด 100 W 220 V เมื่อนำมาใช้ขณะที่ไฟตกเหลือ 200 V เครื่องใช้ไฟฟ้านั้นจะใช้กำลังไฟฟ้าเท่าใด

1. 78 W 2. 83 W 3. 88 W 4. 93 W

8. โรงไฟฟ้าขนาด 400 กิโลวัตต์ ส่งกำลังไฟฟ้าผ่านสายไฟที่มีความต้านทาน 0.25 โอห์ม ด้วยความต่างศักย์ 20,000 โวลต์ จงหาค่ากำลังที่ต้องสูญเสียไปในรูปความร้อนในสายไฟ

1. 25 W 2. 50 W 3. 75 W 4. 100 W

9. เต้าไฟฟ้าขนาด 1,200 วัตต์ เต้าอบไมโครเวฟขนาด 900 วัตต์ และหม้อหุงข้าวไฟฟ้าขนาด 600 วัตต์ ถ้าใช้ทั้งสามเครื่องกับไฟฟ้า 220 โวลต์ พร้อมกันจะใช้กระแสไฟฟ้าเท่าใด

1. 8 A 2. 10 A 3. 12 A 4. 15 A

10. ข้อใดไม่ถูกต้อง

1. อัตราเร็วของการหมุนของมอเตอร์กระแสตรงขึ้นอยู่กับกระแสในขดลวด
2. ในการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้า ขดลวดปฐมภูมิของหม้อแปลงต้องต่ออยู่กับไฟฟ้ากระแสสลับ
3. สำหรับหม้อแปลงชนิดแปลงขึ้น กระแสที่ออกจากขดทุติยภูมิจะมากกว่ากระแสที่ไหลเข้าขดปฐมภูมิ
4. หม้อแปลงไฟฟ้ามีแกนทำด้วยโลหะแผ่นบางๆ ซ้อนกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการถ่ายทอดพลังงาน

11. หม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งมีไฟฟ้า 110 โวลต์ มีขดลวดปฐมภูมิ 80 รอบ ถ้าต้องการให้หม้อแปลงนี้สามารถจ่ายไฟฟ้าได้ 2,200 โวลต์ ขดลวดทุติยภูมิต้องมีจำนวนรอบเท่าใด

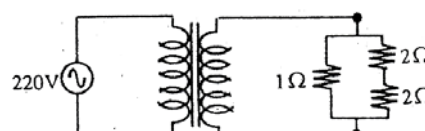
1. 8,000 รอบ 2. 1,600 รอบ 3. 2,400 รอบ 4. 3,200 รอบ

12. หม้อแปลงเครื่องหนึ่งมีจำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิต่อจำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิเป็น 1: 4 ถ้ามีกระแสและความต่างศักย์ในขดลวดทุติยภูมิเท่ากับ 10 แอมแปร์ และ 200 โวลต์ ตามลำดับ จงหากระแสและความต่างศักย์ในขดลวดปฐมภูมิ

1. 40 A และ 50 V 2. 50 A และ 40 V
3. 40 A และ 40 V 4. 50 A และ 50 V

13. จำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิของหม้อแปลงค้ำรูป มี 550 รอบ ขดลวดทุติยภูมิมีจำนวน 30 รอบ กระแสที่ผ่านตัวต้านทาน 2 โอห์ม มีค่ากี่แอมแปร์

1. 3 2. 6
3. 12 4. 15



14. (มข.52) หม้อแปลงไฟฟ้ามีขดลวดด้า้นปฐมภูมิจำนวน 1000 รอบ ขดลวดด้า้นทุติยภูมิจำนวน 100 รอบ ถ้านำด้า้นปฐมภูมิไปต่อกับไฟบ้านที่มีความต่างศักย์ 220 โวลต์ สมมุติให้ขดลวดไม่มีการสูญเสียพลังงาน จะเกิดความต่างศักย์ที่ขดลวดด้า้นทุติยภูมิกี่โวลต์

1. 22 โวลต์
2. 44 โวลต์
3. 220 โวลต์
4. 2200 โวลต์

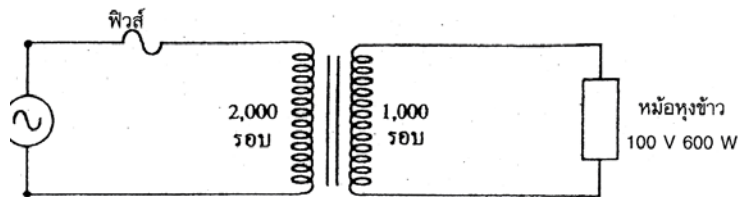
15. (มข.56) หม้อแปลงไฟฟ้าอันหนึ่งต่อขดลวดปฐมภูมิที่มีพันไว้ 440 รอบ เข้ากับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ วัดความต่างศักย์ที่ขดลวดทุติยภูมิได้ 11.0 โวลต์ เมื่อต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่กินกระแสไฟ 0.4 แอมแปร์ ดังนั้นจะมีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าหม้อแปลงทางขดลวดปฐมภูมิเท่าไร

1. 0.02 แอมแปร์
2. 0.08 แอมแปร์
3. 12.2 แอมแปร์
4. 50.0 แอมแปร์

16. ต้องการพันหม้อแปลงเพื่อแปลงไฟฟ้าจาก 220 โวลต์ให้ลดลงมาเหลือ 12 โวลต์ และจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ 0.5 แอมแปร์ เมื่อพันขดลวดปฐมภูมิ 880 รอบ จะต้องพันขดลวดด้า้นทุติยภูมิกี่รอบ (สมมุติไม่มีการสูญเสียพลังงาน) (มข.57)

1. 48 รอบ
2. 96 รอบ
3. 300 รอบ
4. 5280 รอบ

17. หม้อแปลงอุดมคติตัวหนึ่ง มีจำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิเป็น 2,000 รอบ และจำนวนของขดลวดทุติยภูมิเป็น 1000 รอบ เมื่อนำมาใช้ในวงจรดังรูป ขนาดของฟิวส์ที่นำมาใช้จะต้องมีค่าน้อยที่สุดเท่าไร



1. 2 A
2. 3 A
3. 5 A
4. 11 A