

ไฟฟ้าและแม่เหล็ก

1. ฟลักซ์แม่เหล็ก (Magnetic Flux)

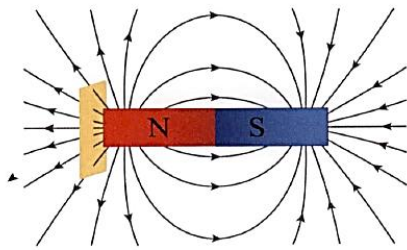
$$\phi = BA$$

คืออะไร: ฟลักซ์แม่เหล็ก (ϕ) คือการวัด "ปริมาณเส้นแรงแม่เหล็ก" หรือ "ความหนาแน่น" ของสนามแม่เหล็ก (B) ที่ไหลทะลุผ่านพื้นที่ (A) หนึ่งๆ

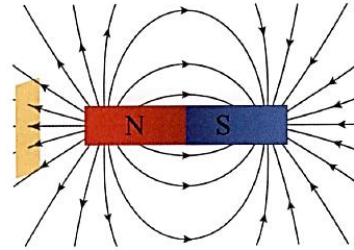
ตัวแปร:

- ϕ (ฟี): ฟลักซ์แม่เหล็ก (หน่วย: เวเบอร์, Wb)
- B : ความเข้มสนามแม่เหล็ก หรือ ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก (หน่วย: เทสลา, T)
- A : พื้นที่ที่สนามแม่เหล็กพุ่งผ่าน (หน่วย: m^2)

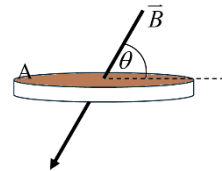
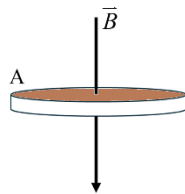
ข้อควรจำ: สมการนี้เป็นกรณีที B ตั้งฉากกับ A พอดี ถ้าไม่ตั้งฉาก สูตรเต็มคือ $\phi = BA \sin \theta$ เมื่อ θ คือมุมระหว่าง B และ A



ก. จำนวนเส้นสนามแม่เหล็กที่ผ่านหนึ่งหน่วยพื้นที่บริเวณใกล้ขั้วแม่เหล็ก

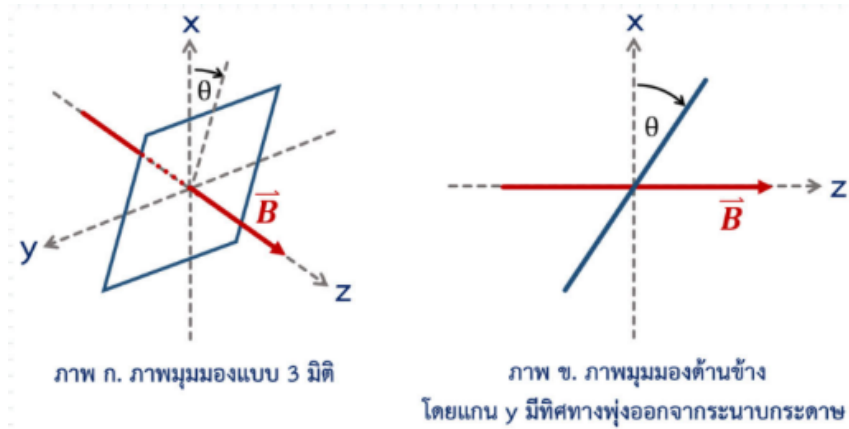


ข. จำนวนเส้นสนามแม่เหล็กที่ผ่านหนึ่งหน่วยพื้นที่บริเวณห่างออกไปจากขั้วแม่เหล็ก



ทิศของสนามแม่เหล็ก พุ่งเข้ากระดาษ	ทิศของสนามแม่เหล็ก พุ่งออกกระดาษ
x x	. .

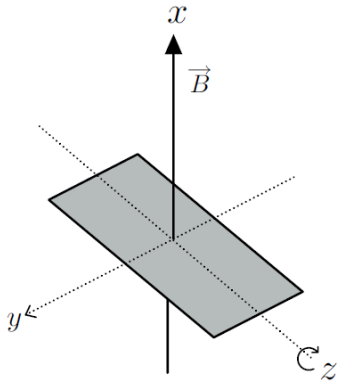
1. ขดลวดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีพื้นที่ 0.50 ตารางเมตร อยู่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ \vec{B} ในทิศ $+z$ ในขณะเริ่มต้น ระนาบของขดลวดวางตัวอยู่ในระนาบ xy จากนั้นหมุนขดลวดรอบแกน y โดยระนาบของขดลวดทำมุม θ กับระนาบ xy ดังภาพ



ถ้าขณะมุม $\theta = 0^\circ$ ฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดเท่ากับ 0.40 เวกเบอร์ สนามแม่เหล็กมีขนาดกี่เทสลา และเมื่อ θ เพิ่มขึ้นจาก 0 องศา ถึง 90 องศา ฟลักซ์แม่เหล็กมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (วิชาสามัญ 65)

ตัวเลือก	ขนาดของสนามแม่เหล็ก (เทสลา)	การเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็ก
1	0.2	น้อยลง
2	0.8	มากขึ้น
3	0.8	น้อยลง
4	1.25	มากขึ้น
5	1.25	น้อยลง

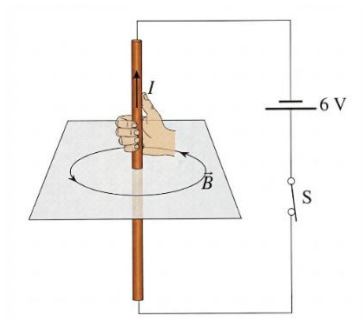
2. ขดลวดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีพื้นที่ 5.0 ตารางเซนติเมตร อยู่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ B เท่ากับ 0.6 เทสลา ในทิศ $+x$ ในขณะเริ่มต้น ระนาบของขดลวดวางตัวอยู่ในระนาบ yz จากนั้นหมุนขดลวดรอบแกน z ดังรูป



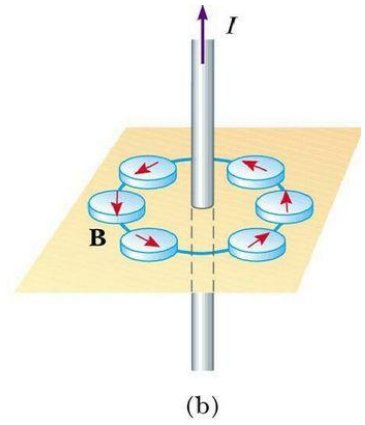
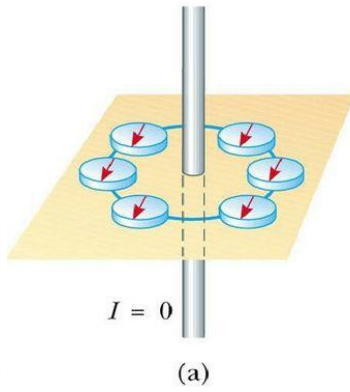
ถ้าขดลวดมีจำนวน 500 รอบ หมุนรอบแกน z ไปได้ 90 องศา ฟลักซ์แม่เหล็กมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

	การเปลี่ยนแปลงฟลักซ์แม่เหล็ก	ค่าการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์แม่เหล็ก
1.	ลดลง	$3 \times 10^{-4} \text{ Wb}$
2.	มากขึ้น	$3 \times 10^{-4} \text{ Wb}$
3.	ลดลง	$3 \times 10^{-5} \text{ Wb}$
4.	มากขึ้น	$3 \times 10^{-5} \text{ Wb}$
5.	ลดลง	$3 \times 10^{-6} \text{ Wb}$

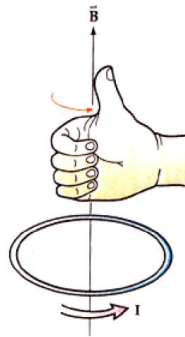
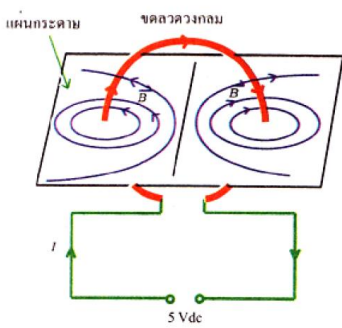
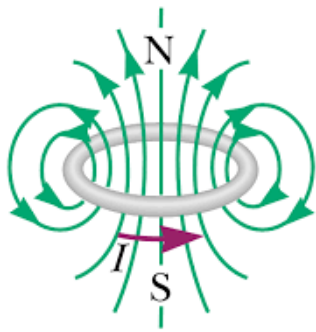
สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าผ่านในลวดตรงยาว

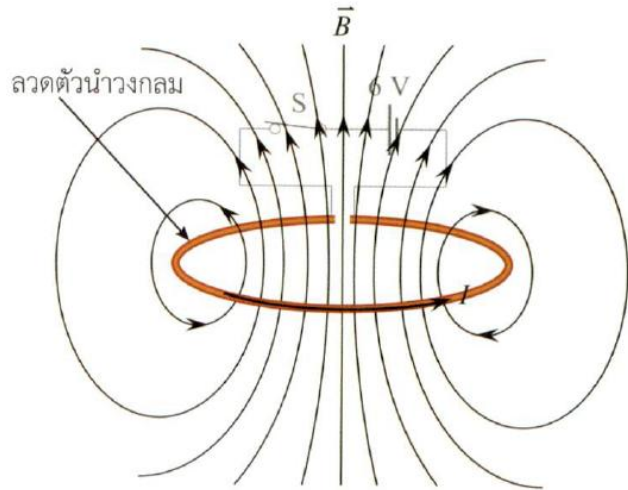
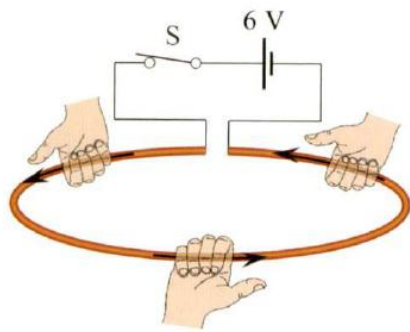


รูป 15.12 การหาทิศทางสนามแม่เหล็กรอบเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านโดยใช้มือขวา

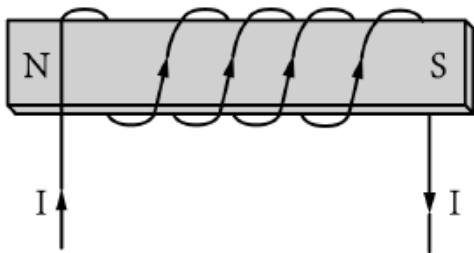
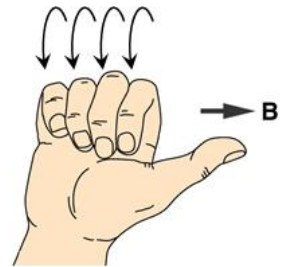
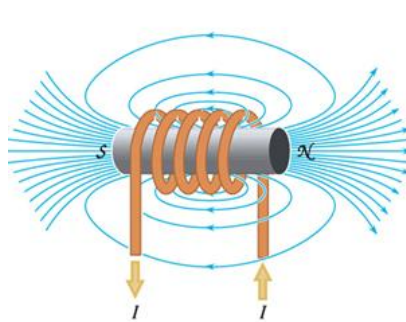
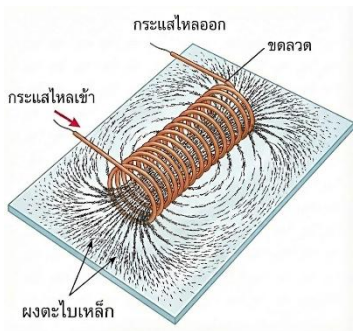


สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดวงกลม

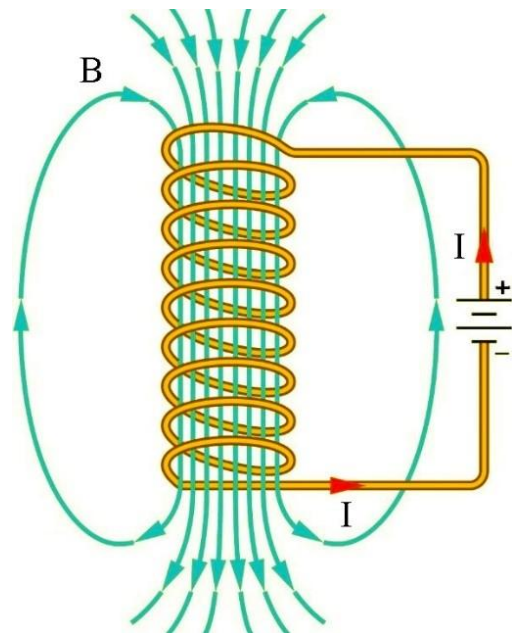




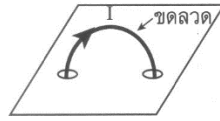
สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดโซเลนอยด์



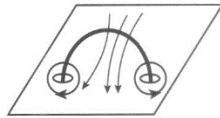
แม่เหล็ก 2 ขั้ว



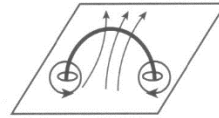
3. จากรูป ขดลวดครึ่งวงกลมมีกระแสไฟฟ้า I ไหล สนามแม่เหล็กในระนาบตั้งฉากกับครึ่งวงกลม ในข้อใดที่ถูกต้อง (เฉลย)



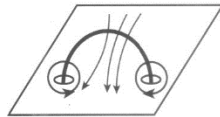
1.



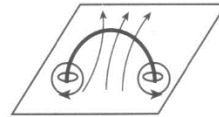
2.



3.



4.



4. เส้นลวด 2 เส้น มีกระแสไฟฟ้า I_1 และ I_2 ไหลสวนกัน จะเกิดปรากฏการณ์ดังข้อใด

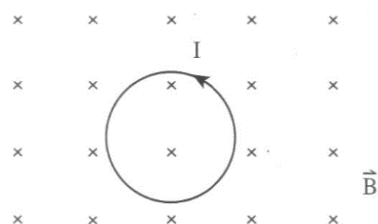
1. แรงดูดระหว่างลวด
2. แรงผลักระหว่างลวด
3. ไม่มีแรงใดๆ ระหว่างลวดทั้งสอง
4. อาจเกิดทั้งแรงดูดและแรงผลัก ทั้งนี้ขึ้นกับขนาดของกระแสไฟฟ้า

5. พิจารณาลวดวงกลมที่มีกระแสไฟฟ้า I ผ่านตั้งแสดงในรูป สนามแม่เหล็กลัพธ์ที่จุดศูนย์กลาง O ของวงกลมควรมีทิศทางอย่างไร (ไม่ต้องคิดสนามแม่เหล็กโลก)

1. ทิศพุ่งขึ้นตั้งฉากกับกระดาษ
2. ทิศพุ่งลงตั้งฉากกับกระดาษ
3. ทิศอยู่ในระนาบของกระดาษ
4. ไม่มีทิศเพราะสนามแม่เหล็กเป็นศูนย์

6. จากรูป ลวดวงกลมตัวนำยึดหย่อนมีกระแสไฟฟ้า I วางในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ เมื่อนำลวดนี้ ออกไปพ้นจากบริเวณสนามแม่เหล็ก วงลวดจะเป็นอย่างไร

1. ขนาดและรูปร่างเหมือนเดิม
2. ขนาดเล็กลง
3. ขนาดโตขึ้น
4. รูปร่างบิดเบี้ยว

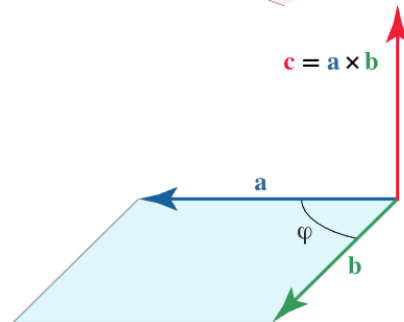
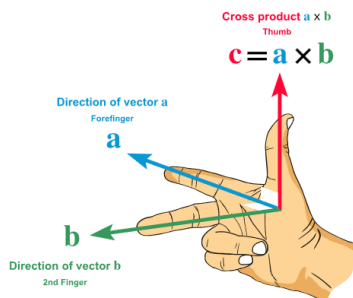
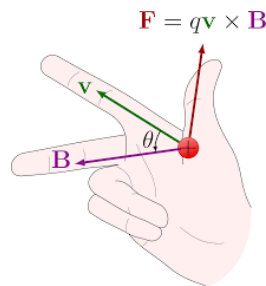
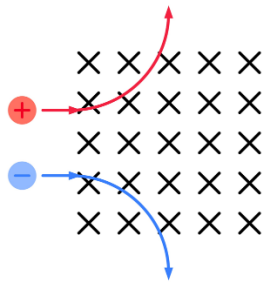


แรงแม่เหล็ก

1. อนุภาคที่มีประจุ (เช่น อิเล็กตรอน, โปรตอน)

$$F = qvB \sin \theta$$

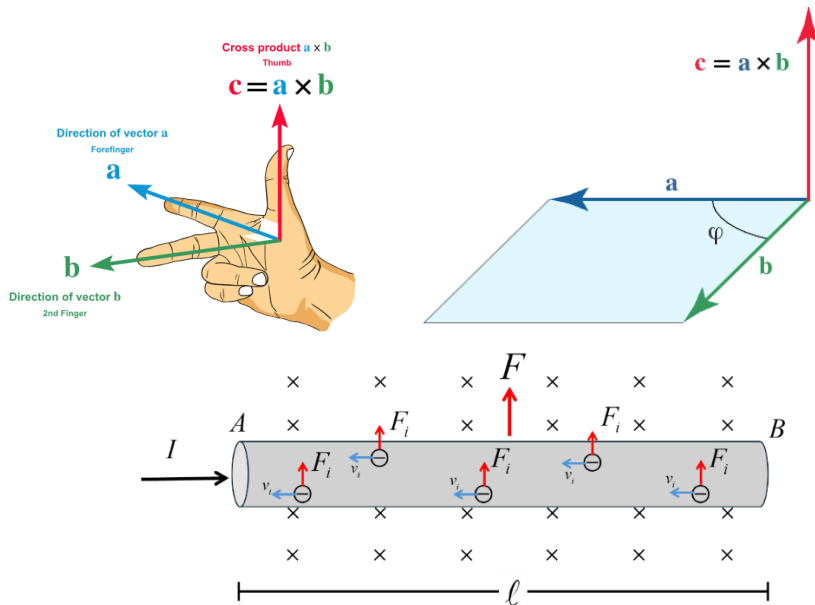
- คืออะไร: นี่คือนิยามของแรงลอเรนซ์ (Lorentz Force) ใช้คำนวณหา "ขนาด" ของแรง (F) ที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุ (q) ที่กำลังวิ่งด้วยความเร็ว (v) ตัดสนามแม่เหล็ก (B)
- ตัวแปร:
 - B : ความเข้มสนามแม่เหล็ก หรือ ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก (หน่วย: เทสลา, T)
 - q : ขนาดประจุ (C)
 - v : อัตราเร็วของอนุภาค (m/s)
 - θ : มุมระหว่างทิศของ v และทิศของ B
- จุดสำคัญ:
 - ถ้าอนุภาค หยุดนิ่ง ($v=0$) ไม่เกิดแรง ($F=0$)
 - ถ้าอนุภาควิ่ง ขนาน กับ ($\theta=0^\circ$ หรือ 180°) ไม่เกิดแรง ($F=0$)
 - แรงจะ มากที่สุด เมื่อวิ่ง ตั้งฉาก กับ ($\theta=90^\circ$)
 - ทิศทางของแรง หาได้จาก กฎมือขวา (Right-Hand Rule) \rightarrow ประจุบวก
มือซ้าย (Right-Hand Rule) \rightarrow ประจุลบ



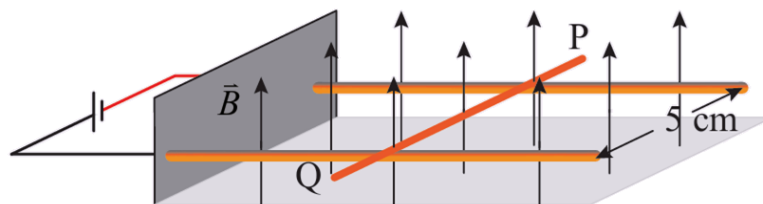
ลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

$$F = LIB \sin \theta$$

- คืออะไร: ใช้คำนวณหา "ขนาด" ของแรง F ที่กระทำต่อลวดตัวนำยาว L ที่มีกระแส I ไหลผ่าน และวางอยู่ในสนามแม่เหล็ก B
- ตัวแปร:
 - F : แรงที่กระทำต่อลวด (N)
 - L : ความยาวของลวดส่วนที่อยู่ในสนามแม่เหล็ก (m)
 - I : กระแสไฟฟ้า (A)
 - θ : มุมระหว่างทิศของ I และทิศของ B
- จุดสำคัญ: นี่คือหลักการทำงานของ มอเตอร์ไฟฟ้า เมื่อเราทำให้กระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่ในลวดตัวนำและสนามแม่เหล็ก จะทำให้เกิดแรงกระทำส่งผลให้ลวดตัวนำเคลื่อนที่ได้



ตัวอย่างที่ ลวด PQ มวล 20 กรัม วางบนรางตัวนำคู่ขนานในระนาบระดับที่ต่อกับวงจรไฟฟ้าและอยู่ในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอที่มีขนาด 0.2 เทสลา ดังรูป



ถ้ามีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำ 4 แอมแปร์

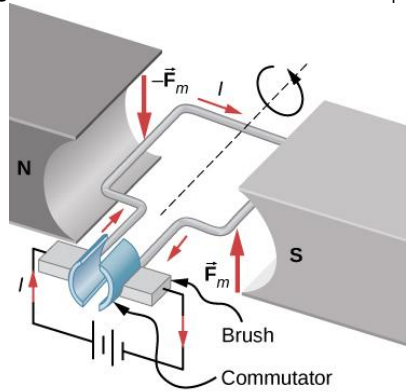
ก. ลวดนี้จะเคลื่อนที่ในทิศทางใด

ข. ลวดนี้มีความเร่งเท่าใด (ตอบ 2 m/s²)

โมเมนต์ของแรงคู่ควบ (Torque)

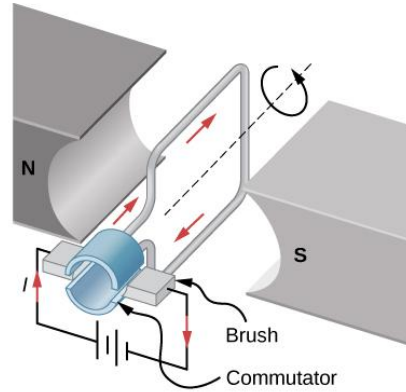
$$M = NIBA \cos \theta$$

- คืออะไร: นี่คือการหา โมเมนต์ (หรือ ทอร์ก) ที่ทำให้เกิด "การหมุนของลวดตัวนำในสนามแม่เหล็ก"
- ใช้เมื่อไหร่: ใช้กับ ขดลวด (Coil) (เช่น ในมอเตอร์) ที่มีกระแส I ไหลผ่าน และวางอยู่ใน B
- ตัวแปร:
 - M : โมเมนต์ (N·m)
 - N : จำนวนรอบของขดลวด
 - I : กระแสไฟฟ้า (A)
 - B : สนามแม่เหล็ก (T)
 - A : พื้นที่หน้าตัดของขดลวด (m^2)
 - θ (สำคัญ!): ในสูตรนี้ θ มักหมายถึงมุมระหว่าง ระบายของขดลวด กับ สนามแม่เหล็ก B
- จุดสำคัญ: โมเมนต์นี้คือสิ่งที่ทำให้มอเตอร์หมุนได้



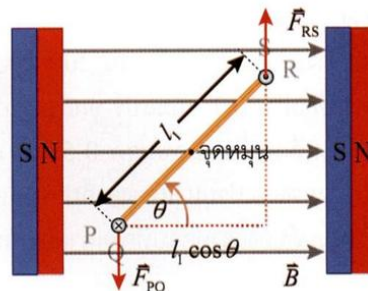
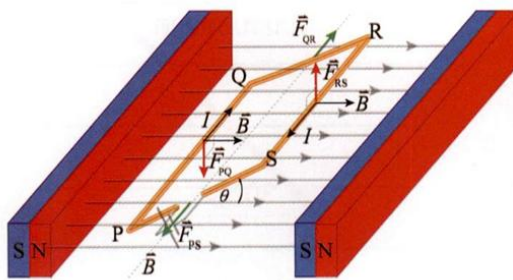
(a)

รูป a : $M = NIBA \cos 0^\circ = NIBA$

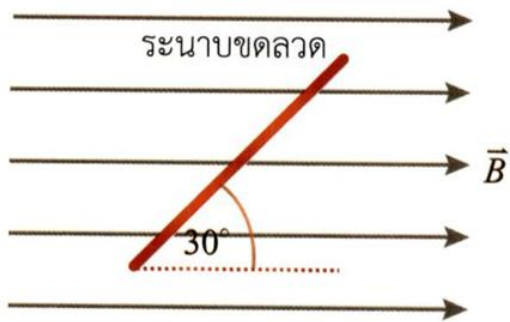


(b)

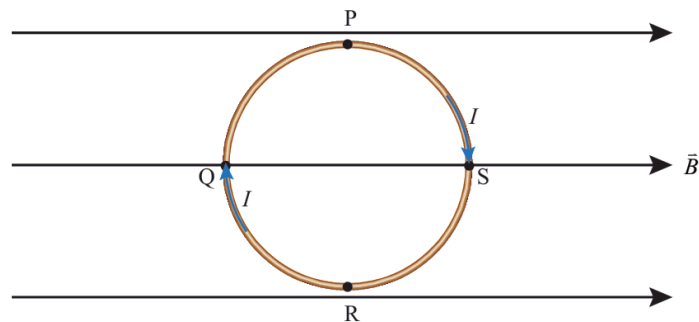
รูป b : $M = NIBA \cos 90^\circ = 0$



ตัวอย่าง ขดลวดสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร มีจำนวน 200 รอบ และมีกระแสไฟฟ้าผ่าน 0.1 แอมแปร์ ขดลวดนี้วางอยู่ในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอขนาด 0.5 เทสลา โดยระนาบของขดลวดทำมุม 30 องศา กับสนามแม่เหล็กดังรูป โมเมนต์ของแรงคู่ควบที่กระทำต่อขดลวดมีค่าเท่าใด



ตัวอย่าง ขดลวดวงกลมมีจำนวนรอบ 20 รอบ และรัศมี 8.0 เซนติเมตร วางขดลวดนี้ไว้ในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอขนาด 2.0 เทสลา และมีทิศขนานกับระนาบของขดลวด ถ้ามีกระแส 10 แอมแปร์ ผ่านขดลวด ในทิศดังรูป

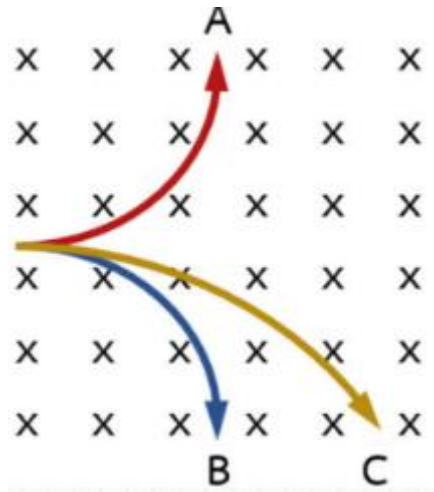


จงหาโมเมนต์ของแรงคู่ควบรอบแกนหมุน (เฉลย)

ก. ที่ผ่านจุด P กับ R

ข. ที่ผ่านจุด Q กับ S

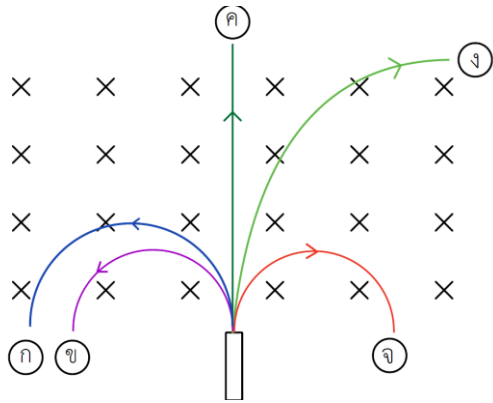
7. (วิชาสามัญ เม.ย. 64) อนุภาค A B และ C ซึ่งมีอัตราส่วนระหว่างมวลต่อประจุไฟฟ้าเท่ากัน เคลื่อนที่ในระนาบกระดาศภายใต้สนามแม่เหล็กสม่ำเสมอที่มีทิศทางพุ่งเข้าและตั้งฉากกับระนาบกระดาศ (แทนด้วย X) พบว่า อนุภาคทั้งสามมีแนวการเคลื่อนที่เป็นส่วนโค้งของวงกลม ดังภาพ



ข้อมูลใดถูกต้อง

1. อนุภาค A และ อนุภาค B มีประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกัน
2. อนุภาค B และ อนุภาค C มีประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน
3. อนุภาค C มีประจุไฟฟ้าบวก
4. อัตราเร็วของอนุภาค B มากกว่าของอนุภาค C
5. อัตราเร็วของอนุภาค C มากกว่าของอนุภาค A

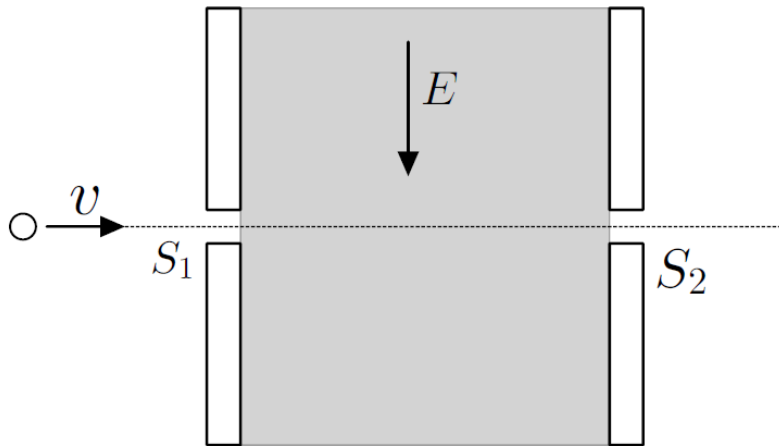
8. อนุภาค ก , ข , ค , ง และ จ เคลื่อนที่ในระนาบกระตาศ ภายใต้สนามแม่เหล็กสม่ำเสมอที่มีทิศทางพุ่งเข้าและตั้งฉากกับระนาบกระตาศ (แทนด้วย x) พบว่าอนุภาคทั้งห้ามีอัตราเร็วเท่ากัน และแนวการเคลื่อนที่เป็น ดังรูป



พิจารณาข้อความต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง

1. อนุภาค ก และ ข มีประจุไฟฟ้าลบ ส่วน ค ไม่มีประจุ
2. อนุภาค ง และ จ มีประจุไฟฟ้าบวก ส่วน ค ไม่มีประจุ
3. ขนาดของประจุต่อมวลเรียงลำดับจากน้อยไปมาก คือ ข , จ , ก , ง
4. ถ้ามวลของอนุภาคทุกอนุภาคเท่ากัน ประจุไฟฟ้าของ ง จะน้อยกว่า ข
5. ถ้าเพิ่มขนาดสนามแม่เหล็ก ระยะทางที่วิ่งในสนามแม่เหล็กสั้นลงทุกอนุภาค

9. อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านรูเล็ก ๆ S_1 เข้าไปในบริเวณที่แรเงาซึ่งมีสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอและมีสนามไฟฟ้าในทิศทาง ดังรูป



ถ้าอนุภาคเคลื่อนที่ไปยังรู S_2 ได้พอดี ข้อใดคือขนาดของสนามแม่เหล็กในบริเวณที่แรเงาและสนามแม่เหล็กมี ทิศทางอย่างไร

	ขนาดของสนามแม่เหล็ก	ทิศทางของสนามแม่เหล็ก
1.	$E\nu$	ทิศพุ่งตั้งฉากเข้าไปในระนาบกระดาษ
2.	$E\nu$	ทิศพุ่งตั้งฉากออกจากระนาบกระดาษ
3.	$\frac{E}{\nu}$	ทิศตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า
4.	$\frac{E}{\nu}$	ทิศพุ่งตั้งฉากออกจากระนาบกระดาษ
5.	$\frac{E}{\nu}$	ทิศพุ่งตั้งฉากเข้าไปในระนาบกระดาษ

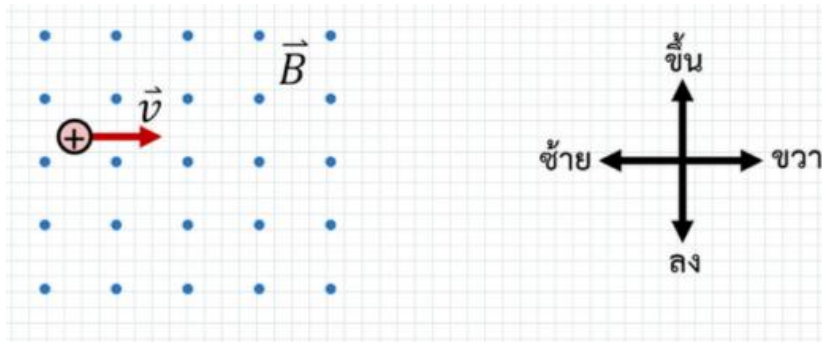
10. (แนว A-Level 67) พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ก. โปรตรอนเคลื่อนที่ในทิศทาง +X อยู่ในสนามแม่เหล็กพุ่งตามทิศ +y
- ข. โปรตรอนเคลื่อนที่ขนานกับลวดตัวนำยาวมากที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
- ค. โปรตรอนเคลื่อนที่ผ่านจุดศูนย์กลางวงกลมของลวดตัวนำโซเลนอยด์ที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

ข้อใดเกิดแรงกระทำต่อประจุไฟฟ้า

- 1. ก. เท่านั้น
- 2. ข. เท่านั้น
- 3. ค. เท่านั้น
- 4. ก. และ ข.
- 5. ก. ข. และ ค.

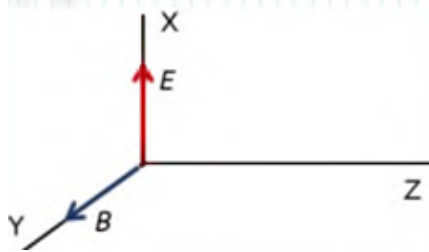
11. (A-Level 66) ยิงโปรตอนด้วยความเร็วขนาด 2.5×10^3 เมตรต่อวินาที เข้าไปในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กขนาดสม่ำเสมอ 0.20 เทสลา โดยความเร็วของโปรตอนมีทิศทางตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก ซึ่งมีทิศทางพุ่งออกตั้งฉากกับระนาบกระดาษ ดังภาพ



โปรตอนจะมีแนวการเคลื่อนที่อย่างไร และขนาดของแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อโปรตอนมีค่าที่นิวตัน

ตัวเลือก	แนวการเคลื่อนที่ของโปรตอน	ขนาดของแรงแม่เหล็ก (นิวตัน)
1	เคลื่อนที่เบนขึ้น	8.0×10^{-17}
2	เคลื่อนที่เบนขึ้น	2.0×10^{-15}
3	เคลื่อนที่เบนลง	1.3×10^{-23}
4	เคลื่อนที่เบนลง	8.0×10^{-17}
5	เคลื่อนที่เบนลง	2.0×10^{-15}

12. ในระบบแกนฉาก OXYZ มีสนามไฟฟ้า E ทุกแห่งชี้ในทางทิศบวกของแกน X และมีสนามแม่เหล็ก B ทุกแห่งชี้ในทิศบวกของแกน Y อนุภาค m ประจุ (บวกหรือลบก็ได้) ขนาด q ถูกยิงเข้าไปในบริเวณสนาม ด้วยความเร็วต้นอยู่ในทิศบวกของแกน Z ปรากฏว่าอนุภาคเคลื่อนที่ต่อไปในแนวเส้นตรงขนานแกน Z ตลอดเส้นทาง จงหาพลังงานจลน์ของอนุภาคนี้ (วิชาสามัญ ม.ค. 57)



1. $\frac{1}{2}m\left(\frac{E}{B}\right)$
2. $\frac{1}{2}m\left(\frac{E}{B}\right)^2$
3. $\frac{1}{2}mEB$
4. $\frac{1}{2}m\left(\frac{B}{E}\right)$
5. $\frac{1}{2}m\left(\frac{B}{E}\right)^2$

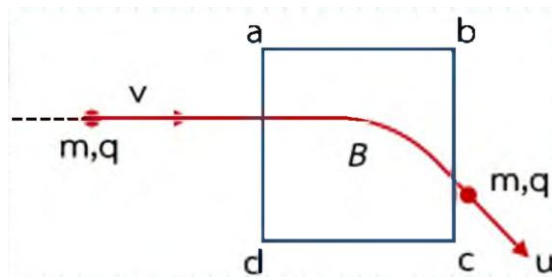
13. ประจุ q มวล m มีพลังงานจลน์เท่ากับ E เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก B ตามแนววงกลมรัศมีมีความโค้งเป็นเท่าไร (วิชาสามัญ ธ.ค. 58)

1. $\frac{\sqrt{mE}}{qB}$
2. $\frac{\sqrt{\frac{1}{2}mE}}{qB}$
3. $\frac{\sqrt{2mE}}{qB}$
4. $\frac{qB}{\sqrt{2mE}}$
5. $\frac{qB}{\sqrt{\frac{1}{2}mE}}$

14. อนุภาค A มวล M_A และอนุภาค B มวล M_B มีประจุและความเร็วเท่ากัน เข้าไปในบริเวณสนามแม่เหล็กที่มีความเข้มเท่ากัน ทำให้เส้นทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคทั้งสองเป็นส่วนหนึ่งของวงกลม ที่มีรัศมีความโค้ง R_A และ R_B ตามลำดับโดยที่ $R_A = 2R_B$ อัตราส่วน M_A/M_B มีค่าเท่าใด (วิชาสามัญ ธ.ค. 59)

1. 2
2. $1/2$
3. $\sqrt{2}$
4. $1/4$
5. 4

15. ภายในบริเวณสี่เหลี่ยม $abcd$ มีสนามแม่เหล็ก B ชี้ออกจากหน้ากระดาษ อนุภาคมวล m ประจุ q เคลื่อนที่ด้วยความเร็วขนาด v เข้าสู่บริเวณนี้ เมื่อพ้นบริเวณสนามแม่เหล็กออกมาแล้วอนุภาคจะมีอัตราเร็ว u หรือมีพลังงานจลน์ (KE) เป็นไปตามข้อใด (วิชาสามัญ มี.ค. 61)

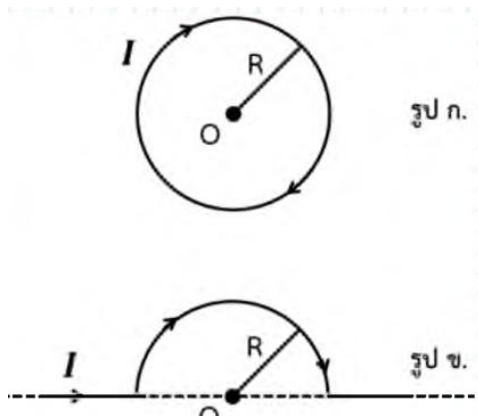


1. KE เพิ่มขึ้น
2. KE ลดลง
3. $u < v$
4. $u = v$
5. $u > v$

16. อิเล็กตรอนมวล m ประจุ e ถูกเร่งผ่านบริเวณที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้า V เข้าสู่บริเวณที่มีสนามแม่เหล็กคงตัวค่าหนึ่ง โดยเคลื่อนที่ที่ตั้งฉากกับทิศของสนามแม่เหล็ก และมีคาบการเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กเท่ากับ T สนามแม่เหล็กนี้มีความเข้มเท่าใด (PAT2 ก.พ. 63)

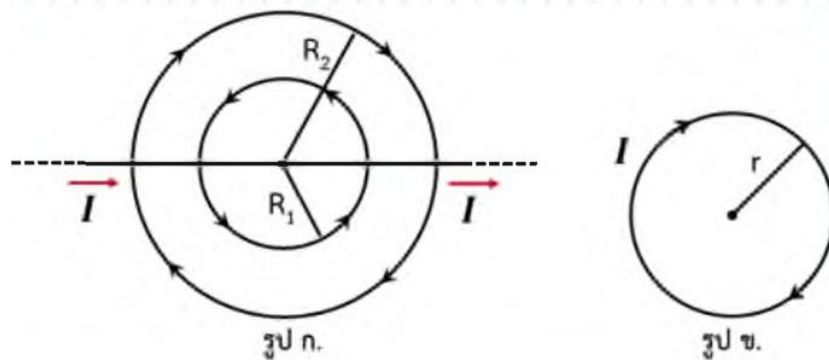
1. $\frac{2\pi m}{eVT}$
2. $\frac{2\pi m}{eT}$
3. $\frac{mT}{eV}$
4. $\frac{mV}{eT}$
5. $\frac{m}{eT}$

17. ที่จุด O ของรูป ก. ซึ่งเป็นวงลวดเดี่ยว ๆ รัศมี R กระแส I มีสนามแม่เหล็ก $B = \frac{\mu_0 I}{2R}$ จงหาค่าสนามแม่เหล็กที่จุด O สำหรับรูป ข. (วิชาสามัญ มี.ค. 62)



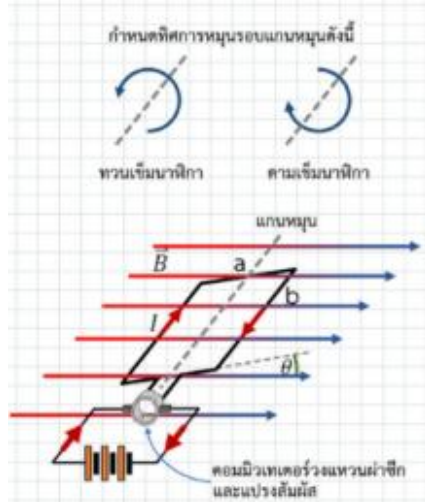
1. 0
2. $B = \frac{\mu_0 I}{3R}$
3. $B = \frac{\mu_0 I}{4R}$
4. $B = \frac{\mu_0 I}{6R}$
5. $B = \frac{\mu_0 I}{8R}$

18. ขนาดของสนามแม่เหล็กที่ศูนย์กลางของรูป ข. คือ $\frac{\mu_0 i}{2R}$ จงใช้ผลนี้เพื่อหาขนาดของสนามแม่เหล็กที่ศูนย์กลางรูป ก. (วิชาสามัญ มี.ค. 63)

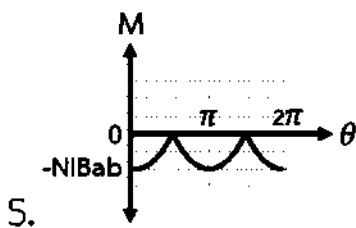
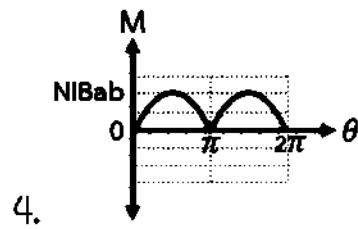
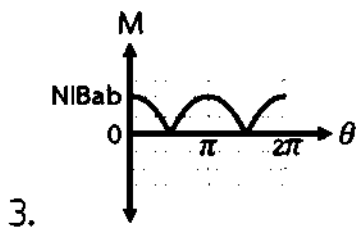
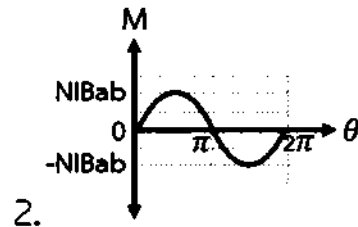
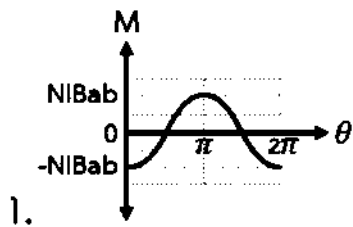


1. $\frac{\mu_0 i}{2} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$
2. $\frac{\mu_0 i}{4} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$
3. $\frac{\mu_0 i}{2} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$
4. $\frac{\mu_0 i}{4} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$
5. $\frac{\mu_0 i}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{R_1 R_2}} \right)$

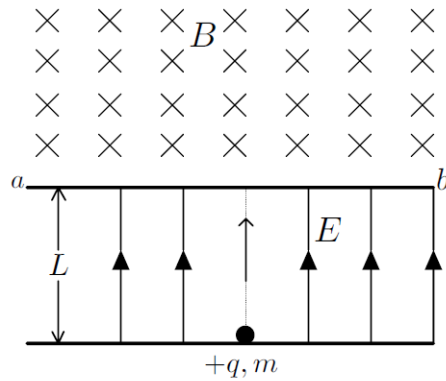
19. (A-Level 66) มอเตอร์ไฟฟ้าอย่างง่ายสร้างจากขดลวดทองแดงระนาบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความกว้าง a ความยาว b พันจำนวน N รอบ วางอยู่ในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ ต่อกับแบตเตอรี่ด้วย คอมมิวเตเตอร์วงแหวนผ่าซีกและแปรงสัมผัส ถ้าขณะหนึ่งระนาบของขดลวดวางตัวทำมุม θ กับสนามแม่เหล็ก โดยมีกระแสไฟฟ้า I ผ่านขดลวดในทิศทาง ดังภาพ



กราฟใดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ของแรงคู่ควบ M ที่กระทำต่อขดลวด กับมุม θ ได้ถูกต้อง กำหนด โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกามีค่าเป็นบวก โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกามีค่าเป็นลบ



20. อนุภาคมวล m และประจุ $+q$ ถูกเร่งให้เคลื่อนที่จากหยุดนิ่งด้วยสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ E เป็นระยะทาง ℓ แล้วผ่านเข้าบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ B ในทิศทางตั้งฉากกับทิศของสนามแม่เหล็กอนุภาคนี้ เมื่อเข้าไปในสนามแม่เหล็กจะมีรูปแบบการเคลื่อนที่ตามข้อใด (ไม่ต้องคิดแรงโน้มถ่วงของโลก)

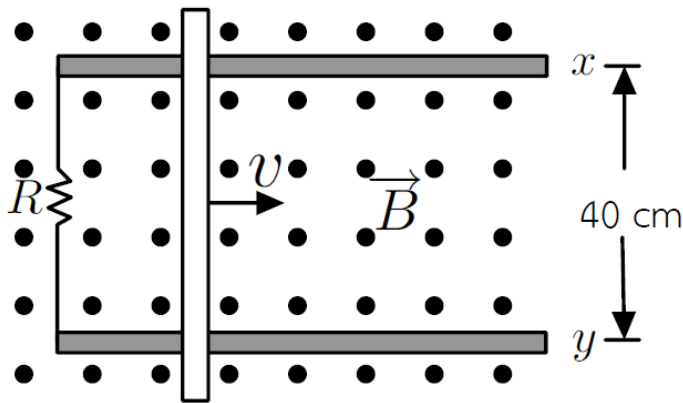


ข้อความใดถูกต้อง

1. ประจุเคลื่อนที่เป็นวงกลมโดยเบนไปทาง a อัตราเร็วประจุในสนามแม่เหล็กเท่ากับ $\sqrt{\frac{2qE\ell}{m}}$
2. ประจุเคลื่อนที่เป็นวงกลมโดยเบนไปทาง a อัตราเร็วประจุในสนามแม่เหล็กเท่ากับ $\sqrt{\frac{2qE\ell}{m}}$
3. ประจุเคลื่อนที่เป็นวงกลมโดยเบนไปทาง a อัตราเร็วประจุในสนามแม่เหล็กเท่ากับ $\sqrt{\frac{qE\ell}{2m}}$
4. ประจุเคลื่อนที่เป็นวงกลมโดยเบนไปทาง a อัตราเร็วประจุในสนามแม่เหล็กเท่ากับ $\sqrt{\frac{2qE\ell}{m}}$
5. ประจุเคลื่อนที่เป็นวงกลมโดยเบนไปทาง a อัตราเร็วประจุในสนามแม่เหล็กเท่ากับ $\sqrt{\frac{qE\ell}{m}}$

เติมคำตอบ ต่อตัวต้านทาน R ที่มีความต้านทาน 10 โอห์ม กับลวดตัวนำ X และ Y ที่วางขนานกันและอยู่ห่างกันเป็นระยะ 40 เซนติเมตร แล้ววางแท่งตัวนำ Z ตั้งฉากกับลวดตัวนำทั้งสอง ดังรูป ซึ่งเป็นมุมมองจากด้านบน ในบริเวณนี้มีสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ 1 เทสลา ซึ่งมีทิศพุ่งออกและตั้งฉากกับระนาบกระดาษ

กำหนดให้ ความต้านทานของลวดตัวนำ X และ Y และแท่งตัวนำ Z มีค่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับของตัวต้านทาน R



ถ้ากระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่ผ่านตัวต้านทานมีค่า 0.02 แอมแปร์ แสดงว่าเราต้องดึงแท่งตัวนำ Z ให้เคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยความเร็วคงตัวขนาดกี่ เซนติเมตรต่อวินาที