เอกสารประกอบการสอนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 สนามของแรง

1. แรงแม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก

1.1 แม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก

แม่เหล็ก เป็น " **สารที่สามารถดูด และ ผลักกันเอง และสามารถดูดพวกสาร แม่เหล็กได้โดยการเหนี่ยวนำ** " โดยปกติมี 2 ขั้ว คือ ขั้วเหนือ และขั้วใต้

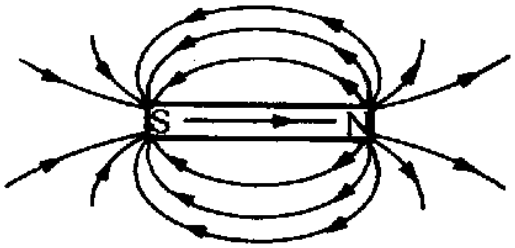
สนามแม่เหล็ก คือ " **บริเวณ (Space) ที่มีอำนาจการกระทำที่เกิดจากแม่เหล็ก** " อำนาจการกระทำส่งออกมาจากแม่เหล็กนี้มีลักษณะเป็นเวกเตอร์ (Magnetic field Vector) มีสัญลักษณ์เป็น $\vec{B}$ เรียกอีกชื่อว่า อำนาจแม่เหล็กชักนำ (Magnetic Induction) ซึ่งเป็นอำนาจของเส้นแรงชักนำ (Line of Induction) ซึ่งเป็นเวกเตอร์ เรียกว่าฟลักซ์แม่เหล็ก(Magnetic Flux)มีสัญลักษณ์เป็น ϕ_B มีหน่วยในการวัดเป็น Weber

สำหรับรอบ ๆ แท่งแม่เหล็ก อำนาจแม่เหล็กในสนามแม่เหล็กแต่ละแห่งจะมีค่าไม่เท่ากัน แต่ละแห่งความแรงของสนามแม่เหล็กจะมีค่าไม่เท่ากัน เนื่องจากสนามแม่เหล็กนั้นเรามองไม่เห็นจึงมีทฤษฎีเกี่ยวกับเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นแบบเดียวกับทฤษฎีของเส้นแรงไฟฟ้า

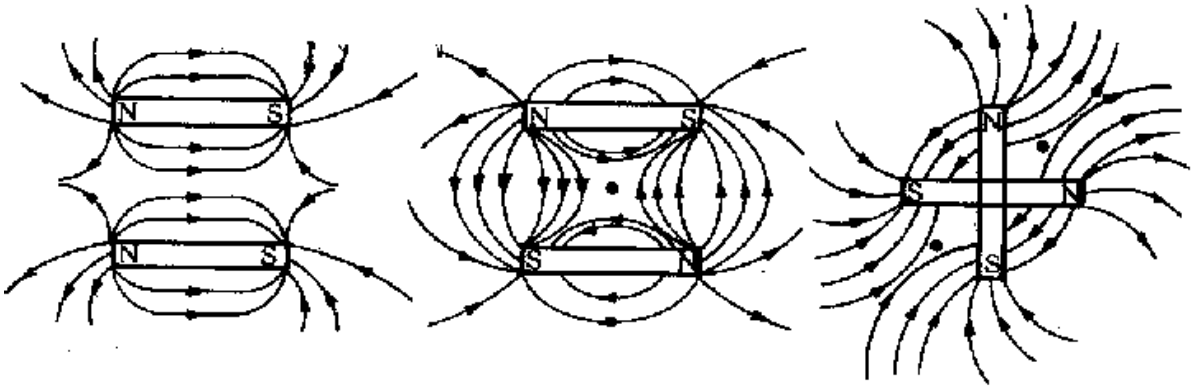
หลักเกี่ยวกับเส้นแรงแม่เหล็กที่ควรทราบ คือ

1. ภายนอกแท่งแม่เหล็ก เส้นแรงแม่เหล็กจะมีทิศพุ่งออกจากขั้วเหนือ (N) และพุ่งเข้าสู่ขั้วใต้(S) เสมอ

2. ภายในแท่งแม่เหล็ก เส้นแรงแม่เหล็กจะมีทิศจากขั้ว S พุ่งเข้าสู่ขั้ว N เสมอ



ลักษณะเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากแท่งแม่เหล็ก 2 แท่งซึ่งวางไว้ในลักษณะต่าง ๆ



1.2 การคำนวณสนามแม่เหล็ก

สนามแม่เหล็ก เป็น " อาณาบริเวณที่มีเส้นแรงแม่เหล็กพุ่งผ่าน " ถ้าบริเวณใดมีจำนวนเส้นแรงแม่เหล็กผ่านมากบริเวณนั้นจะมีความแรง หรือความเข้มสนามแม่เหล็กสูง

เส้นแรงแม่เหล็กจะมี**ทิศพุ่งออกจากขั้วแม่เหล็กขั้วเหนือ ไปยังขั้วแม่เหล็กขั้วใต้**

ความแรงของสนามแม่เหล็ก อาจจะกำหนดดังนี้ "จำนวนเส้นแรงแม่เหล็กต่อ 1 หน่วยพื้นที่มีเส้นแรงผ่าน" คือ ค่าของสนามแม่เหล็กที่จุดนั้น

ถ้า ϕ_B เป็นจำนวนเส้นแรงแม่เหล็ก หน่วย Weber

ถ้า A เป็นพื้นที่หน้าตัดของบริเวณที่เส้นแรงผ่าน หน่วย ตารางเมตร

และ B เป็นสนามแม่เหล็ก

$$\therefore B = \frac{\Phi_B}{A}$$

$$\Phi_B = BA$$

จะเห็นว่าหน่วยของสนามแม่เหล็ก คือ Weber / m^2 ซึ่งเราเรียกใหม่ว่า Tesla

หมายเหตุ **1.** ϕ อ่านว่า Phi, ϕ_B คือ magnetic flux หรือเส้นแรงแม่เหล็ก

2. $\frac{\Phi_B}{A}$ เรียกว่า ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก หรือ magnetic flux density

สิ่งสำคัญเกี่ยวกับ $\vec{B}$ ที่ควรทราบ คือ

สนามแม่เหล็ก $\vec{B}$ เป็นปริมาณเวกเตอร์ ทิศของ $\vec{B}$ จะไปตามทิศของเส้นแรงแม่เหล็ก ดังต่อไปนี้ คือ

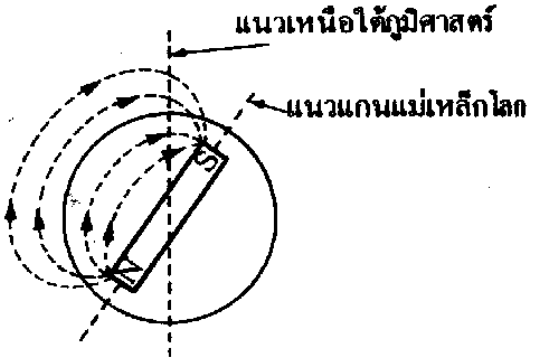
ก) ในกรณีที่เส้นแรงแม่เหล็กเป็นเส้นตรง ทิศของ $\vec{B}$ จะมีทิศเดียวกับทิศของเส้นตรง

ข) ในกรณีที่เส้นแรงแม่เหล็กเป็นเส้นตรง ทิศของ $\vec{B}$ ที่จุดใด ๆ จะมีทิศสัมผัสกับเส้นแรงแม่เหล็กที่จุดนั้นโดยมีทิศไปตามแนวเส้นแรง

1.3 สนามแม่เหล็กโลก

เราทราบดีว่าโลกเรานี้มีอำนาจแม่เหล็ก ทั้งนี้เพราะแท่งแม่เหล็กที่แขวนไว้ในแนวระดับ หรือเข็มทิศจะวางตัวในแนวเหนือ - ใต้ เสมอ จากการสำรวจสนามแม่เหล็ก หรือเส้นแรงแม่เหล็กเราพบว่าโลกทำตัวเหมือนกับมีแท่งแม่เหล็กขนาดใหญ่อยู่ในใจกลางโลก ซึ่งเราเรียกว่า " สนามแม่เหล็กโลก "

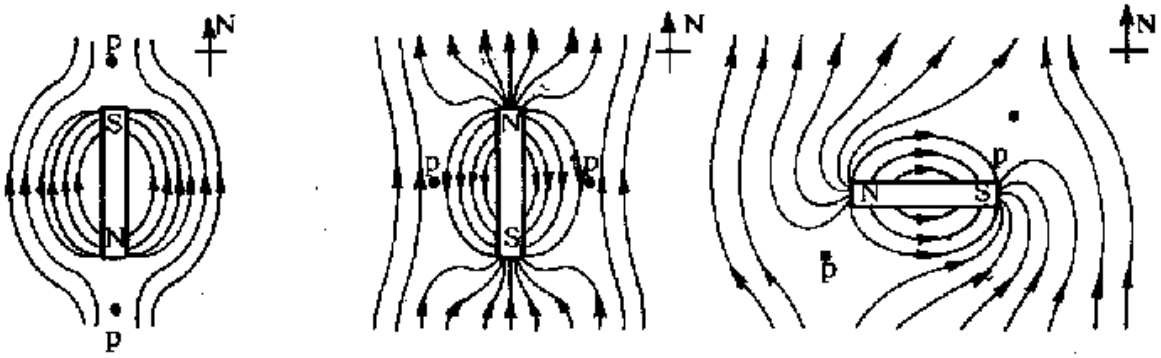
แม่เหล็กโลกวางตัวโดยเอาขั้ว S อยู่ทางซีกโลกเหนือ และขั้ว N อยู่ทางซีกโลกใต้ แนวแกนของแม่เหล็กทำมุมเล็กน้อย (ประมาณ 17^0) กับแนวเหนือใต้ภูมิศาสตร์โลก ดังรูป



เนื่องจากขั้วแม่เหล็กชนิดเดียวกันจะผลักกัน และขั้วแม่เหล็กต่างชนิดกันจะดูดกัน ดังนั้นเข็มทิศซึ่งเป็นแม่เหล็กเมื่อวางไว้ในสนามแม่เหล็กโลก เข็มทิศจะต้องเอาขั้ว N ชี้ไปทางทิศเหนือ (เพราะขั้ว S ของแม่เหล็กโลกอยู่ทางเหนือ) และเอาขั้ว S ชี้ไปทางใต้ (เพราะขั้ว N ของแม่เหล็กโลกอยู่ทางใต้) เสมอ

จุดสะเทิน (Neutral Point) ถ้ามีสนามแม่เหล็กมากกว่าหนึ่งสนามในบริเวณเดียวกัน $\vec{B}$ ของสนามแม่เหล็กต่าง ๆ ในบริเวณนั้น อาจจะหักล้างกันจนเป็นศูนย์ก็ได้เราเรียกตำแหน่งที่ $\vec{B}$ ลัพธ์ เป็นศูนย์ว่าจุดสะเทิน

เส้นแรงแม่เหล็กเมื่อวางแท่งแม่เหล็กไว้ในสนามแม่เหล็กโลก



รูป ก. **รูป ข.** **รูป ค.**

รูป ก. วางเอาขั้ว S ชี้ไปทางทิศเหนือ รูป ข. วางเอาขั้ว N ชี้ไปทางทิศเหนือ

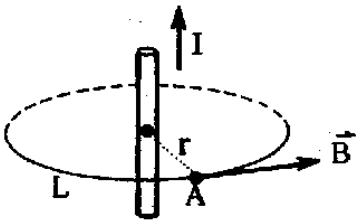
รูป ค. วางแท่งแม่เหล็กตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กโลก

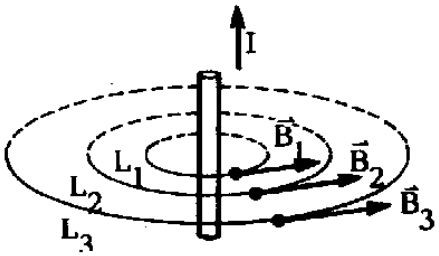
หมายเหตุ 1. เส้นแรงที่เห็นเป็นการรวมกันแบบเวกเตอร์ของเส้นแรงของแท่งแม่เหล็กกับเส้นแรงของสนามแม่เหล็กโลก

2. จุด P เป็น จุดสะเทิน

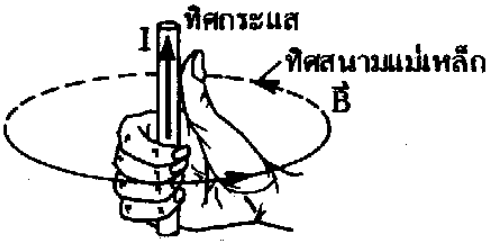
1.4 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้า

ถ้ามีกระแสผ่านลวดตัวนำ จะเกิดสนามแม่เหล็กรอบตัวนำนั้น





การหาทิศของสนามใช้กฎมือขวา



ใช้มือขวากำรอยลวดตัวนำ หัวแม่มือทาบบนเส้นลวด พุ่งตามทิศกระแสปลายนิ้วทั้งสี่ที่กำรอบเส้นลวด จะแสดงทิศสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้น

หมายเหตุ 1. สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบ ๆ เส้นลวด ณ ที่ห่างจากเส้นลวดต่างกันจะมีขนาดไม่เท่ากัน

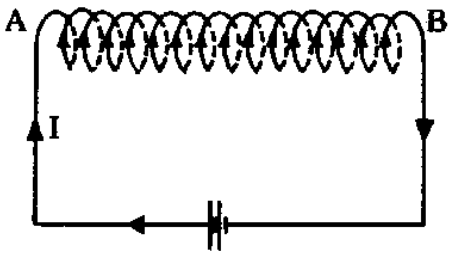
2. ทิศของสนามแม่เหล็กที่จุดใด ๆ จะอยู่ในแนวเส้นสัมผัสกับเส้นแรงแม่เหล็กที่จุดนั้น ๆ เสมอ เช่นจากรูปข้างบน

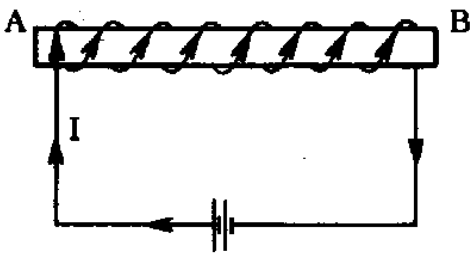
สนาม $\vec{B}_1$ จะสัมผัสกับเส้นแรง L_1

สนาม $\vec{B}_2$ จะสัมผัสกับเส้นแรง L_2

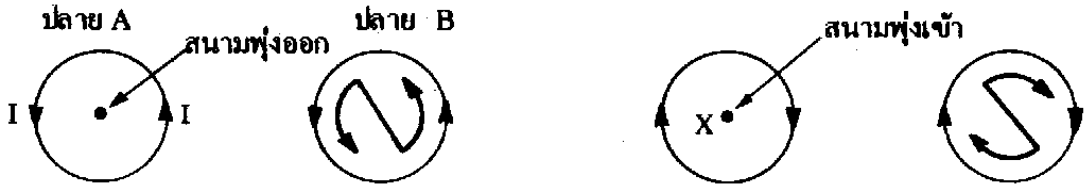
สนาม $\vec{B}_3$ จะสัมผัสกับเส้นแรง L_3

ขดลวดโซลีนอยด์ (Solenoid)



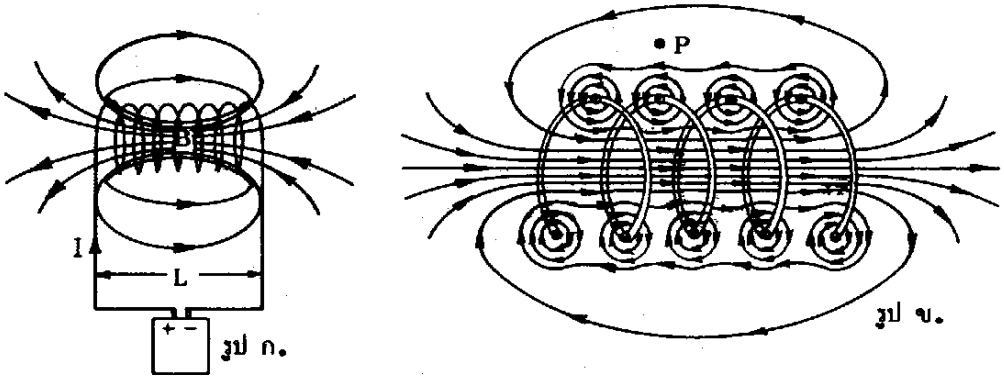


วิธีที่ 1 มองปลายใดปลายหนึ่ง ถ้ากระแสทวนเข็มนาฬิกาสนามพุ่งออกเป็นขั้วเหนือถ้ากระแสตามเข็มนาฬิกาสนามพุ่งเข้าเป็นขั้วใต้



วิธีที่ 2 ใช้กฎมือขวา คือ " กำมือขวาให้นิ้วทั้งสี่วนไปตามทิศของกระแสที่ไหล นิ้วหัวแม่มือที่ชี้ออก จะแสดงทิศของขั้ว N ที่เกิดขึ้น

รูปแสดง สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดโซลินอยด์



รูป ก. แสดงเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดโซนิลอยด์ ซึ่งพันชิดกัน

รูป ข. แสดงเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดโซนิลอยด์ ซึ่งพันห่างกัน

หมายเหตุ สำหรับสนามแม่เหล็กตรงกลางภายในขดลวดโซนิลอยด์จะถือว่ามีค่าสม่ำเสมอ

โจทย์ฝึกเสริมประสบการณ์

1. คำกล่าวในข้อใดที่แสดงความหมายของขั้วแม่เหล็กได้ถูกต้องที่สุด

ก. บริเวณที่อยู่ปลายทั้งสองของแท่งแม่เหล็ก ข. ที่ปลายแท่งแม่เหล็ก

ค. ตรงกลางแท่งแม่เหล็ก ง. บริเวณที่แสดงอำนาจแม่เหล็ก

เฉลยข้อ ง.

2. เส้นแรงแม่เหล็ก คือ

ก. เป็นเส้นสมมุติเพื่อแสดงทิศของสนามแม่เหล็กในบริเวณหนึ่ง

ข. เส้นที่แสดงแนวการวางตัวของเข็มทิศ

ค. เส้นที่ใส่หัวลูกศรกำกับตามที่ขั้วเหนือของเข็มทิศชี้

ง. ข้อ ก. ข. ถูก

เฉลยข้อ ง.

3.การตั้งชื่อขั้วเหนือ และขั้วใต้ของแท่งแม่เหล็กอาศัยหลัก

ก. ทางภูมิศาสตร์ ข. ทางอำนาจแม่เหล็ก

ค. การดูด และการผลักระหว่างขั้วแม่เหล็ก ง. อาศัยอำนาจสนามแม่เหล็กโลก

เฉลยข้อ ง.

4. ข้อความใดแสดงความหมายของ " จุดสะเทิน " ได้ถูกต้องที่สุด

ก. ตำแหน่งที่ไม่มีเส้นแรงแม่เหล็กผ่าน

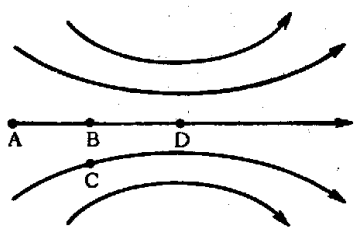
ข. ตำแหน่งที่ไม่มีแรงกระทำต่อเข็มทิศ

ค. ตำแหน่งที่มีสนามแม่เหล็กมารวมกันแล้วเป็นศูนย์

ง. ตำแหน่งที่เข็มทิศจะวางตัวในแนวใดก็ได้

เฉลยข้อ ค.

5. สนามแม่เหล็กดังรูป ที่จุดใดมีขนาดของสนามแม่เหล็กมากที่สุด



ก. A

ข. C

ค. D

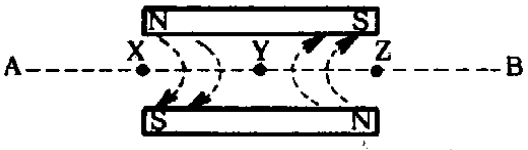
ง. B

เฉลยข้อ ค.

แนวคิด ตอนกลางจะมีพื้นที่น้อยที่สุด ในการรับ flux แม่เหล็กทั้งหมด

∴ ตอนกลางจะมีความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก หรือ ความเข้มสนามแม่เหล็กมากที่สุด

6. แท่งแม่เหล็กเหมือนกันทุกประการสองแท่งวางขนานกันดังรูป AB เป็นเส้นตรงที่ลากผ่านจุดกึ่งกลางระหว่างแท่งแม่เหล็กทั้งสอง X, Y, Z เป็นจุดที่อยู่บนเส้นตรง AB จุดใดที่มีโอกาสเป็นจุดสะเทินมากที่สุด



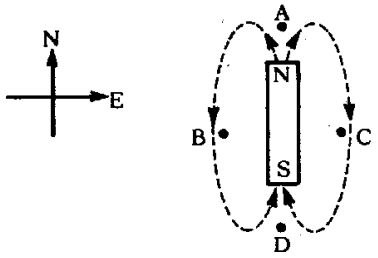
ก. จุด Y ข. จุด X และ Z

ค. ทั้งจุด X , Y และ Z ง. อาจเป็นจุดอื่น ๆ ที่ไม่ใช่จุดทั้งสาม

เฉลยข้อ ก.

แนวคิด จุด Y มีโอกาส เป็นจุดสะเทิน ได้มาก

7. บริเวณใดมีโอกาสเป็นจุดสะเทินเมื่อพิจารณาร่วมกับสนามแม่เหล็กโลก



ก. A

ข. B, C

ค. B

ง. A , D

เฉลยข้อ ข.

แนวคิด ที่ตำแหน่ง B กับ C เส้นแรงแม่เหล็กพุ่งมาทางทิศใต้จึงมีโอกาสเป็นจุดสะเทินได้ เพราะสนามแม่เหล็กโลกพุ่งไปทางทิศเหนือ

8. กล่องสี่เหลี่ยมซึ่งแต่ละด้านมีพื้นที่เท่ากันหมด เท่ากับ 0.10 ตารางเมตร วางอยู่ในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอขนาด 5 เทสลา โดยที่ทิศของสนามแม่เหล็กตั้งฉากกับระนาบของกล่องด้านใดด้านหนึ่งพลักซ์สนามแม่เหล็กที่ผ่านกล่องนี้ คือ

ก. 0 Wb ข. 0.5 Wb ค. 1.0 Wb ง. 3.0 Wb

เฉลยข้อ ก.

แนวคิด สูตร $\phi = BA$

$= 5(0.10) = 0.5$ วีเบอร์

กฎของ Gauss , Flux แม่เหล็ก ที่ผ่านบริเวณปิดเป็นศูนย์

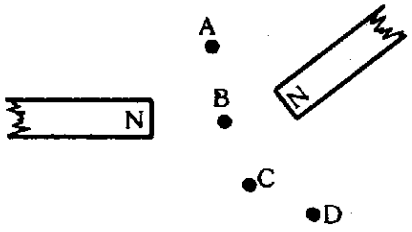
$\therefore$ ขาเข้า ฟลักซ์เป็น บวก , ขาออก ฟลักซ์เป็น ลบ

* * ถ้าพิจารณาบริเวณ ปิดใด ๆ ฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านเป็นศูนย์เสมอเพราะ

จากสูตร $\phi = \phi\cos\theta$

บริเวณปิดจะทำมุม $\phi = \phi\cos 90^0$ กับฉากเดิม (เมื่อฉากเดิมตั้งฉากกับรังสี)

9. แท่งแม่เหล็กถาวรสองแห่งวางใกล้กันในลักษณะดังรูป ตำแหน่งใดควรเป็นจุดสะเทิน



ก. B

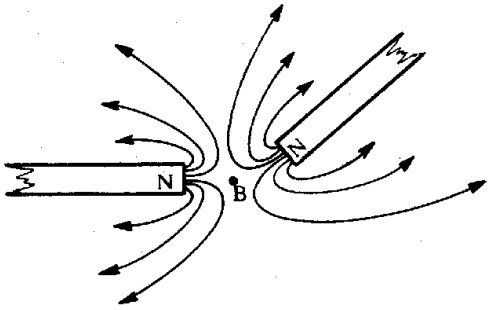
ข. C

ค. D

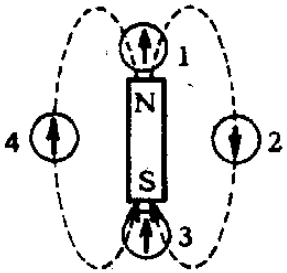
ง. A

เฉลยข้อ ก.

แนวคิด



ขั้ว N อยู่ใกล้กัน เส้นแรงจะผลักกัน , จุด B จึงเป็นจุดสะเทิน

10. 

เมื่อนำเข็มทิศเล็กๆ มาวางที่ตำแหน่งหมายเลข 1,2 3 และ 4 ซึ่งอยู่ใกล้แท่งแม่เหล็ก ดังรูป ปลายเหนือของเข็มทิศควรชี้ตามรูปใด

ก. 1 , 2 และ 3

ข. 1 และ 3

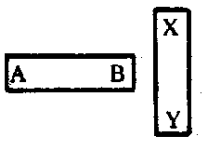
ค. 2 และ 4

ง. 4 เท่านั้น

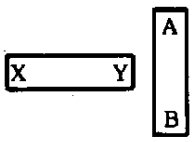
เฉลยข้อ ก.

แนวคิด รูปที่ 4 ผิดความจริง จากแนวเส้นแรงแม่เหล็ก (∵ เข็มทิศต้องชี้ในแนวเส้นแรง)

11.



รูปที่ 1 ดูดแรงมาก



รูปที่ 2 ดูดอ่อนมาก

รูปที่ 3

แท่งโลหะ AB และ XY มีรูปร่างภายนอกเหมือนกันทุกประการ เมื่อนำปลาย ของโลหะแท่งหนึ่งเข้าใกล้โลหะอีกแท่งหนึ่งเกิดแรงต่าง ๆ ดังรูปที่ 1 และ 2 แรงในรูปที่ 3 จะเป็นอย่างไร

ก. ดูดด้วยแรงขนาดเท่ากับรูปที่ 1 ข. ดูดด้วยแรงขนาดมากกว่ารูปที่ 1

ค. ผลักด้วยแรงขนาดเท่ากับรูปที่ 1 ง. ผลักด้วยแรงขนาดน้อยกว่ารูปที่ 1 แต่มากกว่ารูปที่ 2

เฉลยข้อ ก.

แนวคิด จาก 2 ภาพแรก แสดงว่า AB เป็นแม่เหล็ก

XY เป็นเหล็กธรรมดา

ภาพที่ 3 แม่เหล็ก AB จึงต้องดูดเหล็ก YX แน่นอน

12.เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าในขดลวดทั้งสองขดเพื่อให้เกิดแรงดูดกระทำต่อกัน ต้องให้กระแสไหลเข้าทาง

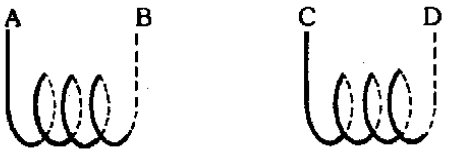
ก. A และ B

ข. A และ C

ค. C และ D

ง. A และ D

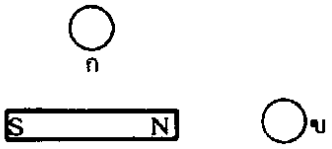
จ. B และ C

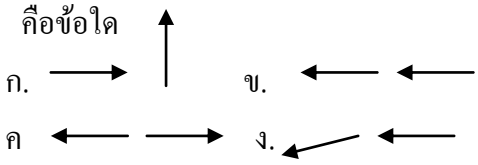


เฉลยข้อ ข.

แนวคิด ขดลวดจะดูดกันเมื่อปลาย B และปลาย C ซึ่งอยู่ใกล้กันมีขั้วแม่เหล็กต่างชนิดกันซึ่งจะเกิดได้เมื่อกระแสเข้าทาง A ปลาย B จะเป็นขั้วเหนือ และกระแสเข้าทาง C ปลาย C จะเป็นขั้วใต้

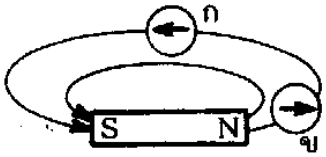
13. การวางตัวของเข็มทิศที่ตำแหน่ง ก , ข ตามลำดับคือข้อใด





เฉลย ข้อ ค.

แนวคิด



เข็มทิศจะวางตัวในแนวเส้นแรงแม่เหล็กเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้ว N ไปขั้ว S

14.การวางตัวของเข็มทิศในสนามแม่เหล็กโลก

ก. วางตัวในแนวเหนือ - ใต้ทางภูมิศาสตร์โดยเอาขั้วเหนือชี้ทิศเหนือ ขั้วใต้ชี้ทิศใต้

ข. วางตัวในแนวเหนือ - ใต้ทางภูมิโดยเอาขั้วใต้ชี้ทิศเหนือขั้วเหนือชี้ทิศใต้

ค. วางตัวทำมุมบ่ายเบนกับแนวเหนือใต้ภูมิศาสตร์ โดยเอาขั้วใต้ชี้ทิศเหนือ ขั้วเหนือชี้ทิศใต้

ง. วางตัวทำมุมบ่ายเบนกับแนวเหนือใต้ภูมิศาสตร์ โดยเอาขั้วเหนือชี้ทิศเหนือ ขั้วใต้ชี้ทิศใต้

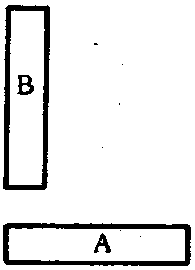
เฉลยข้อ ง.

แนวคิด ขั้วเหนือใต้แม่เหล็กโลก ต่างจากขั้วเหนือใต้ ภูมิศาสตร์เล็กน้อย และขั้วโลกเหนือเสมือนมีขั้วแม่เหล็กใต้ฝังอยู่ และขั้วโลกใต้เสมือนมีขั้วแม่เหล็กเหนือฝังอยู่

15. มีแท่งแม่เหล็กลักษณะ และขนาดเหมือนกัน 2 แท่งแต่แท่งหนึ่งมีสมบัติเป็นแม่เหล็ก จะมีวิธีตรวจสอบอย่างไรว่า แท่งใดเป็นแม่เหล็กโดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์อื่น ๆ มาช่วยในการตรวจสอบ

เฉลย

แนวคิด ถ้า A เป็นเหล็ก แท่ง B ซึ่งเอาไปใกล้แล้วเลื่อนไปจนสุดแท่งจะเกิดแรงดูดคงที่ ถ้า B เป็นแม่เหล็ก



ถ้า A เป็นแม่เหล็ก ซึ่งตรงบนโต๊ะราบย่อมจะมีขั้ว แรงที่ปลายเท่านั้นเมื่อเอา เหล็ก B วางใกล้ ๆ แล้วเลื่อนไปจนสุดแท่ง ย่อมเกิดแรงดึงเฉพาะที่ปลายแท่ง A มากแต่ตรงกลางแท่งจะไม่มีแรงดึงดูด

16. นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองโดยใช้แท่งแม่เหล็กแท่งหนึ่ง วางบนพื้นโต๊ะแก้วใช้แผ่นกระดาษวางทับแท่ง แม่เหล็กโรยผงตะไบเหล็กบนแผ่นกระดาษให้ทั่ว จากการทดลองนี้นักเรียนคนนั้นสรุปผลการทดลองดังนี้

1. ทราบว่าปลายด้านใดของแท่งแม่เหล็กเป็นขั้วเหนือ และขั้วใต้
2. ทราบตำแหน่งของจุดสะเทินว่าอยู่ ณ ตำแหน่งใด
3. เขียนเส้นแรงแม่เหล็กได้
4. ทราบว่าบริเวณใดมีความเข้มสนามแม่เหล็กมาก หรือ น้อย
5. ทราบว่าผงตะไบเหล็ก และแท่งแม่เหล็กออกแรงดูดกันด้วยแรงที่มีขนาดเท่ากัน

นักเรียนคนนั้นสรุป **เกิน** จากที่ทดลองได้ในข้อใด

ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 3 , 4 และ 5 ค. ข้อ 1 , 2 และ 5 ง. ข้อ 1 , 2 , 3 และ 5

เฉลยข้อ ง.

แนวคิด ข้อ 1) ผิดเพราะ จะรู้ขั้วไม่ได้ (เพราะไม่มีเข็มทิศ)

ข้อ 2) ผิด รู้จุดสะเทินไม่ได้ (เพราะ ใช้แม่เหล็กแท่งเดียว)

ข้อ 3) ผิด เขียนเส้นแรงแม่เหล็กไม่ได้ เพราะเป็นเวกเตอร์ต้องใช้ทิศทางด้วย (แต่ไม่มีเข็มทิศ)

ข้อ 4) ถูกต้อง ทราบได้ เพราะบริเวณใดมีค่า $\vec{B}$ มาก , ผงตะไบเหล็กจะมาก

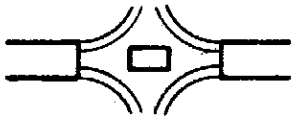
ข้อ 5) ผิด ไม่อาจทดลองได้ (เพราะ action = reaction ทดลองไม่ได้ ในชุดแม่เหล็กนี้)

17. แท่งแม่เหล็กอ่อนเล็ก ๆ วางระหว่างขั้วเหนือ และใต้ของแท่งแม่เหล็ก ภาพใดที่แสดงลักษณะของสนามแม่เหล็กระหว่าง 2 ขั้วนี้ได้ดีที่สุด

ก.

ข.

ค.

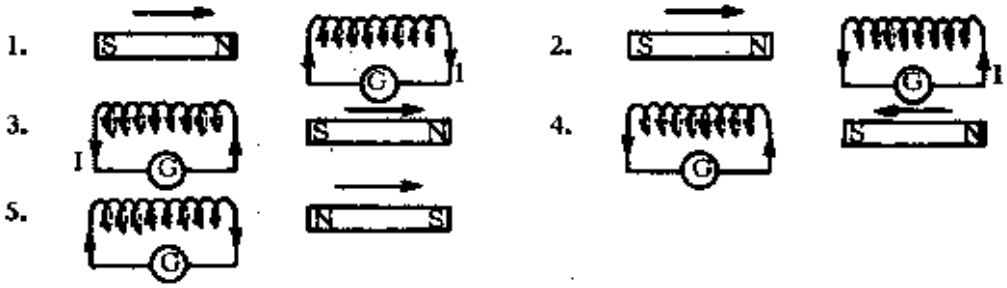


ง.

เฉลยข้อ ง.

แนวคิด แม่เหล็กจะเหนี่ยวนำ เหล็กอ่อนให้เป็นแม่เหล็ก แล้วส่งแรงดึงดูดกัน ดังรูป

18.ทิศของกระแสเหนี่ยวนำที่เกิดจากการเคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กเข้า และออกจากขดลวด ดังรูป

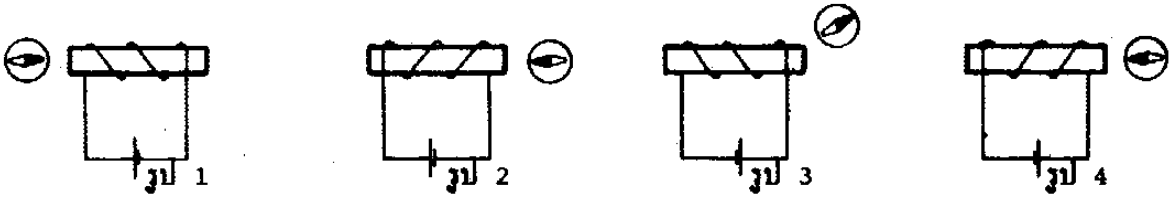


ทิศของกระแสเหนี่ยวนำข้อใดไม่ถูกต้อง

ก. 1 , 2 ข. 2 , 3 ค. 3 , 4 ง. 2 , 4 จ. 2 , 5

เฉลยข้อ ง.

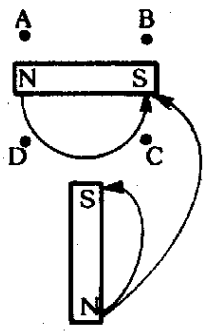
19.ถ้าเข็มทิศด้านที่ระบายเป็นขั้วเหนือรูปต่อไปนี้รูปใดถูกต้องที่สุด



ก. รูป 1 กับรูป 2 ข. รูป 1 กับรูป 3 ค. รูป 3 กับรูป 4 ง. รูป 2 กับรูป 4

เฉลยข้อ ก.

20.พิจารณาจากรูปจุดใดเป็นจุดสะเทิน



ก. A

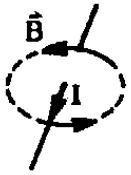
ข. B

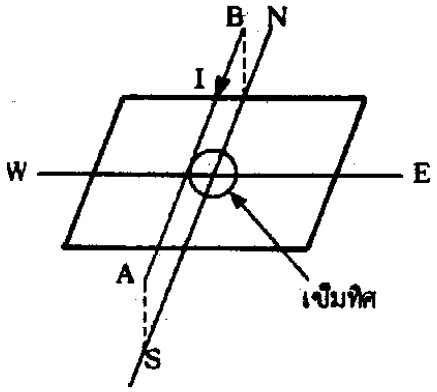
ค. C

ง. D

เฉลยข้อ ค.

21. กระแสไฟฟ้า I เคลื่อนที่แนว B ไป A ซึ่งอยู่เหนือโต๊ะ และอยู่ในแนวเหนือใต้ภูมิศาสตร์บนโต๊ะมีเข็มทิศจะชี้ทางทิศใด (กำหนดว่าแม่เหล็กโลกน้อยมาก)

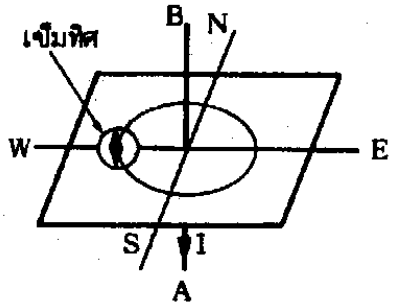




เฉลย

แนวคิด ไปทางทิศตะวันออก

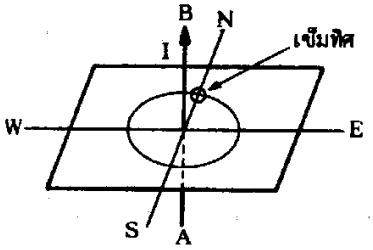
22 . ลวดตัวนำไฟฟ้า AB เสียบโต๊ะขึ้นมาในแนวดิ่ง (โต๊ะอยู่ในแนวระดับ)ถ้าเข็มทิศอยู่ทางตะวันตกของลวด ดังรูป ทิศของกระแสไฟฟ้าเป็น AB เข็มทิศจะชี้ในแนวใด (กำหนดว่า สนามแม่เหล็กโลกน้อยมาก)



เฉลย

แนวคิด ไปทางทิศเหนือ

23. ลวดตัวนำไฟฟ้า AB เสียบโต๊ะขึ้นมาในแนวดิ่ง (โต๊ะอยู่ในแนวระดับ)ถ้าเข็มทิศอยู่ ทางทิศเหนือของขดลวด ดังรูปทิศของกระแสไฟฟ้าเป็น AB เข็มทิศจะชี้ในแนวใด



ก. N ข. S

ค. E ง. W

เฉลยข้อ ง.

แนวคิด เข็มจะเอาขั้วเหนือ ชี้แนวเส้นแรงของสนามแม่เหล็กเสมอ

24. ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก หมายถึงปริมาณใดต่อไปนี้

1. จำนวนฟลักซ์แม่เหล็ก 2. ขนาดของสนามแม่เหล็ก

3. จำนวนเส้นแรงแม่เหล็กต่อ 1 หน่วยพื้นที่ตั้งฉาก

ข้อที่ถูก คือ

ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 1 และ 3 ค. ข้อ 2 และ 3 ง. ข้อ 1 , 2 , 3

เฉลย ข้อ ค.

แนวคิด ขนาดของสนามแม่เหล็ก คือ $\vec{B}$ $(B = \frac{\phi}{A})$

ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก คือ $\vec{B}$ $(B = \frac{\phi}{A})$

25.หน่วยข้อใดเป็นหน่วยวัดความเข้มสนามแม่เหล็ก

ก. Wb/m^2 ข. $\frac{N.S}{C.m}$ ค. T ง.ข้อ ก , ข และ ค

เฉลยข้อ ง.

แนวคิด ข้อ ก. ถูกต้อง สูตร $B = \frac{\phi}{A}$ วีเบอร์ / ตารางเมตร หรือเทสลา

ข้อ ข. ถูกต้อง $F = qvB$

$$B = \frac{N}{C(m/s)} = \frac{N.s}{C.m.}$$

26. ขั้วแม่เหล็กของแท่งแม่เหล็กยาวมากแท่งหนึ่งมีฟลักซ์แม่เหล็ก 10 Wb ออกมาโดยรอบ ความเข้มของสนามแม่เหล็กบนพื้นที่ ที่ฟลักซ์แม่เหล็กผ่านตั้งฉาก 2×10^3 ตารางเซนติเมตร มีค่าตามข้อใด

ก. 0.5 เทสลา ข. 50.0 เทสลา ค. 1.5 เทสลา ง.150 เทสลา

เฉลยข้อ ข.

แนวคิด $B = \frac{\phi}{A} = \frac{10}{(2\times10^3)(10^{-4})} = 50$ เทสลา

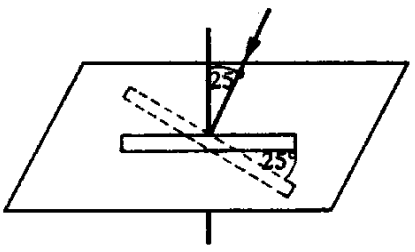
27. สมมติว่ามีกระดาษแผ่นหนึ่งมีขนาด 21 ซม. × 27 ซม. วางบนโต๊ะพื้นราบมีสนามแม่เหล็กขนาด 0.35 เทสลา มีทิศพุ่งลงบนโต๊ะแต่ทำมุม 25 องศากับแนวดิ่ง ฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านแผ่นกระดาษมีค่าเท่าใด

กำหนดให้ $\sin 25^\circ = 0.423$

$\cos 25^\circ = 0.906$

$\sin 75^\circ = 0.966$

$\cos 75^\circ = 0.259$



ก. 1.79×10^{2} วีเบอร์ ข. 1.79×10^{-2} วีเบอร์

ค. 8.3×10^{-2} วีเบอร์ ง. 8.3×10^{-3} วีเบอร์

เฉลยข้อ ข

แนวคิด

$$\phi = \phi\cos\theta$$
$$= BA\cos\theta$$
$$= 0.35(\frac{21}{100}\times\frac{27}{100})\cos25^{\circ}$$
$$= 0.35\times0.21\times0.27\times0.906 = 1.79\times10^{-2}\text{ วีเบอร์}$$

28. ขดลวดตัวนำพื้นที่ 10 ตารางเซนติเมตร วางอยู่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กขนาดสม่ำเสมอ 10 เทสลา จงหาค่าฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดทำมุม 90° กับสนามแม่เหล็ก

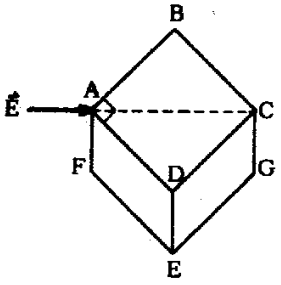
ก. 0 วีเบอร์ ข. 0.5×10^{-2} วีเบอร์

ค. 0.8×10^{-2} วีเบอร์ ง. 1.0×10^{-2} วีเบอร์

เฉลยข้อ ง.

แนวคิด $\phi = \mathbf{BA} = 10\,(10\times10^{-4})$ วีเบอร์ $= 10^{-2}$ วีเบอร์

29.



รูปลูกบาศก์มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร วางสนามแม่เหล็ก $\vec{B}$ ขนาด 1.0 เทสลา มีทิศตามยาว AB ดังรูป จงหาฟลักซ์แม่เหล็กบนผิว ADEF

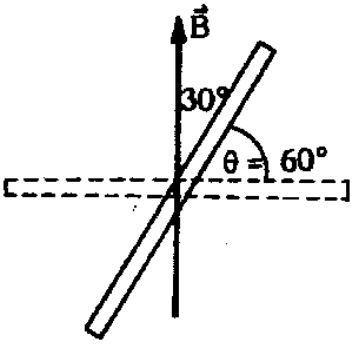
ก. $\sqrt{2}$ ข. $1/\sqrt{2}$

ค. 1/2 ง. 2

เฉลยข้อ ข.

แนวคิด $\phi = \phi\cos\theta = BA\cos\theta = 1.0\times(1\times1)\cos45^{\circ} = \frac{1}{\sqrt{2}}$ วีเบอร์

30. ขดลวดพื้นที่ 10 ตารางเซนติเมตร วาง ในบริเวณที่สนามแม่เหล็ก 4×10^{-2} เทสลา ทิศขึ้นในแนวดิ่ง จงหาจำนวนเส้นแรงแม่เหล็ก (ฟลักซ์แม่เหล็ก) ที่ผ่านขดลวด เมื่อระนาบขดลวดทำมุม 30^{0} กับแนวดิ่ง



เฉลย

แนวคิด θ **เป็นมุมที่ฉาดใหม่ ทำกับฉากเดิม**

(ฉากเดิม $\perp$ รังสี) $\varnothing = \phi\cos\theta$

$= \text{BA}\cos\ \theta\ 60^0$

$= (4\times10^{-2})(10\times10^{-4})\cos 60^\circ$ วีเบอร์

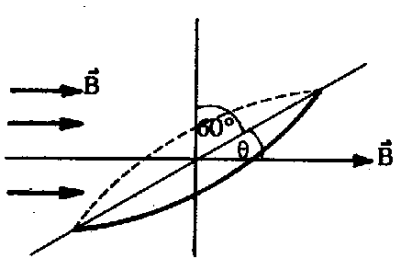
$= 2\times10^{-5}$ วีเบอร์

31. ขดลวดตัวนำวงกลมรัศมี 10 เซนติเมตรวางอยู่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ 4 เทสลา จงหาค่าฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดเมื่อระนาบของลวดทำมุม $\pi/6$ เรเดียนกับสนามแม่เหล็ก

ก.0.02 π ข. 2 π ค. 0.1 π วีเบอร์ ง. 3 π วีเบอร์

เฉลยข้อ ก.

แนวคิด



$\text{B} = \dfrac{\phi}{\text{A}}$

$\phi = \text{BA}$

$= 4\ \pi\ (0.1)^2$ วีเบอร์

$= 0.04\ \pi$ วีเบอร์

เอียงจากเดิม $\phi = \phi\cos 60^\circ$ (ระวัง !อย่าใช้มุมผิด)

$= 0.04\ \pi\ \cos\ 60^0$

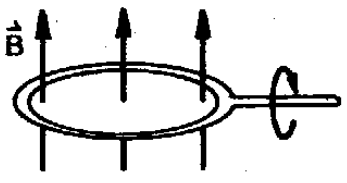
$= 0.02\pi$ วีเบอร์

32. ขดลวดขดหนึ่งประกอบด้วยลวด 500 รอบ มีพื้นที่หน้าตัด 4 ตารางเซนติเมตรวางอยู่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ 0.6 เทสลา และมีทิศทางตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัดของขดลวด จงหาค่าการเปลี่ยนของฟลักซ์แม่เหล็กในหน่วยวีเบอร์ที่ผ่านทุกรอบของขดลวดเมื่อบิดขดลวดไป 90^0 ตามทิศทางลูกศรในรูป

ก.0.05 ข. 0.12 ค. 0.88 ง. 1

เฉลยข้อ ข.

แนวคิด



$\phi = \text{BA}$

$= 0.6\ \left(4x10^{-4}\right)$ วีเบอร์

$= 2.4\times10^{-4}$ วีเบอร์

เมื่อบิดมุม 90^0 , ϕ =BA Cos 90^0 = 0

$\therefore$ 1รอบ, ϕ เปลี่ยนแปลง $= 2.4\times10^{-4}$

500 รอบ, ϕ เปลี่ยนแปลง $= 2.4\times10^{-4}(500)$วีเบอร์

$= 0.21$ วีเบอร์

33. ถ้ามีขั้วแม่เหล็กเดี่ยวชนิดขั้วเหนือทำให้เกิดสนามแม่เหล็กบริเวณรอบๆที่ตำแหน่งห่างออกไป3.5 เมตรมีค่าสนามเท่ากับ 0.5 วีเบอร์ / ตารางเมตร ให้หาปริมาณฟลักซ์แม่เหล็กทั้งหมดที่แผ่จากขั้วแม่เหล็กนี้

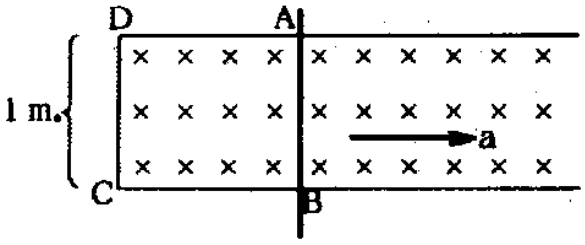
เฉลย

แนวคิด $B = \frac{\phi}{A} = \frac{\phi}{4\pi R^2}$

$$0.5 = \frac{\phi}{4 \times \frac{22}{7}\left(3.5^2\right)}$$

$$\phi = 77 \text{ วีเบอร์}$$

34. AB เป็นลวดยาว วางบนรางโลหะ CD ซึ่งอยู่ในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ B wb/m^2 ทิศพุ่งดังรูปถ้าเลื่อน AB จากสภาพนิ่งไปทางขวาด้วยความเร่ง a m/s^2 เป็นเวลา t วินาทีฟลักซ์แม่เหล็กในวงจรปิดจะเพิ่มขึ้นเท่าใด



ก. a Bt^2 ข. $\frac{1}{2}$ at^2B ค. a Bt ง. O

เฉลยข้อ ข.

แนวคิด ระยะทางที่เลื่อน ได้ $S = ut + \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}at^2$

$\Delta\phi$ = BA ที่เพิ่ม = $B\left(\frac{1}{2}at^2 \times 1\right)$

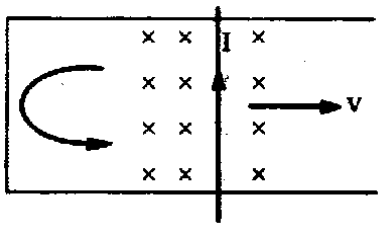
35. จากข้อ 34 flux แม่เหล็กจะเพิ่มวินาทีละเท่าใด

ก. a Bt ข. $\frac{1}{2}$ a tB ค. aB ง. O

เฉลยข้อ ข.

แนวคิด $\frac{\Delta\phi}{t} = \frac{\frac{1}{2}at^2B}{t} = \frac{1}{2}atB$

36. จากข้อ 34. กระแสเหนี่ยวนำจะไหลอย่างไร



ก. ไหลวนตามเข็มนาฬิกา

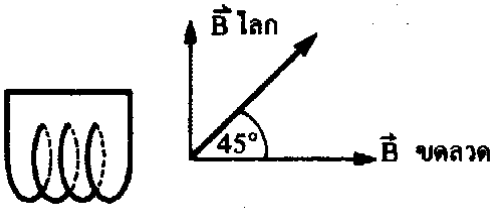
ข. ไหลวนทวนเข็มนาฬิกา

ค. ไม่เกิดกระแสเหนี่ยวนำ

ง. คำตอบเป็นอย่างอื่น

เฉลย ข.

37. ถ้าเอาขดลวดวงกลมวางที่บริเวณเส้นศูนย์สูตร ให้ระนาบของขดลวดอยู่ในแนวดิ่งและอยู่ในแนวเดียวกับสนามแม่เหล็กโลก เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขดลวดแล้วเอาเข็มทิศเล็ก ๆ ไปวางที่จุดศูนย์กลางที่ขดลวดปรากฏว่าเข็มทิศ จะเบนไปจากสนามเป็นมุม 45^0 ถ้าขนาดของสนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดเท่ากับ B wb/m^2 ถามว่าขนาดของแม่เหล็กโลกที่บริเวณเส้นศูนย์เป็นเท่าใด



ก. B wb/m^2

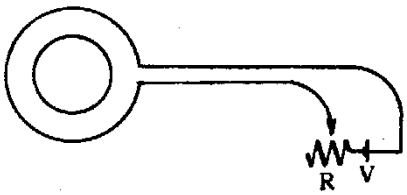
ข. $\frac{B}{\sqrt{2}}$ wb/m^2

ค. $\sqrt{2}$ B wb/m^2

ง. คำตอบเป็นแบบอื่น

เฉลยข้อ ก.

38. ขดลวดวงกลมขนาดใหญ่ และเล็ก 2 ขด จัดวางเป็นวงจร ในลักษณะดังรูปถ้าความต้านทานของวงจรมีค่าลดอย่างช้า ๆ ก่อนแล้วกลับเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ โดยการปรับตัวต้านทาน R ข้อใด คือกระแสเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในขดเล็ก



ก. ไหลในทิศทวนเข็มนาฬิกาก่อนแล้วไหลกลับในทิศตามเข็มนาฬิกา

ข. ไหลในทิศตามเข็มนาฬิกาก่อนแล้วไหลกลับในทิศทวนเข็มนาฬิกา

ค. ไหลในทิศทวนเข็มนาฬิกาตลอดโดยกระแสจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นแล้วกลับลดลง

ง. ไหลในทิศตามเข็มนาฬิกาตลอดโดยกระแสจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นแล้วกลับลดลง

เฉลยข้อ ข.

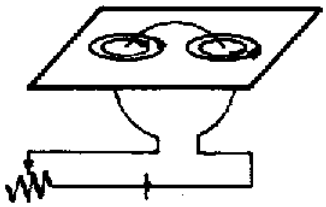
แนวคิด จากหลักของ lenz

ตอนแรกจะเกิด I เหนี่วยนำให้ตามเข็มนาฬิกา

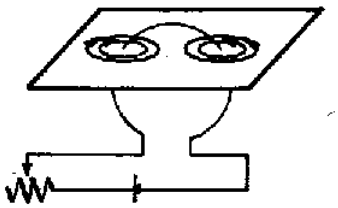
ตอนหลังจะเกิด I เหนี่ยวนำทวนเข็มนาฬิกา

39. พิจารณารูปต่อไปนี้ และบอกว่ารูปใดถูกต้องที่สุด

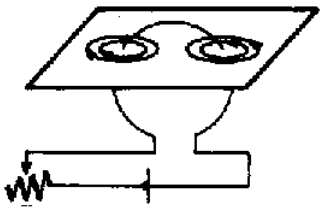
ก.



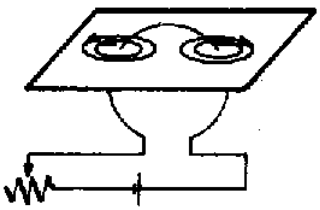
ข.



ค.



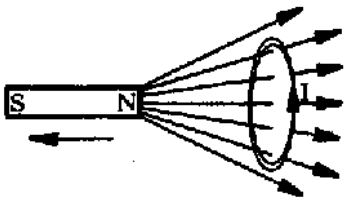
ง.



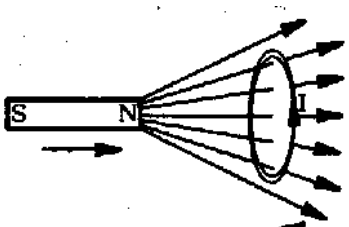
เฉลยข้อ ค.

40. เคลื่อนที่ขั้วแม่เหล็กเข้าหาหรือออกจากวงแหวนโลหะตามทิศลูกศรรูปใดถูก

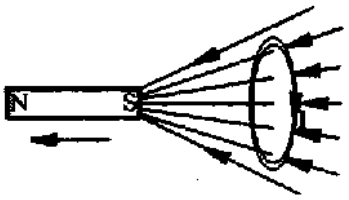
ก.



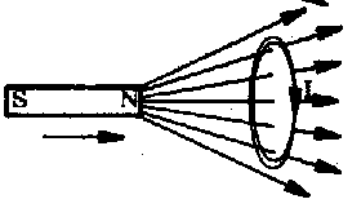
ข.



ค.



ง.



เฉลยขอ ข.

1.5 อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าในสนามแม่เหล็ก

บทนี้เราไม่สนใจ ถึงการเกิดสนามแม่เหล็กว่ามีต้นเหตุมาจากที่ใดแต่เราจะศึกษา

ณ จุดที่กำหนดมีสนามแม่เหล็ก $\vec{B}$ หรือไม่

แรงกระทำที่สนามแม่เหล็กมีต่อประจุที่ผ่านสนามไป

ณ ที่จุดกำหนดไม่มีสนามไฟฟ้า, ไม่คิดแรงโน้มถ่วง ไม่มีแรงอื่นใดกระทำต่อประจุทดสอบ

ณ ที่จุดนั้น ถ้าเรายิงประจุไฟฟ้าบวก ด้วยความเร็ว $\vec{v}$ ผ่านจุดที่กำหนดนั้น (สมมติเป็นจุด P)

" ถ้ามีแรง $\vec{F}$ กระทำบนประจุ และทำให้ประจุเบี่ยงเบนไป เราจะถือว่าที่จุด P นั้นมีสนามแม่เหล็กอยู่ "

เราจะกำหนดค่า สนามแม่เหล็ก B ในรูป $\vec{F}$ และประจุกับความเร็ว $\vec{v}$

ถ้าทดลองใช้ทิศความเร็ว $\vec{v}$ เปลี่ยนไปแต่ละขนาดของความเร็ว $\vec{v}$ คงเดิมคือเปลี่ยนมุมการยิงประจุในทิศต่าง ๆ เข้าไปในสนามพบว่า แรง $\vec{F}$ ยังคงตั้งฉากกับ $\vec{v}$ แต่ขนาดของ $\vec{F}$ เปลี่ยนไป

ถ้ายิงประจุขนานกับทิศสนาม (ทั้งสวนทิศสนาม กับ ตามทิศสนาม) ปรากฏว่าแรง $\vec{F}$ เป็นศูนย์

ถ้ายิงประจุ ตั้งฉากกับทิศสนาม แรงที่เกิดบนประจุจะมีค่าสูงสุดเรากำหนดค่าขนาดของ $\vec{B}$ การวัดขนาดของแรง $(F\perp)$

นั่นคือ $$B = \frac{F\perp}{qv}$$

($F\perp$ คือ แรงที่เกิดบนประจุขณะที่ยิงประจุกับทิศสนามนั้น)

พิจารณาสนามแม่เหล็กในแบบเวกเตอร์

" ถ้าประจุบวก q ถูกยิงเข้าไปในบริเวณหนึ่งโดยผ่านจุด P ถ้ามีแรง F มากระทำบนปะจุที่กำลังเคลื่อนที่นั้นแสดงว่ามีสนามแม่เหล็กที่จุด P "และแรงที่กระทำต่อประจุซึ่งวิ่งจากสนามแม่เหล็กคำนวณจากสูตร

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

จากการ cross vector จะได้ขนาดของ F คือ

$$F = qvB \sin\theta$$

F = แรงที่เกิดบนประจุที่กำลังเคลื่อนที่มีหน่วยเป็น Newton (magnetic deflecting force)

q = ประจุที่วิ่งผ่านสนาม หน่วยเป็นคูลอมบ์

v = ความเร็วประจุ หน่วย เมตร / วินาที

B = สนามแม่เหล็ก หน่วย เทสลา

θ = มุมระหว่างทิศการเคลื่อนที่ (V) ของประจุกับทิศสนามแม่เหล็ก (B)

ข้อสังเกต (1) ถ้าประจุวิ่งตามสนาม หรือสวนกับสนามคือ $\theta = 0^\circ$ หรือ 180°

$F = qvB \sin 0^\circ = 0$

$F = qvB \sin 180^\circ = 0$

(2) ถ้าประจุเคลื่อนที่ ตั้งฉากกับสนาม $\theta = 90^\circ$

$F = qvB \sin 90^\circ = qvB \times 1 = qvB$

= ค่า maximum

จะเห็นว่าถ้าประจุเคลื่อนที่ในแนวเดียวกับสนามแม่เหล็ก แรงที่กระทำต่อประจุจะเป็นศูนย์ แต่ถ้าประจุเคลื่อนที่ในทิศทางที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กแรงที่กระทำต่อประจุ จะมีค่ามากที่สุดและมีค่าเป็น $F = qvB$

การหาทิศทางแรงบนประจุในสนามแม่เหล็ก

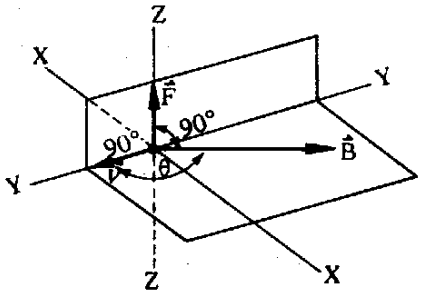
1.ประจุบวก

หมุนทิศการเคลื่อนที่ (ทิศของ $\vec{v}$) ไปหา $\vec{B}$

ทิศของ vector product ที่เกิดขึ้น คือทิศทางของแรง F ที่เกิดขึ้น (ให้ย้อนกลับไปดูหลักการ cross vector ให้แม่นยำ)

2. ประจุลบ

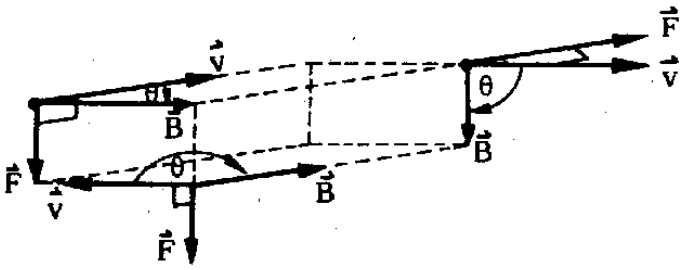
หมุนแบบประจุบวก ได้ vector product ในทิศใด ทิศของแรง F บนประจุลบจะมีทิศตรงข้ามกับทิศนั้น



หมายเหตุ 1. ก่อนการหมุนเวกเตอร์ $\vec{v}$ ไปหาเวกเตอร์ $\vec{B}$ ควรระลึกไว้เสียก่อนว่าตัวที่กำลังเคลื่อนในสนามแม่เหล็กเป็นประจุบวก หรือประจุลบ เพราะเกิดการผิดพลาดกันมากแล้ว

2. จากการcross vector จะเห็นว่าทิศของแรง $\vec{F}$ จะตั้งฉากกับ $\vec{v}$ และ $\vec{B}$ เสมอ

P สังเกตแนวแรงจากภาพชุดนี้ เป็นแรงที่เกิดขึ้นบนประจุบวก



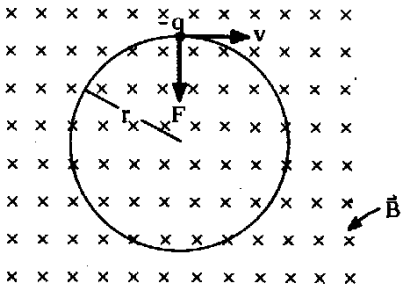
ประจุวิ่งวนอยู่ในสนามแม่เหล็ก (Circulating Charges)

ประจุไฟฟ้าซึ่งเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก จะมีลักษณะการเคลื่อนที่เป็นรูปวงกลมซึ่งแยกพิจารณาได้เป็น 2 กรณีคือ

1. ถ้าประจุวิ่งตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก มันจะเคลื่อนที่เป็นวงกลมซ้ำกันในระนาบเดียวกัน

2. ถ้าประจุวิ่งทำมุมกับสนามแม่เหล็ก จะทำให้มันเคลื่อนที่เป็นวงกลมเกลียว (helix) คล้ายขดลวดโซลินอยด์

รัศมีของการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก



เนื่องจากทิศความเร็ว และแรงตั้งฉากกัน จะทำให้ประจุเคลื่อนที่เป็นกลม โดยมีทำหน้าที่เป็นแรงสู่ศูนย์กลาง

$$\therefore F_B = F_C$$

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

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

ดังนั้นถ้าประจุวิ่งเข้าสู่สนามแม่เหล็กในแนวตั้งฉาก จะหารัศมีความโค้งได้ทันทีจากสูตรนี้

คาบการโคจรของประจุในสนามแม่เหล็ก (T)

จาก $v = \frac{2\pi R}{T}$

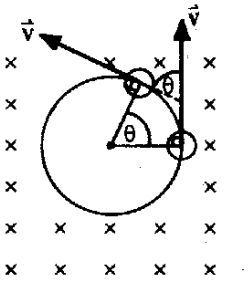
$$\therefore T = \frac{2\pi R}{V}$$

แทนค่า R; $T = \frac{2\pi}{v} \cdot \frac{mv}{qB}$

$$\boxed{T = \frac{2\pi m}{qB}}$$

สูตรนี้เป็นสูตรหาคาบของประจุซึ่งวิ่งในสนามแม่เหล็กและ v เป็นอัตราเร็วในแนวตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก

มุมที่มีความเร็ว เบนจากเดิม เท่ากับ มุมที่กวาดไปตามศูนย์กลาง



หมุน 2π เรเดียน (1 คาบ) ใช้เวลา $\frac{2\pi m}{qB}$

" θ " " " $\frac{m\theta}{qB}$

$$\boxed{t = \frac{m\theta}{qB}}$$

ระวัง ! มุม θ เรเดียน อาจต้องหาจาก arc / รัศมี

$$\boxed{\theta = \frac{arc}{R}}$$

การคำนวณเมื่อประจุเคลื่อนที่โดยใช้ไฟฟ้าช่วยเร่ง

งานไฟฟ้า (W) กลายเป็น E_k

$$qv = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\frac{q}{m} = \frac{v^2}{2v} \text{..... ..(1)}$$

จาก $qvB = \frac{mv^2}{R}$

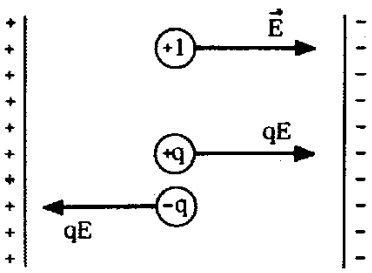
$$\frac{q}{m} = \frac{v}{BR} \text{..... ....(2)}$$

$(2)^2$ $\left(\frac{q}{m}\right)^2 = \frac{v^2}{B^2R^2}$ ....(3)

$\frac{(3)}{(1)}$ $\frac{q}{m} = \frac{2v}{B^2R^2}$

แรงแม่เหล็ก $\vec{F} = q\vec{v}\vec{B}$ ..... $\vec{B}$ เป็นความเข้มสนามแม่เหล็ก Tesla

แรงไฟฟ้า $\vec{F} = q\vec{E}$ ..... $\vec{E}$ เป็นสนามไฟฟ้า N / C หรือ Volt / เมตร



สำหรับประจุบวก

แรงไฟฟ้า $q\vec{E}$ มีทิศเดียวกับสนาม $\vec{E}$

สำหรับประจุลบ

แรงไฟฟ้า $q\vec{E}$ มีทิศตรงข้ามกับ $\vec{E}$

การคำนวณเมื่อประจุ q วิ่งทั้งในสนามไฟฟ้าและในสนามแม่เหล็ก

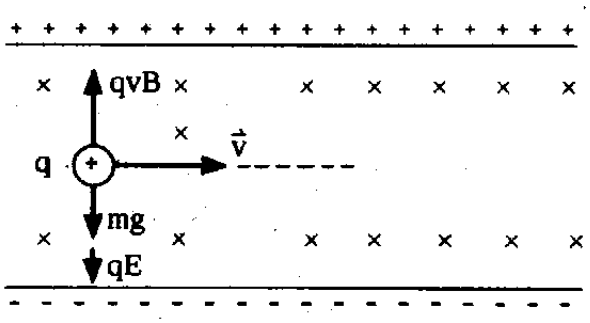
ถ้าประจุสามารถวิ่งได้เป็นเส้นตรง

∴ แรงขึ้น = แรงลง

$qvB = qE + mg$

qB หารตลอด

$$V = \frac{E}{B} + \frac{mg}{qB}$$



$\frac{mg}{qB}$ เทอมท้ายนี้ **อาจตัดทิ้ง** ได้ถ้ากำหนดตัวเลขมวลโปรตอนหรืออิเล็กตรอนมาให้ ซึ่งน้อยมาก (ไม่มีผลต่อการคำนวณจริง)

ปัญหา ถ้าเปลี่ยนเป็นประจุลบ จะเบนหรือไม่.....(เบนลง ถ้าประจุลบมีมวลมาก)

41. สมมุติว่านักเรียนนั่งอยู่ในห้องเรียนโดยหันหลังให้กับผนังด้านหนึ่ง ถ้ามีลำอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ในแนวนอนจากผนังด้านหลังตรงไปยังกระดานดำเกิดการเบี่ยงเบนไปทางขวามือของนักเรียนแสดงว่าในห้องนั้นมีสนามแม่เหล็กในทิศใด

ก. แนวดิ่งจากเพดานไปยังพื้นห้อง ข. แนวดิ่งจากพื้นห้องขึ้นสู่เพดาน

ค. แนวราบจากซ้ายมือไปทางขวามือ ง. แนวราบจากขวามือไปทางซ้ายมือ

เฉลยข้อ ก

แนวคิด $\vec{F} = q\vec{v}\vec{B}$

Cross vector จาก เวกเตอร์ $\vec{v}$ ไป เวกเตอร์ $\vec{B}$ จะได้ ทิศ เวกเตอร์ $\vec{F}$

(ระวัง ประจุลบ ต้องได้ทิศของ เวกเตอร์ $\vec{F}$ ตรงข้ามกับประจุบวก)

42. สมมติสถานการณ์อย่างง่ายๆ ให้โปรตอนตกภายใต้ความโน้มถ่วงของโลกซึ่งมีสนามแม่เหล็กชี้จากทิศใต้ไปยังทิศเหนือ อยากทราบว่าแนวการเคลื่อนที่ของโปรตอนจะเบนจากแนวดิ่งไปทางทิศใด

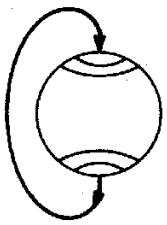
ก. ทิศตะวันตก ข. ทิศตะวันออก ค. ทิศเหนือ ง. ทิศใต้

เฉลยข้อ ข

43. ถ้ามีอนุภาคโปรตอนสองอนุภาคดวงอาทิตย์พุ่งเข้าหาผิวโลก โดยตัวหนึ่งพุ่งเข้าบริเวณเส้นศูนย์สูตร อีกตัวหนึ่งพุ่งเข้าบริเวณขั้วโลก โดยมีทิศทางดิ่งเข้าหาโลกทั้งคู่ ขณะเข้าใกล้โลกแนวการเคลื่อนที่ของอนุภาคทั้งสองจะเป็นอย่างไร

เฉลย ข้อ ข.

แนวคิด



ตัวที่พุ่งไป**เข้าศูนย์สูตร** จะเบนไปทางทิศ **ตะวันออก**ตัวพุ่ง**เข้าขั้วโลก**จะทับกับแนวสนามเวกเตอร์ B ของโลกจึงไม่เบน

44. ยิงอิเล็กตรอนด้วยความเร็ว เวกเตอร์ $\vec{v}$ เข้าในสนามแม่เหล็กคงที่ในอากาศในทิศตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กแนวการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจะทีลักษณะ

ก. เป็นเส้นตรง ข. เป็นรูปพาลาโบลา ค. เป็นรูปวงกลม ง. ผิดทุกข้อ

เฉลยข้อ ง.

แนวคิด ในหลอดสูญญากาศ อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่เป็นวงกลม แต่ในอากาศ อิเล็กตรอน จะชนกับโมเลกุลของอากาศ แล้วหยุดในระยะสั้นเท่านั้น

45. เมื่อยิงประจุเข้าในสนามแม่เหล็กคงที่ โดยมีทิศความเร็วทำมุม θ กับทิศของสนามแม่เหล็กเมื่อ $0 < \theta < 90^\circ$ ทิศของแรงที่กระทำกับประจุคือข้อใด

ก. ทำมุม 90 องศากับทิศความเร็ว ข. ทำมุม θ กับทิศของสนามแม่เหล็ก

ค. ทำมุม 0 องศา กับทิศของสนามแม่เหล็ก ง. ทำมุม 0 องศากับทิศความเร็ว

เฉลยข้อ ก.

แนวคิด $\vec{F} = q\vec{v}\vec{B}\sin\theta$

การ cross vector จากเวกเตอร์ $\vec{v}$ ไป เวกเตอร์ $\vec{B}$ จะได้ทิศของแรง เวกเตอร์ $\vec{F}$ ตั้งฉากกับความเร็วเสมอ แต่แรง เวกเตอร์ $\vec{F}$ จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับมุม θ

46. ขณะที่อนุภาคกำลังเคลื่อนที่เป็นวงกลมในสนามแม่เหล็กปริมาณต่อไปนี้เป็นค่าอย่างไร

ก. - งานของแรงจากสนามแม่เหล็ก

ข. - อัตราเร็วเชิงเส้นของการเคลื่อนที่

ค. - พลังงานจลน์

เฉลย

แนวคิด ก. W = 0 $\because$ แรงสนามแม่เหล็กตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่

ข. V คงที่ $\because$ ไม่มีงานกระทำกับอนุภาค

ค. E_k คงที่ $\because$ **V** คงที่

47. อนุภาคที่มีประจุเคลื่อนที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก จะถูกเปลี่ยนแปลงไปบ้าง

ก. ประจุ ข. มวล ค. ความเร็ว ง. พลังงาน

เฉลยข้อ ค.

แนวคิด F = qvB

แรง F จะกระทำต่อประจุ

ทำให้ความเร็วเปลี่ยน โดยอาจ**เปลี่ยนทิศทาง** หรือเปลี่ยนขนาดของความเร็ว

48. ทิศทางและขนาดของแรง ที่เกิดบนอนุภาคซึ่งเคลื่อนที่ในแนวตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กขึ้นอยู่กับ

ก. ความแรงของสนามแม่เหล็ก ข. ขนาดของอนุภาคและความเร็ว

ค. ขนาดของมวล และความแรงของสนามแม่เหล็ก ง. ทั้ง ก. และ ข. ถูกต้อง

เฉลยข้อ ง.

49. สนามแม่เหล็ก**ไม่มีผล**ต่อ

ก. ประจุไฟฟ้าที่อยู่นิ่ง ข. ประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่

ค. แม่เหล็กถาวรที่อยู่นิ่ง ง. แม่เหล็กถาวรที่เคลื่อนที่

เฉลยข้อ ก. แนวคิด $F = qvB = q(0)B = 0$

50. จงพิจารณา

1. เมื่ออนุภาคไฟฟ้า q เคลื่อนที่เข้าไปในสนามแม่เหล็กที่มีความเข้ม $\vec{B}$ ด้วยความเร็ว $\vec{v}$ ทำมุมใด ๆ กับ $\vec{B}$ จะได้รับแรงกระทำมีขนาดเท่ากับ qvB

2.การยิงกลุ่มอนุภาคไฟฟ้าซึ่งมีประจุเท่ากัน และอัตราเท่ากันเข้าไปในสนามแม่เหล็กหนึ่งในทิศตั้งฉากด้วยความเร็วเท่ากัน จะสามารถแยกมวลของกลุ่มอนุภาคไฟฟ้าได้โดยพิจารณาจากรัศมีความโค้งได้ว่าอนุภาคที่มีมวลมากจะเคลื่อนที่ได้รัศมีมาก อนุภาคที่มีมวลน้อยจะเคลื่อนที่ได้รัศมีน้อย ข้อใดถูก

ก. ข้อ1 ถูก ข้อ 2 ผิด ข. ข้อ 1 ถูก ข้อ 2 ผิด

ค. ข้อ 1 ถูก ข้อ 2 ผิด ง. ข้อ 1 ผิด ข้อ 2 ผิด

เฉลยข้อ ข

51. เมื่อให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เข้าไปในแนวตั้งฉากกับทิศของสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ จะเกิดแรงกระทำต่ออิเล็กตรอนทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นวงกลม เพราะ

ก. แรงนี้กระทำให้ทิศทางตั้งฉากกับความเร็วของอิเล็กตรอนทำให้ไม่มีผลต่อความเร็วของอิเล็กตรอน

ข. แรงนี้กระทำในทิศทางตั้งฉากกับความเร็วของอิเล็กตรอนทำให้อัตราเร็วของอิเล็กตรอนคงที่แต่ทิศทางเปลี่ยนไปตลอดเวลา

ค. แรงนี้กระทำในทิศตั้งฉากกับความเร็วของอิเล็กตรอนทำให้อัตราเร็ว และความเร็วของอิเล็กตรอนเปลี่ยนไปตลอดเวลา

ง. แรงนี้กระทำในทิศทางขนานกับความเร็วของอิเล็กตรอนทำให้อัตราเร็ว และความเร็วของอิเล็กตรอนคงที่ตลอดเวลา

เฉลยข้อ ข แนวคิด เพราะ $F_{แม่เหล็ก}$ ตั้งฉากกับ v เป็น Fc

$$qvB = mv^2/R$$

$$q/m = v/BR$$

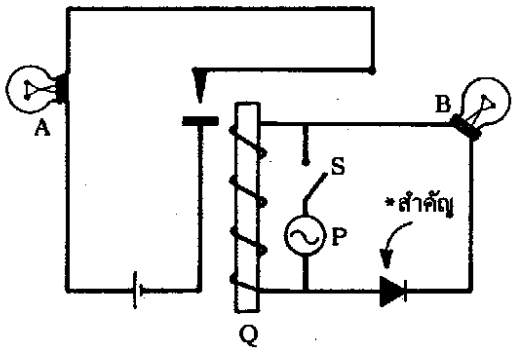
52. จากรูป กำหนดให้ P เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ความถี่ 50 Hz Q เป็นแท่งเหล็กของระบบสวิตซ์เลย์ เมื่อเปิดสวิตซ์ S หลอดไฟ A และ B จะสว่างด้วยความถี่เท่าใด (ตาม ลำดับ)

ก. 50 Hz และ 25 Hz

ข. 50 Hz และ 50 Hz

ค. 100 Hz และ 25 Hz

ง. 100 Hz และ 50 Hz



เฉลยข้อ ง

แนวคิด **หลอด A จะสว่าง 100 ครั้ง** เพราะไม่ว่า กระแสจะไปหรือกลับแม่เหล็กจะเกิดขึ้น และดึงดูดวงจรด้านซ้ายให้ครบวงจร

หลอด B จะสว่าง 50 ครั้ง เพราะในวงจรมี Diode กระแสผ่านได้ ผ่านกลับไม่ได้ จึงสว่างเพียง 50 Hz

53. อนุภาคมวล m กิโลกรัม ประจุ +q คูลอมบ์วิ่งผ่านสนามแม่เหล็กเวกเตอร์ B เทสลา ด้วยความเร็ว V เมตรต่อวินาที ในทิศที่ความเร็วตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก

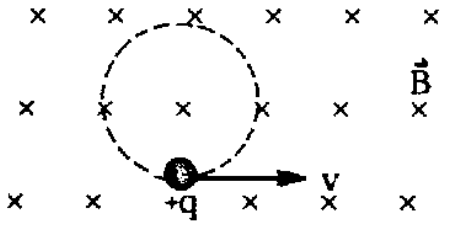
1.อนุภาคจะหมุนเป็นวงกลมในสนามแม่เหล็กด้วยพลังงานจลน์คงที่และสู่ศูนย์กลางคงที่

2. เวลาผ่านไป t วินาทีนับจากจุดเริ่มต้นอนุภาคจะหมุนเป็นวงกลมได้เป็นมุมรอบจุดศูนย์กลางเท่ากับ $100 \times qBt/m\pi$ องศา

3. ความถี่ในการหมุนของอนุภาคนี้ในสนามแม่เหล็กเท่ากับ $qB/2\pi m$ เฮิรตซ์

4. ในการหมุนนี้งานของแรงจากสนามแม่เหล็กที่กระทำต่อประจุเท่ากับศูนย์

5.อนุภาคจะหมุนเป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่และมีอัตราเร็วเชิงมุมคงที่โดยความเร่งสู่ศูนย์กลางไม่คงที่



คำตอบที่ผิด คือ

ก. ข้อ 1

ข. ข้อ 2

ค. ข้อ 3

ง. ข้อ 4

จ ข้อ 5

เฉลยข้อ ง.

แนวคิด **ข้อ 1 ผิด** เพราะแรงสู่ศูนย์กลาง เป็นแรงที่ไม่คงที่ (ทิศเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา)

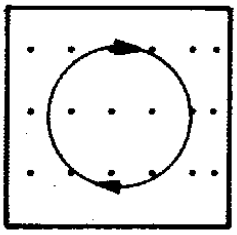
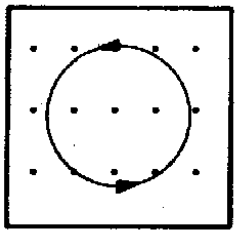
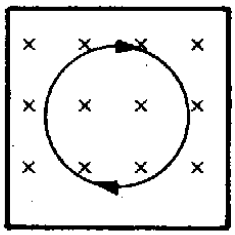
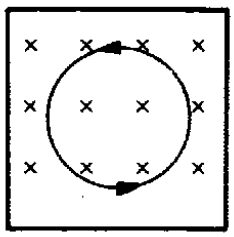
ข้อ 2 ถูกต้อง มุมที่หมุน $\theta = wt$

$= 2\pi f.t$ เรเดียน

$= 2 \times 180 \frac{qB}{2\pi m}.t$ องศา

$= 180qBt/mt$

54. ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่เข้ามาในสนามแม่เหล็ก มีแนวเคลื่อนที่ดังรูป ประจุในรูปข้อใดเป็นประจุบวก

1. 
2. 
3. 
4. 

ก. รูปข้อ 1 , 4 ข. รูปข้อ 1, 3 ค. รูปข้อ 2 , 4 ง. รูปข้อ 3 , 4

เฉลยข้อ ก.

แนวคิด ใช้หลัก เวกเตอร์ $\vec{F} = q\vec{v}\vec{B}$ จะใช้ภาพ (1) และ (4) เป็นการหมุนของประจุบวก

55. ถ้ายิงอนุภาคที่ประจุบวกให้เคลื่อนเข้าไปในบริเวณหนึ่ง ปรากฏว่าอนุภาคเคลื่อนที่ผ่านบริเวณนั้นไปด้วยความเร็วคงที่ ข้อใดสรุป**ไม่ถูกต้อง**

ก. ในบริเวณนั้นมีทั้งสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า

ข. ในบริเวณนั้นไม่มีสนามแม่เหล็กแต่มีสนามไฟฟ้า

ค. ในบริเวณนั้นไม่มีสนามไฟฟ้าแต่มีสนามแม่เหล็ก

ง. ในบริเวณนั้นไม่มีทั้งสนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้า

เฉลยข้อ ข.

แนวคิด **อนุภาค** ย่อมมีขนาดเล็กมาก, **มวลน้อยมาก** เป็นโพสิตรอน หรือแอลฟา เป็นต้น

* ถ้าเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ แสดงว่า แรงลัพธ์ที่กระทำต่ออนุภาคเป็นศูนย์

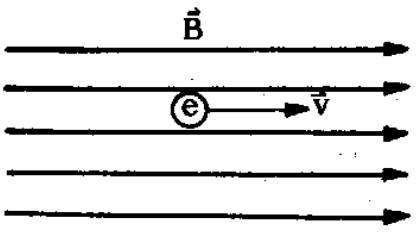
ข้อ ก. เป็นไปได้ ถ้าแรงแม่เหล็กเท่ากับแรงไฟฟ้า แต่ทิศทางตรงข้ามกัน

ข้อ ง. เป็นไปได้ ถ้าไม่มีทั้งแรงแม่เหล็ก และไม่มีแรงไฟฟ้า

ข้อ ค. เป็นไปได้ ถ้ามีสนามแม่เหล็กอย่างเดียว แต่มี**ทิศขนานกับความเร็ว** ย่อมได้แรงแม่เหล็กเป็นศูนย์ได้ตามสูตร $F = qvB \sin\theta$

ข้อ ข. เป็นไปไม่ได้ เพราะถ้ามีสนามไฟฟ้า, ย่อมเกิดแรงไฟฟ้า $F = qE$ ซึ่งไม่มีทางเป็นศูนย์ ย่อมทำให้ความเร็วเปลี่ยนแปลง

56. อิเล็กตรอนตัวหนึ่งวิ่งด้วยความเร็ว 2.5×10^{6} เมตร/วินาที โดยมีทิศการเคลื่อนที่ขนานกับทิศของสนามแม่เหล็ก (ดังรูป) จงหาแรงที่สนามแม่เหล็กกระทำต่ออิเล็กตรอน กำหนดสนามแม่เหล็กมีขนาด 0.25 T



ก. 1.0×10^{-13} N

ข. 2.0×10^{-13} N

ค. 3.0×10^{-13} N

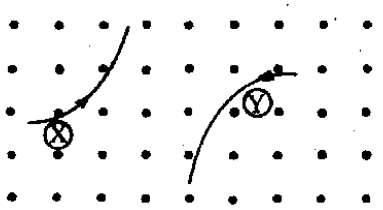
ง. 4.0×10^{-13} N

จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

เฉลยข้อ จ.

แนวคิด $F = qvB \sin 0^\circ = 0$

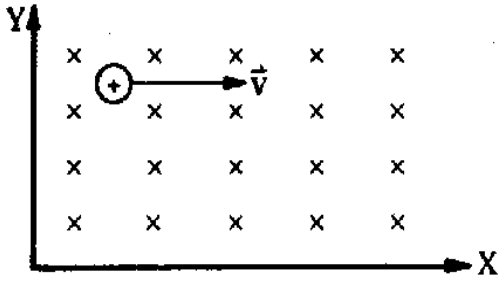
57. ประจุไฟฟ้า X และ Y เคลื่อนที่เข้าไปในสนามแม่เหล็กเดียวกัน มีแนวการเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กดังรูป แสดงว่าประจุ X และ Y เป็นประจุชนิดใด



ก. ประจุ X เป็นลบ ประจุ Y เป็นลบ
ข. ประจุ X เป็นลบ ประจุ Y เป็นบวก
ค. ประจุ X เป็นบวก ประจุ Y เป็นบวก
ง. ประจุ X เป็นบวก ประจุ Y เป็นลบ

เฉลยข้อ ก.

58. อนุภาคที่มีประจุบวกเคลื่อนที่ไปทางทิศ +X ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอดังรูป แรงลัพธ์ที่กระทำต่ออนุภาคนี้จะเท่ากับศูนย์เมื่อใช้ไฟฟ้าสม่ำเสมอในทิศใด



ก. +Y ข. -Y
ค +X ง. -X
จ. ทิศตั้งฉากกับระนาบของกระดาษจะมีทิศพุ่งออกจากกระดาษ

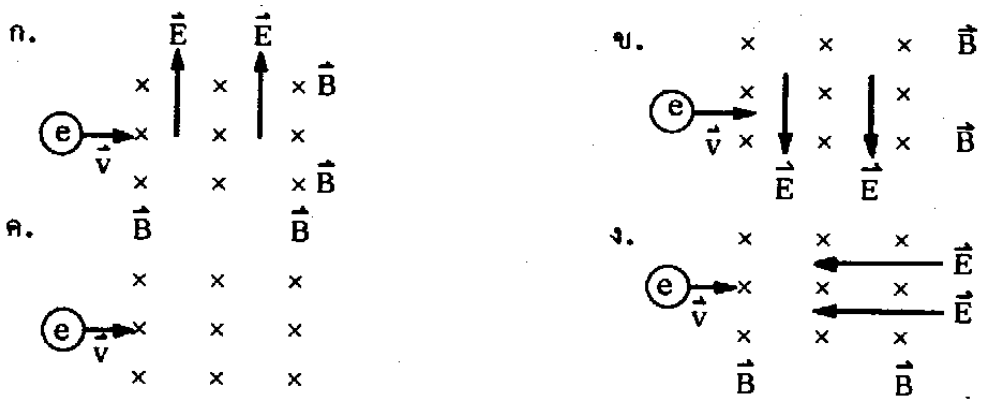
เฉลยข้อ ข.

แนวคิด แรงแม่เหล็ก $F = qvB$ มีทิศ F ไปทางแกน + Y

$\therefore$ แรงไฟฟ้า $F = qE$ ต้อมีทิศไปทางแกน -Y (จึงจะได้แรงลัพธ์เป็นศูนย์)

$\therefore$ สนาม E ไปทางแกน -Y

59. ถ้าอิเล็กตรอน $\left(\overline{e}\right)$ เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว เวกเตอร์ $\vec{v}$ เข้าไปในสนามแม่เหล็ก เวกเตอร์ $\vec{B}$ และสนามไฟฟ้าเวกเตอร์ $\vec{E}$ ที่มีขนาดสม่ำเสมอ ถ้าทำให้แรงที่กระทำต่ออิเล็กตรอนซึ่งเกิดจากสนามแม่เหล็กเวกเตอร์ $\vec{B}$ และเกิดจากสนามไฟฟ้าเวกเตอร์ $\vec{E}$ มีค่าหักล้างกันพอดี (เป็นศูนย์) อิเล็กตรอนนั้นจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว เวกเตอร์ $\vec{E}$ ได้ตลอดไปต้องการทราบทิศทางของ $\vec{v}$ $\vec{B}$ และ $\vec{E}$ ควรจะมีทิศทางดังแสดงในรูปใด จึงจะมีโอกาสทำให้เกิดสภาวะดังกล่าวนั้นแล้วได้ (x หมายถึง $\vec{B}$ มีทิศทางพุ่งตรงเข้าไปในน้ำกระดาษ และในทุกรูป $\vec{B}$ และ $\vec{E}$ มีขนาดสม่ำเสมออยู่ทั่วบริเวณ)



เฉลยข้อ ข.

60. นาย ก นาย ข และนาย ค ทำการทดลองเพื่อบังคับให้อนุภาคที่มีประจุซึ่งเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรง **มีความเร็วเปลี่ยนแปลง** โดยมีการเคลื่อนที่ทั้งหมด ของอนุภาคนั้นยังอยู่**ในแนวเส้นตรงเดิม**

นาย ก ใช้วิธีการปรับทิศทางของสนามไฟฟ้าที่มีอนุภาคนั้นเคลื่อนที่ผ่าน

นาย ข ใช้วิธีการปรับทิศทางของสนามแม่เหล็กที่อนุภาคนั้นเคลื่อนที่ผ่าน

นาย ค ใช้วิธีการปรับทิศทางของสนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้าซึ่งตั้งฉากกับที่อนุภาคนั้นเคลื่อนที่ผ่านผู้ทดลองมีโอกาสประสบความสำเร็จ

ก. นาย ก ข. นาย ข ค. นาย ค ง. นาย ก และ นาย ค

เฉลยข้อ ก.

แนวคิด ถ้ามีสนามแม่เหล็ก $\vec{B}$ จะผิดทันที ($\because$ แรงแม่เหล็กตั้งฉากกับความเร็ว จึงเลี้ยวทันที , ถ้าแรงแม่เหล็กตรงข้ามกับแรงไฟฟ้าจะได้ $\sum F = 0$, จึงเร็วคงที่ และผิดเงื่อนไขโจทย์อีก)

สรุป ต้องมีแรงไฟฟ้าได้อย่างเดียว

61. **1.** อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนทีในสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาค จะมีทิศตั้งฉากกับทิศของความเร็วของอนุภาค

2. อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กย่อมเกิดแรงแม่เหล็กกระทำต่ออนุภาค

นั้นเสมอข้อใดถูก

ก. ข้อ 1 และ ข้อ 2 ถูก ข. ข้อ 1 ถูก ข้อ 2 ผิด

ค. ข้อ 1 และ ข้อ 2 ถูก ข้อ 1 เป็นผลจากข้อ 2 ง. ข้อ 1 ผิด ข้อ 2 ถูก

เฉลยข้อ ข.

แนวคิด **ข้อ (1) ถูกต้อง**

เพราะ $\vec{F} = q\vec{v}\,\vec{B}$

แรง $\vec{F}$ = ที่ได้ จะตั้งฉากกับความเร็ว $\vec{v}$ ทุกครั้ง

ข้อ (2) ผิด

เพราะ แรงแม่เหล็กจะเกิดขึ้นได้ ต่อเมื่ออนุภาคกำลังเคลื่อนที่เท่านั้น

(คือ $v \neq 0$) ตามสูตร $\vec{F} = q\vec{v}\,\vec{B}\,(\sin\theta)$

62. เมื่อนำประจุ -2×10^{-6} คูลอมบ์เข้าไปวางไว้ ณ จุดหนึ่งปรากฏว่าเกิดแรง 8×10^{-6} มากระทำที่ประจุนี้มีทิศจากซ้ายไปขวา , จงหาสนามไฟฟ้าที่จุดนั้น

ก. มีความเข้ม 4 โวลต์ / เมตร , ซ้ายไปขวา ข. มีความเข้ม 4 โวลต์ / เมตร , ขวาไปซ้าย

ค. มีความเข้ม 0.25 โวลต์ / เมตร , ซ้ายไปขวา ง. มีความเข้ม 0.25 โวลต์ / เมตร , ขวาไปซ้าย

เฉลยข้อ ข

แนวคิด $F = qE$

$$8 \times 10^{-6} = 2 \times 10^{-6} E$$

$E = 4$ โวลต์/เมตร

ทิศตรงข้ามแรงไฟฟ้ามีทิศขวาไปซ้าย

63. หยดน้ำมันมวล m ลอยนิ่งระหว่าง แผ่นโลหะดังรูปถ้าดับไฟให้ไฟฟ้าหมดทันที ยดน้ำมันจะตกกระทบแผ่นโลหะล่างด้วยความเร็วเท่าใด

ก. $\sqrt{2gh}$ ข. $\sqrt{gh}$ ค. $2gh$ ง. gh

เฉลยข้อ ข.

แนวคิด เมื่อดับไฟฟ้า ย่อมตกลงเสรีแนวดิ่ง

$$V^2 = u^2 + 2gS = 0 + 2g\frac{h}{2}$$

$$V = \sqrt{gh}$$

64. อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v เข้าสู่บริเวณที่มีสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ B โดยทำมุม θ กับสนามแม่เหล็กแรงทางแม่เหล็กที่กระทำต่ออิเล็กตรอนทำมุมเท่าใดกับสนามแม่เหล็ก

ก. 90 ข. $90+\theta$ ค. $90-\theta$ ง. θ

เฉลยข้อ ก.

แนวคิด $\vec{F}$ ต้องตั้งฉากกับ $\vec{v}$

แต่จะมีค่าน้อยลง ถ้าไม่ทำมุมฉาก $F = qvB \sin\theta$

65. ถ้าปล่อยอนุภาคที่มีมวลเท่ากัน แต่มีประจุต่างกัน เข้าไปในทิศตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก ที่ด้วยความเร็วเท่ากันจะพบว่า

ก. อนุภาคประจุน้อยจะเบนจากแนวเดิมน้อยกว่าอนุภาคประจุมากในเวลาเท่ากัน

ข. อนุภาคประจุน้อยโคจรเป็นวงกลมด้วยความถี่มากว่าอนุภาคประจุมาก

ค. อนุภาคทั้งสองต่างก็มีอัตราเร็วเชิงมุมคงที่ แต่มีค่าแตกต่างกัน

ง. ถูกทั้งข้อ ก. และ ค.

เฉลยข้อ ง.

แนวคิด **ข้อ ก. ถูก**

$T = \frac{2\pi m}{qB}$

ถ้า q น้อย , T จะมาก

เมื่อคาบ (เวลา) มาก ,

จะเบนช้าจึงเบนน้อย

ข้อ ข. ผิด

จากข้อ (1)

ถ้า q น้อย , คาบ T จะมาก

$f = \frac{1}{T}$

$\therefore =$ ความถี่จะน้อย

ข้อ ค. ถูก

$\omega = \frac{2\pi}{T}$

เมื่อ T คงที่ แต่ T ต่างกัน

ω จะคงที่ $\therefore \omega$ จะต่างกัน

66. ถ้าโปรตอนมีมวล 1.67×10^{-27} กิโลกรัม ประจุ 1.6×10^{-19} คูลอมบ์ ถูกเร่งด้วยเครื่องไซโคลตรอนซึ่งมีความเข้มข้นของสนามแม่เหล็กภายในเครื่องเท่ากับ 1.67×10^{-2} เทสลา ปรากฏว่า รัศมีความโค้งที่โปรตอนเคลื่อนที่เป็น 0.5 เมตร จงหาพลังงานจลน์ของโปรตอนในขณะนี้ในหน่วยจูล

ก. 4.34×10^{-15} ข. 5.34×10^{-16} ค. 5.34×10^{-15} ง. 8.34×10^{-16}

เฉลยข้อ ค.

แนวคิด **สูตร** $R = \frac{mv}{qB}$

$$0.5 = \frac{1.76 \times 10^{-27} v}{1.6 \times 10^{-19}(1.67 \times 10^{-2})}$$

$$v = 8 \times 10^{5} m/s$$

$$E_K = \frac{1}{2}mv^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 1.67 \times 10^{-27}(8 \times 10^{5})^{2} = 5.34 \times 10^{-15} \text{ จูล}$$

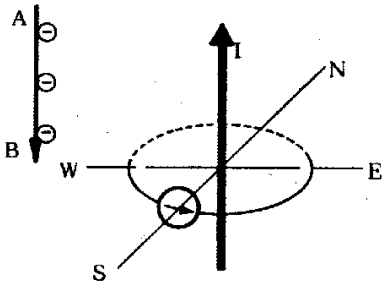
67. อิเล็กตรอนจำนวนหนึ่งเคลื่อนที่ จาก A ไป B ด้วยอัตราจนวนคงที่ถ้าเส้นตรง AB อยู่ ในแนวดิ่งโดย A อยู่เหนือ B สนามแม่เหล็ก ณ. จุดที่ห่างจาก AB ไปทางใต้ 3 เซนติ เมตรจะมีทิศใด

ก. ทิศเหนือ

ข. ทิศใต้

ค. ทิศตะวันออก

ง. ทิศตะวันตก



เฉลยข้อ ค.

แนวคิด ลำอิเล็กตรอน ลงแนวดิ่ง

∴ ลำประจุบวก (I) พุ่งขึ้นแนวดิ่ง

เข็มต้องวางตัวชี้เส้นแรงแม่เหล็ก

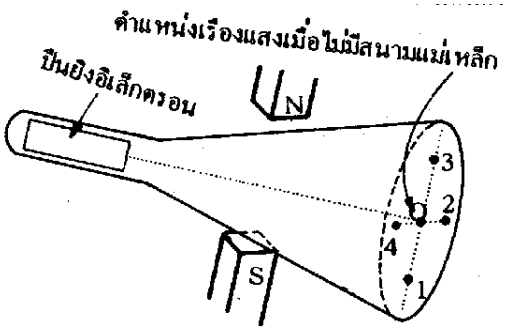
68. จากรูป 0 ตำแหน่งบนจอเมื่อไม่มีสนามแม่เหล็กในหลอดเมื่อแท่งแม่เหล็กวางในลักษณะดังรูปตำแน่งเรืองแสงบนจอจะอยู่บริเวณใด

ก. 4

ข. 3

ค. 2

ง. 1



เฉลยข้อ ก.

แนวคิด จากการ cross vector $\vec{F} = q\vec{v}\ \vec{B}$

cross จาก $\vec{v}$ ไป $\vec{B}$ จะได้ ตำแหน่ง (2)

แต่อิเล็กตรอนจะเป็นประจุลบ จึงเบนมาทาง (4)

69. ถ้าให้โปรตอน และแอลฟา (ซึ่งมีประจุบวก เป็น 2 เท่าของโปรตอน และมีมวลเป็น 4 เท่าของโปรตอน) เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากัน เข้าไปในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอเดียวกัน โดยทิศความเร็วตั้งฉากกับทิศสนามแม่เหล็ก จงหาอัตราส่วนรัศมีการเคลื่อนที่ของโปรตอน และแอลฟา

ก. 1: 1 ข. 1 : 2 ค. 1: 8 ง. 2 : 1

เฉลยข้อ ข.

แนวคิด $R_p = \dfrac{mv}{qB}$

$R_\alpha = \dfrac{mv}{qB}$

$\therefore \dfrac{R_P}{R\alpha} = \dfrac{m_P}{m\alpha}.\dfrac{q_\alpha}{q_P}$

$= \dfrac{1}{4} \times \dfrac{2}{1} = \dfrac{1}{2}$

70. บอกขนาด และทิศทางของกระแสที่ให้ไหลผ่านเส้นลวดยาว L เมตร มวล m กิโลกรัมแล้วทำให้ลวดลอยขึ้นจากพื้นจนมีความเร็ว 20 เมตร / วินาที ภายใน2 วินาที (ให้ลวดวางตัวอยู่ในแนวตะวันตกตะวันออกความเร่งโน้มถ่วง 10 เมตร / วินาที^{2} และ B เป็นสนามแม่เหล็กโลกในแนวราบ สนามแม่เหล็กในแนวดิ่งเป็นศูนย์)

ก. 20 m/LB ทิศตะวันออก ข. 20 m/LB ทิศตะวันตก

ค. 10 m/LB ทิศตะวันออก ง. 10 m/LB ทิศตะวันตก

เฉลยข้อ ก

แนวคิด $v = u+at$

$20 = 0+a(2)$

$a = 10$ m/s

$\sum F = ma$

$I\ell B-mg = m(10)$

$I\ell B-m(10) = m(10)$

$I = 20m/LB$

71. เร่งโปรตอน และแอลฟาด้วยความต่างศักย์ V เท่ากัน แล้วให้เข้าไปในสนามแม่เหล็กคงที่ในทิศตังฉากกับสนามแม่เหล็ก **จงเปรียบเทียบรัศมีเคลื่อนที่ของโปรตอนต่อรัศมีการเคลื่อนที่ของแอลฟา**

ก. 1: 2 ข. 2:1 ค. 1: $\sqrt{2}$ ง. $\sqrt{2}$: 1

เฉลยข้อ ค.

แนวคิด

$$\frac{q}{m} = \frac{2v}{B^2R^2}$$

$$R^2 = \frac{1}{B^2}.\frac{2mv}{q}$$

$$R = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mv}{q}}$$

$$R\alpha\sqrt{\frac{m}{q}}$$

$$\frac{R_P}{R_\alpha} = \sqrt{\frac{m_P}{m_\alpha}.\frac{q_\alpha}{q_P}}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{4}\times\frac{2}{1}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2}}$$

72. เมื่อปล่อยอนุภาคแอลฟาและอนุภาคเบตาเข้าสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอหนึ่งด้วยความเร็วเท่ากันทิศตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กพบว่า อนุภาคแอลฟา

1. รัศมีการเคลื่อนที่มากว่า 2. อยู่ในสนามแม่เหล็กนานกว่า

3. มีความเร่งในสนามแม่เล็กมากกว่า

คำตอบที่ถูกต้องคือ

ก. ข้อ 1 , 2 ข. ข้อ 1 , 3 ค. ข้อ 2 , 3 ง. ข้อ 1 , 2 , 3

เฉลยข้อ ก.

แนวคิด

$$R_\alpha = \frac{mv}{qB}$$

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

$$\therefore \frac{R_\alpha}{R_P} = \frac{m_\alpha}{m_P}.\frac{q_P}{q_\alpha} = \frac{4}{1}\times\frac{1}{2} = \frac{2}{1}$$

$$T_\alpha = \frac{2\pi m}{qB}, T_P = \frac{2\pi m}{qB}$$

$$\frac{T_\alpha}{T_P} = \frac{m_\alpha}{m_{_P}}.\frac{q_P}{q\alpha} = \frac{4}{1}\times\frac{1}{2} = \frac{2}{1}$$

$$a_c = \frac{v^2}{R}$$

$$a_c \alpha \frac{1}{R}$$

(เมื่อ V เท่ากัน)

ดังนั้น แอลฟา มีรัศมีมาก, จะมี a_c น้อย

73. อนุภาคไฟฟ้ามีมวล 10^{-8} กิโลกรัม มีประจุ 1 ไมโครคูลอมบ์ ถูกเร่งด้วยความต่างศักย์ 200 โวลต์ เข้าในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ โดยมีทิศความเร็วตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก จงหาว่าสนามแม่เหล็กมีความเข้มกี่เทสลาจึงจะทำให้อนุภาคไฟฟ้าเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง I เมตร / วินาที^{2}

เฉลย

แนวคิด สูตร

$$qV = \frac{1}{2}mv^2$$

$$1\times10^{-6}(200) = 1\times10^{-8}v^2$$

$$v = 200 \text{ m/s}$$

$$qvB = m\frac{v^2}{r} = ma$$

$$10^{-8}(200)B = 10^{-8}(1)$$

$$B = 0.005 \text{ เทสลา}$$

74. ให้แอลฟามีมวลเป็น 4 เท่าของโปรตอน และมีประจุเป็น 2 เท่าของดโปรตอน จงพิจารณาว่าข้อใดถูก ถ้าแอลฟาและโปรตอนเคลื่อนที่ด้วยความต่างศักย์ V เท่ากันเข้าไปในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอในลักษณะตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก

ก. ทั้งแอลฟา และโปรตอนเคลื่อนที่เป็นส่วนโค้งของวงกลมโดยรัศมีของแอลฟามากกว่าโปรตอน

ข. ทั้งแอลฟาและโปรตอนเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กนั้นโดยได้รับแรงกระทำเท่ากัน

ค. ทั้งแอลฟาและโปรตอนเคลื่อนที่เป็นส่วนโค้งขอลวงกลมเดียวกัน

ง. ทั้งแอลฟาและโปรตอนเคลื่อนที่เป็นส่วนโค้งของวงกลมในทิศตรงข้ามกัน

เฉลยข้อ ก.

แนวคิด $qV = \frac{1}{2}mv^2$

$$\frac{q}{m} = \frac{v^2}{2v} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

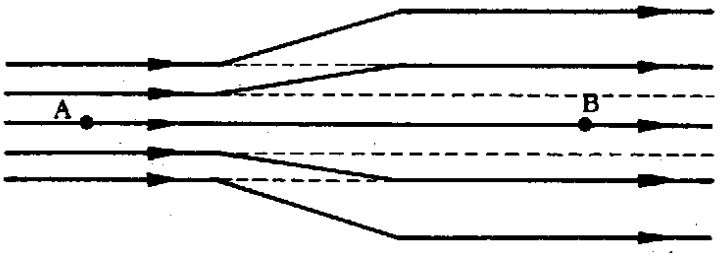
จาก $$\frac{q}{m} = \frac{v}{BR} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$\frac{(2)^2}{(1)}, \frac{q}{m} = \frac{2v}{B^2R^2}$$

$$R\alpha\sqrt{\frac{m}{q}}$$

$$\frac{R_\alpha}{R_P} = \frac{\sqrt{\frac{4}{2}}}{\sqrt{\frac{1}{1}}} = \sqrt{2}$$

75. ตามรูปลักษณะของเส้นแรงไฟฟ้าที่บริเวณหนึ่ง ถ้าขนาดสนามไฟฟ้าที่จุด A เท่ากับ 60 นิวตันต่อคูลอมบ์ขนาดของสนามของไฟฟ้าที่จุด B คือ



ก. 120 N/C ข. 60 N/C ค. 30 N/C ค. 12 N/C

เฉลยข้อ

แนวคิด จะเห็นว่าเส้นแรงเท่าเดิม แต่บริเวณกว้างขึ้นเป็นสองเท่า

ดังนั้น ขนาดของความเข้มของสนามไฟฟ้าลดลงครึ่งหนึ่ง

ดังนั้น $E = \frac{1}{2} \times 60 N/C = 30$ N/C

76.อนุภาคมีประจุผ่านความต่างศักย์ 10^6 โวลต์ แล้วจึงผ่านเข้าไปในสนามแม่เหล็กที่มีค่าคงที่ขนาด 0.2 เทสลาโดยที่ทิศทางของอนุภาคตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก ถ้าอนุภาคตัวมีมวล 1.5×10^{-27} กิโลกรัม และรัศมีทางเดินของอนุภาคในสนามแม่เหล็กมีค่า 0.5 เซนติเมตร จำนวนประจุบนอนุภาคมีกี่คูลอมบ์

เฉลย

แนวคิด **สูตร** $\frac{q}{m} = \frac{v}{BR} = \frac{2V}{B^2R^2}$ $\frac{q}{m} = \frac{2V}{B^2R^2}$

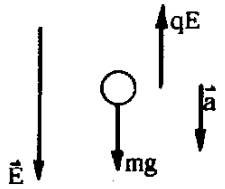
$$\frac{q}{1.5\times10^{-27}} = \frac{2\times10^6}{2^2\left(\frac{0.5}{100}\right)^2}$$

q = 3.0 x 10^{-17} คูลอมบ์

77.ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า 160 โวลต์/เมตร มีทิศแนวดิ่งจากบนลงล่างปรากฏว่าละอองน้ำหยดหนึ่งมีประจุอิสระ -6.4 x 12^{-18} คูลอมบ์, เคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง 2 เมตร/วินาที จงหามวลของละอองน้ำนี้

แนวคิด $\sum F = ma$

เฉลย



mg - qE = ma

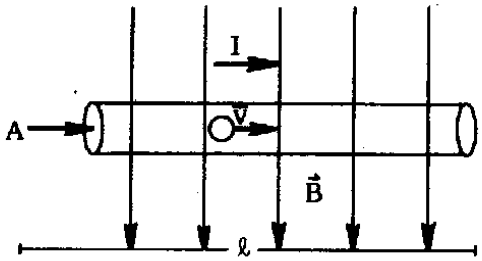
$\vec{a}$ = 2)) - 6.4 x 10^{-18}(160) = m (2)

m = 128 x 10^{-18} กิโลกรัม

1.6 แรงบนตัวนำที่มีกระแสผ่าน (Magnatic force on aurrent)

กระแส คือการเคลื่อนที่ของประจุบวก ถ้าประจุเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กจะถูกแรงกระทำ แต่ถ้าประจุเคลื่อนที่ในตัวนำ ตัวนำนั้นก็จะถูกแรงกระทำด้วย ฉะนั้นถ้ามีกระแสไหลในตัวนำ และตัวนำอยู่ในสนามแม่เหล็กตัวนำนั้นย่อมถูกแรงกระทำ

ทิศทางของแรงกระทำ ย่อมเหมือนกับทิศทางของแรงบนประจุบวกที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กนั่นเองทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า ถือตามทิศการเคลื่อนที่ของประจุบวก คือตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนฉะนั้น ทิศของแรงบนตัวนำที่มีกระแสผ่าน คือทิศของแรงที่เกิดบนประจุบวกขณะเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กนั่นเอง



ให้ลวดตัวนำความยาว ℓ วางตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก B

ปริมาตรของเส้นลวด $= A\ell$

ให้ n เป็นจำนวนประจุใน 1 หน่วยปริมาตร

ประจุในลวดเส้นนี้ $= n A\ell$

ให้ประจุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วลอยเลื่อน v m/s

แรงบนประจุในสนามแม่เหล็ก $= qvB \sin 90^\circ = qvB$

ดังนั้น 1 ตัวถูกแรงกระทำ $= qvB$

$n A\ell$ ตัวถูกแรงกระทำ $= n A\ell \times qvB$

ดังนั้นแรงกระทำทั้งหมด $= n qvA \times B\ell$

$$F = I\ell B$$

(เนื่องจาก $I = nevA$ และ $e = q$)

จาก $F = I\ell B$

ถ้าเขียนในรูปเวกเตอร์ย่อมได้ $\vec{F} = \vec{I}\ell \times \vec{B}$

เราอาจพิจารณา เวกเตอร์ I เป็นเวคเตอร์ เพื่อสะดวก ในการหาทิศของ เวกเตอร์ F แต่จะเห็นจากการพิสูจน์นี้ว่า กระแสไฟฟ้า I ไม่ใช่เวคเตอร์ เพราะมาจาก $I = q/t$ ซึ่ง q และ t เป็นสเกลาร์

$\vec{I}$ คือ ปริมาณเวคเตอร์ที่ชี้พุ่งไปตามเส้นลวดตัวนำในทิศของกระแสฉะนั้นจากรูปข้างบนจะเห็นว่าทิศของแรงบนตัวนำ พุ่งออกจากหน้ากระดาษ

จาก

$$\vec{F} = \vec{I\ell} \times \vec{B}$$

จะเขียนสูตรทั่วไปได้ว่า

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

I = กระแสในเส้นลวดตัวนำ หน่วย แอมแปร์

ℓ = ความยาวของตัวนำ หน่วย เมตร

B = สนามแม่เหล็ก หน่วย เทสลา หรือวีเบอร์ / ตร.ม.

θ = มุมระหว่างทิศการเคลื่อนที่ของกระแสกับทิศสนาม

หมายเหตุ

1. ถ้าลวดวางตัวนำในแนวขนานกับสนามแม่เหล็ก ($\theta = 0^0$ หรือ 180^0) แรงที่กระทำบนลวดจะเป็นศูนย์ $\because$ $\sin 0^0$ $\sin 180^0$ มีค่าเป็นศูนย์

2. ถ้าลวดวางตัวในแนวตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก($\theta = 90^0$) จะได้แรงที่กระทำต่อเส้นลวดมีค่ามากที่สุด และมีค่าเป็น

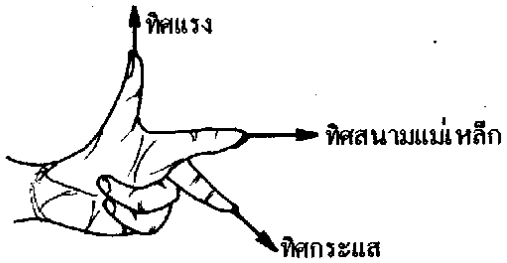
ดังนั้น $F = I \ell B \sin 90^0$

$$F = I \ell B$$

ทิศของแรงกระทำที่เกิดขึ้น หาได้โดย

* 1. หมุน (Cross) จากทิศ I ไปทิศ B ผลการหมุนคือทิศของแรง F

2. ใช้กฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง



กางมือซ้ายออกให้นิ้วหัวแม่มือ , นิ้วชี้และนิ้วกลางตั้งฉากกัน

นิ้วชี้ ชี้ทศสนาม N $\rightarrow$ S

นิ้วหัวแม่มือ ชี้ทิศของแรงที่เกิด

นิ้วกลาง ชี้ทิศของแรงกระแสที่ผ่าน

หมายเหตุ นิยมใช้วิธี 1 มากกว่าเพราะสะดวกกว่า

78.ตามหลักวิชาฟิสิกส์กำหนดให้ " กระแสไฟฟ้า " เป็นปริมาณชนิดใด

ก. เป็นปริมาณเวกเตอร์ เพราะเมื่อบอกถึงค่ากระแสไฟฟ้านั้น นอกจากขนาดของมันแล้วเราจะต้องบอกทิศทางของมันด้วย

ข. เป็นปริมาณสเกลาร์ เพราะกระแสไฟฟ้าคืออัตราการถ่ายเทของปริมาณประจุไฟฟ้าผ่านพื้นที่ภาคตัดขวางที่กำลังพิจารณาอยู่ในหนึ่งหน่วยเวลา

ค. เป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มักจะคิดเป็นปริมาณสเกลาร์ ที่เรียกว่า " ปริมาณเวกเตอร์เชิงสเกลาร์ " เพราะใช้เหตุผลตามข้อ 1 และ 2 ร่วมกัน

ง. เป็นได้ทั้งปริมาณเวกเตอร์ และปริมาณสเกลาร์ แล้วแต่ผู้ที่กำลังวิเคราะห์หาค่ากระแสนั้นจะพิจารณา

เฉลยข้อ ข.

แนวคิด กระแสไฟฟ้าเป็นสเกล่าร์เสมอ

$$F = q v B$$

$$= q \frac{\ell}{t} B$$

$$= I \ \ell \ B$$

เราอาจคิดว่า I คล้ายกับเวกเตอร์ เพื่อสะดวกในการคำนวณ แต่ความจริงเราใช้ทิศของ $\bar{v}$ เป็นเวกเตอร์ คือ**ทิศความเร็ว**ของกระแส ไม่ใช่ทิศของ I

79. วางลวดตรงยาว 0..30 เมตร ไว้ในสนามแม่เหล็ก B เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในลวดนี้ 10 มิลลิแอมแปร์ จากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก ลวดจะได้รับแรงกระทำ 3×10^{-3} N ในทิศเหนือ จงหาขนาดและทิศทางของสนามแม่เหล็ก B

ก. B = 3×10^{-3} เทสลา ในทิศพุ่งลงตั้งฉากกับระนาบที่วางขดลวด

ข. B = 3×10^{-3} เทสลา ในทิศพุ่งขึ้นตั้งฉากกับระนาบที่วางขดลวด

ค. B = 1 เทสลา ในทิศพุ่งลงตั้งฉากกับระนาบที่วางขดลวด

ง. B = 1 เทสลา ในทิศพุ่งขึ้นตั้งฉากกับระนาบที่วางขดลวด

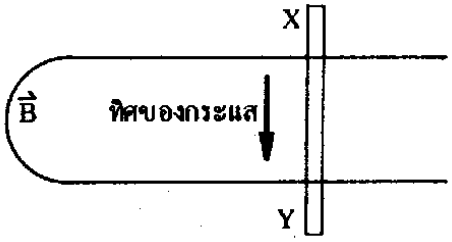
เฉลยข้อ ค.

แนวคิด $F = I \ell B$

$3 \times 10^{-3} = (10 \times 10^{-3}) 0.3 \times B$

$B = 1$ เทสลา

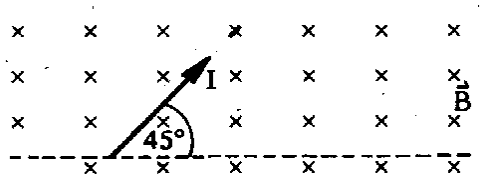
80. ลวดตัวนำ XY วางพาดอยู่บนลวดตัวนำรูปตัวยูซึ่งมีสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอที่มีบริเวณกว้างพอเมื่อดึงลวด XY ให้เคลื่อนที่ไปทางขวา ปรากฏว่ามีกระแสผ่านจุดลวด XY ดังรูป สนามแม่เหล็ก B มีทิศทางอย่างไร



เฉลย

แนวคิด พุ่งออกจากกระดาษ

81. ลวดตัวนำยาว L เมตร มีกระแสไฟฟ้าผ่าน I แอมแปร์ วางในสนามแม่เหล็กความเข้ม B เทสลา ดังรูปลวดเส้นนี้จะได้รับแรงกระทำเท่าใด



ก. BLE sin 45 N

ข. BLE sin 45^0 N

ค. BLE N

ค. ถูกทั้ง ก และ ข

เฉลยข้อ ค.

แนบคิด $F = I \ell B \sin 90^0$

$= I \ell B$

* ข้อนี้มุม 45^0 เป็นมุมหลอก มุม θ คือ 90^0 ขนานกับกระดาษที่ตั้งฉากกับ B ซึ่งมีทิศพุ่งเข้ากระดาษ

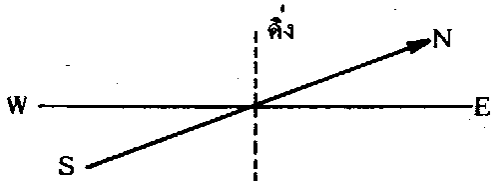
82. ลวดเส้นตรงยาว 40 เซนติเมตร วางไว้บนโต๊ะในแนวทิศเหนือใต้ทางภูมิศาสตร์ที่ขั้วแม่ เหล็กโลก มีกระแสไฟฟ้า 2 มิลลิแอมแปร์ ไหลจากทิศเหนือมาทิศใต้ ปรากฏว่าเกิดแรงแม่เหล็กขนาด 10^{-3} นิตัน ไปทางทิศตะวันตก จงหาขนาดและทิศ ของสนมแม่เหล็กนี้

ก. 0.80 เทสลา ทิศพุ่งลงตั้งฉากกับระนาบโต๊ะ

ข. 0.80 เทสลา ทิศพุ่งขึ้นตั้งฉากกับระนาบโต๊ะ

ค. 1.25 เทสลา ทิศพุ่งลงตั้งฉากกับระนาบโต๊ะ

ง. 1.25 เทสลา ทิศพุ่งขึ้นตั้งฉากกับระนาบโต๊ะ



เฉลยข้อ ง.

แนวคิด $F = I \ell B$

$10\text{-}3 = 2 \times 20^{-3} (40 \times 10^{-2})B$

$B = 1.25$ เทสลา

83. ถ้ากระแสไฟฟ้า I = 2 แอมแปร์ ไหลในลวดมุมฉากยาว 3 และ 4 เมตร ซึ่งอยู่ในสนามแม่เหล็กเวคเตอร์ B = 0.2 เทสลาจงหาแรงลัพธ์

เฉลย

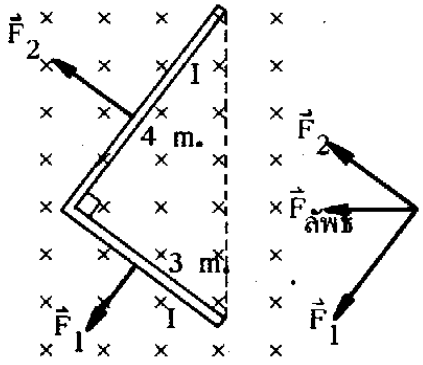
แนวคิด $\vec{F} = \vec{I}\ell\vec{B}$

$= 2 \times 3(0.5) = 3$ newton

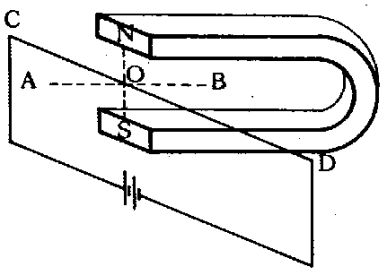
$F_2 = 2 \times 4(0.5) = 4$ newton

$F_{\text{ลัพธ์}} = \sqrt{3^2 + 4^2}$

$= 5$ newton



84. มีกระแสไหลผ่านเส้นลวด CD แรงแม่เหล็กกระทำกับลวดในทิศใด



ก. เข้าหาขั้วเหนือในทิศ ON

ข. เข้าหาขั้วใต้ในทิศ OS

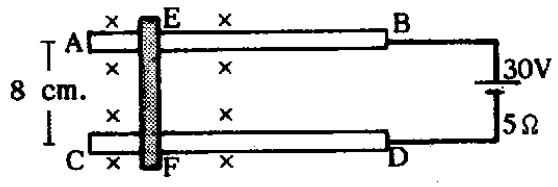
ค. ออกจากแท่งแม่เหล็กในทิศ OA

ง. เข้าหากลางแท่งแม่เหล็กในทิศ OB

จ. ตามแนวเส้นลวดในทิศ

เฉลยข้อ ง.

85. ลวด AB และ CD ต่างมีความต้านทานและตรึงแน่นอยู่กับที่ ลวด EF ขนาดสม่ำเสมอยาว 10 เซนติเมตร ความต้านทาน 25 โอห์มวางพาดลวด AB และ CD ดังรูป ถ้าสนามแม่เหล็กนี้มีค่าสม่ำเสมอ 0.5 เทสลา ขนาดของแรงและสนามแม่เหล็กที่กระทำต่อลวด EF มีค่ากี่นิวตัน



ก. 4.8×10^{-2}

ข. 6.0×10^{-2}

ค. 5.0×10^{-2}

ง. 4.0×10^{-2}

เฉลยข้อ ก.

แนวคิด ลวด 10 ซม. มีความต้านทาน 25 Ω

ลวด 8 ซม. มีความต้านทาน 25 Ω

$$I = \frac{\sum E}{\sum R}$$

$$= \frac{30}{20+5}$$

= 1.2 แอมแปร์

$$F = I \ell B$$

$$= 1.2 \times \frac{8}{100} \times 0.5$$

$= 4.8 \times 10^{-2}$ นิวตัน

86. ลวดยาว 1 เมตร วางทำมุม 60 องศา กับสนามแม่เหล็กขนาด 3 เทสลา เมื่อผ่านกระแส 2 แอมแปร์เข้าไปจะเกิดแรงเป็นกี่เท่าของลวดที่ขณะทำมุม 30 องศา เท่ากับ สนามเหล็กเดิม

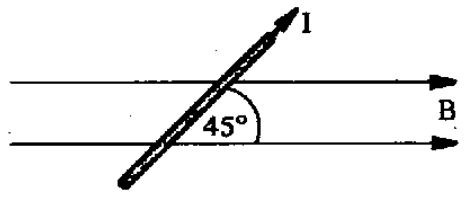
ก. 0.5 เท่า ข. . 1.7 เท่า ค. 2.0 เท่า ง. 3.0 เท่า

เฉลยข้อ ข.

แนวคิด $F_1 = I\ell B \sin 60^0$ และ $F_2 = I\ell B \sin 30^0$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\sin 60^0}{\sin 30^0} = \frac{\sqrt{3}/2}{1/2} = \sqrt{3} \text{ เท่า}$$

87. ลวดยาว 10 เซนติเมตร วางอยู่ในสนามแม่เหล็กดังรูป ถ้าสนามแม่เหล็กเป็น 3×10^{-2} เทสลา และเกิดแรงลวดเส้นนี้ 6×10^{-4} นิวตัน จงหาค่ากระแสที่ผ่านลวดนี้ในหน่วยแอมแปร์



ก. 0.18 ข. 0.28 ค. 0.38 ง. 0.48

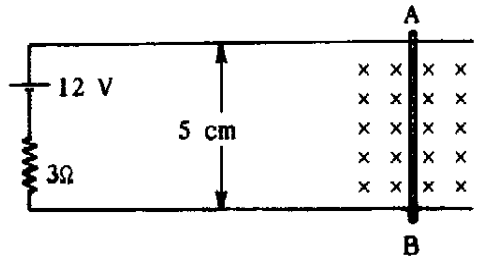
เฉลยข้อ ข.

แนวคิด $F = I\ell B \sin\theta$

$$6 \times 10^{-4} = I\left(\frac{10}{100}\right) 3 \times 10^{-2} \sin 45^0$$

I = 0.28 แอมแปร์

88. ลวดตัวนำตรง AB วางพาดอยู่บนรางตัวนำ ซึ่งต่อเป็นวงจรกับแบตเตอรี 12 โวลต์ และความต้านทาน 3 โอห์ม ดังรูป และAB อยู่ในสนามแม่เหล็กขนาด 0.15 เทสลา เกิดแรงกระทำต่อลวด กี่นิวตัน



ก. 3×10^{-2} ข. 3×10^{2}

ค. 3×10^{-3} ง. 3×10^{3}

เฉลยข้อ ข.

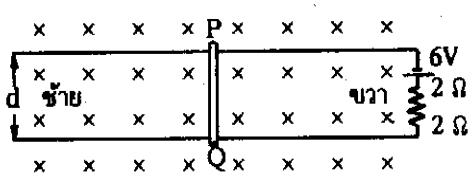
แนวคิด $F = I \ell B$

$$= \frac{\sum E}{\sum R} \ell B$$

$$= \frac{12}{3} \times \frac{5}{100} \times 0.15$$

$$= 3 \times 10^{-2} \text{ N}$$

89. วงจรไฟฟ้าดังรูป ลวดตัวนำ PQ และยาว 30 เซนติเมตร วางตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ 2×10^{-4} เทสลา แรงทางแม่เหล็กที่เกิดกับลวด PQ เป็นไปตามข้อใด

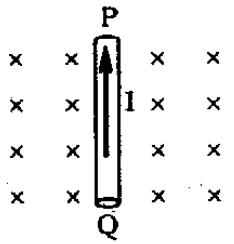


ก. 4.5×10^{-5} นิวตันไปทางซ้าย ข. . 4.5×10^{-5} นิวตันไปทางขวา

ค. 9.0×10^{-5} นิวตันไปทางซ้าย ง. 9.0×10^{-5} นิวตันไปทางขวา

เฉลยข้อ ค.

แนวคิด $F = I \ell B$

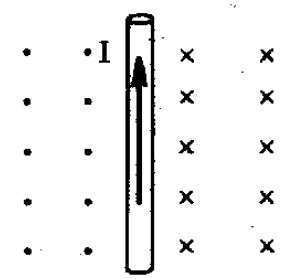


$$= \frac{\sum E}{\sum R} \ell B$$

$$= \frac{6}{2+2}\left(\frac{30}{100}\right) 2 \times 10^{-4}$$

$$= 9 \times 10^{-5}$$

1.7 แรงระหว่างกระแสไฟฟ้าในเส้นลวด



เราทราบจากบทที่แล้วว่า เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในเส้นลวดรอบ ๆ เส้นลวดจะมีสนามแม่เหล็กในทิศตามมือขวากำ และเราทราบอีกว่าถ้ามีสนามแม่เหล็กอยู่แล้วหากวางเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าลงในสนามแม่เหล็กจะเกิดแรงเนื่องจากสนามแม่เหล็กกระทำกับเส้นลวดนั้นตามสูตร

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

เมื่อเราเอาเส้นลวดสองเส้นที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน มาวางให้ขนานกันสมมติว่าเป็นเส้นลวด A และเส้นลวด B นั้นก็คือ เส้นลวด A จะวางอยู่ในสนามแม่เหล็กของเส้นลวด B และเส้นลวด B ก็จะวางอยู่ในสนามแม่เหล็กของเส้นลวด A จะทำให้เกิดแรงกระทำซึ่งกันและกันระหว่างเส้นลวดขึ้น ตามความสัมพันธ์ว่า

(1.) ให้ลวดเส้นที่ 1 ยาวมากกว่าเส้นที่ 2 มีกระแสไหล I_1 (แอมแปร์)

(2) ลวดเส้นที่ 2 มีความยาวส่วนที่ขนานกับเส้นที่ 1 มีค่า ℓ มีกระแสไหล I_2

(3) ระยะห่างวัดตั้งฉากระหว่างเส้นลวดทั้งสองเป็น d

(4) แรงต่างร่วมระหว่างเส้นลวดทั้งสอง เป็น F (นิวตัน)

$$F = \frac{KI_1I_2\ell}{d} \quad \text{นิวตัน}$$

(5) และให้ B เป็นสนามแม่เหล็กที่ห่างจากลวดเส้นยาวเป็นระยะ d จะหาได้จาก

สูตร $F = I_2 \ell B$

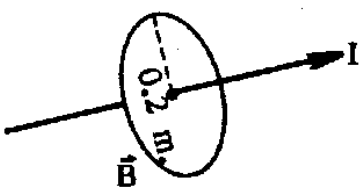
$$\therefore B = \frac{KI_1}{d}$$

ในการทดลองเราจะพบว่าเมื่อจัดให้กระแสไฟฟ้าในเส้นลวดไหลทิศเดียวกัน จะเกิดแรงดูดกระแสไหลทิศทางสวนกันเกิดแรงผลักเมื่อจะวัดแรงที่เกิดขึ้นเรามักวัดแรงผลักโดยให้ลวดเส้นหนึ่งถูกแขวนไว้ให้แกว่งได้คล้ายการแกว่งของลูกตุ้ม

109 . กระแสไฟฟ้าเท่ากัน 5แอมแปร์ จงหาสนามแม่เหล็กที่จุดห่างจากสายไฟ 0.2เมตร

เฉลย

แนวคิด

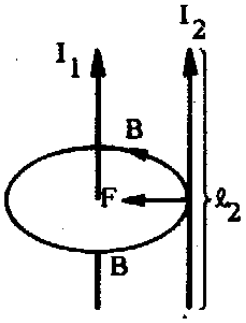


$$B = \frac{2\times10^{-7}I}{d}$$

$$= \frac{2\times10^{-7}(5)}{0.2} \quad \text{เทสลา}$$

$$= 5.0\times10^{-6} \text{ เทสลา}$$

สรุป แรงดูดและผลักระหว่างลวดไฟฟ้า



K_m = magnetic const $= 10^{-7}$ weber / amp . m เมื่อกระแส I_1 ผ่านเส้นลวดไฟฟ้าเส้นแรกจะเกิดเส้นแรงแม่เหล็ก B_1 รอบเส้นลวด

$$B_1 = \frac{2K_m I}{d}$$

สนามนี้ เมื่อพบลวด I_1 ซึ่งมีกระแส I_2 ไหลผ่านย่อมเกิดแรงดูดหรือแรงผลักกัน ตามสูตร

B - สนามไฟฟ้า F - แรง

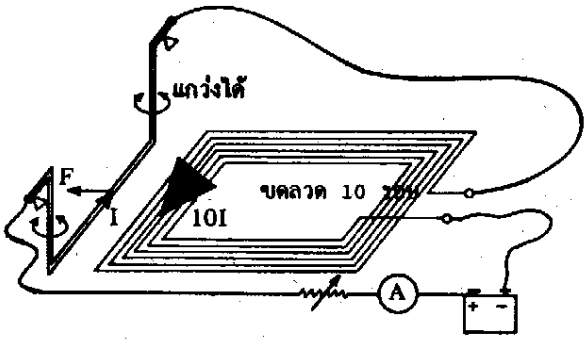
K_m - magnetic constant I -กระแสไฟฟ้า

d - ระยะระหว่างลวด ℓ - ความยาวลวดไฟฟ้า

$$F = I\ell B = I_2 \ell_2 B_1$$

$$= I_2 \frac{2K_m I_1}{d} \ell_2$$

$$F = \frac{2K_m I_1 I_2 \ell_2}{d}$$



เนื่องจากต่ออนุกรมกันกระแส I ที่ผ่านทุกตอนย่อมเป็น I เท่ากันตลอด

$I_2 = I$

$I_1 = 10\ I$ เพราะมี 10 รอบ

$$F = \frac{2K_m I(10I)\ell_2}{d}$$

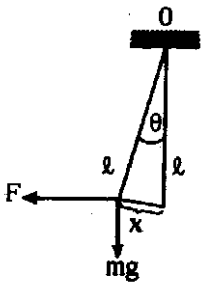
$$F = \frac{KI^2}{d}$$

หรือ $F \alpha I^2$ เมื่อ d คงที่ หรือ $F \alpha \frac{I}{d}$ เมื่อ I คงที่

หรือ $d \alpha I^2$ เมื่อ F คงที่

แรง F เราวัดจริงๆไม่ได้จึงต้องเทียบจากระยะที่ลวด ℓ_2 บิดไปจากแนวกลาง (เดิม) $F \alpha X$ (เมื่อ X =ระยะที่บิดจากแนวกลางเดิม)

เราวัดแรงที่เกิดจากการผลัก โดยถือว่าระยะที่ลวดเบนไปจากแนวดิ่งเป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดของแรงที่กระทำกับเส้นลวด (เนื่องจากลวดเบนเป็นมุม θ เล็กๆเท่านั้น)



จากหลักของโมเมนต์ ; คิดรอบจุด 0

$$F\ell = mg\ x$$

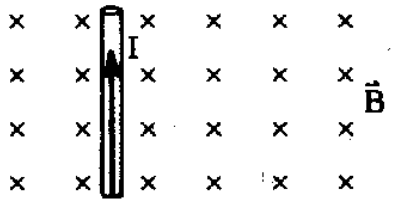
$$F = \frac{mg}{\ell}.x$$

$$\frac{mg}{\ell} = \text{คงที่}$$

$$\therefore \quad F \ \alpha \ x$$

---

90. เมื่อกระแสไฟฟ้า Iแอมแปร์เข้าไปในลวดยาว L เมตรซึ่งวางในสนามแม่เหล็กความเข้ม B เทสลาดังรูป ผลที่เกิดขึ้น คือ

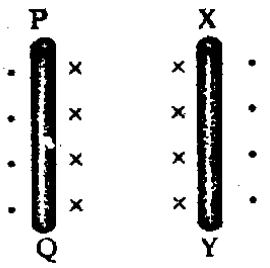


ก. เส้นลวดเคลื่อนที่ในทิศเดียวกับสนามแม่เหล็ก

ข. เส้นลวดเคลื่อนที่ไปทางซ้าย

ค. เกิดแรงเคลื่อนที่ไฟฟ้าเหนี่ยวนำในลวด

ง. ถูกทั้งข้อ ข. และ ค.

91. 

PQ เป็นลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแล้วเกิดสนามแม่เหล็กดังรูป เมื่อนำลวด XY ที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมาวางใกล้ๆลวด PQ แล้วเกิดแรงผลักเขียนทิศของกระแสที่ไหลในลวดแต่ละเส้น

เฉลย

แนวคิด I_1 จาก Q ไป P และ I_2 จาก X ไป Y

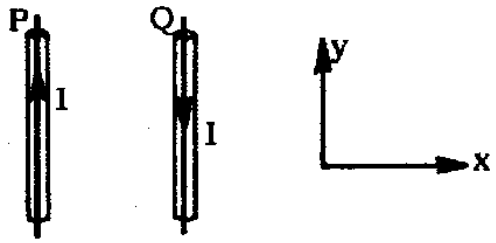
92. P และ Q เป็นเส้นลวดยาววางขนานกัน ต่างมีกระแสไฟฟ้า I ไหลผ่านในทิศทางสวนกัน ทิศทางของสนามแม่เหล็ก และแรงที่กระทำบนเส้นลวด Q เป็นข้อใด

ก. พุ่งเข้ากระดาษ และ -X

ข. พุ่งออกจากกระดาษ และ -X

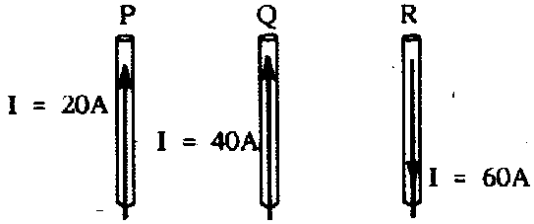
ค. พุ่งเข้ากระดาษ และ -y

ง. พุ่งเข้ากระดาษและ +X



เฉลยข้อ ง.

93. PQR เป็นเส้นลวดชนิดเดียวกัน ยาวเท่ากันวางขนานกัน ถ้ามีกระแสไฟฟ้าผ่านเส้นลวดทั้งสามมีขนาด และทิศดังรูป ทิศทางของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อลวด Q คือข้อใด



ก. มีทิศไปทาง R ข. มีทิศไปทาง P

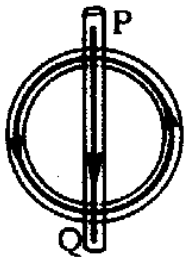
ค. ในแนวตั้งฉากกับกระดาษมีทิศพุ่งเข้า ง. ในแนวตั้งฉากกับกระดาษมีทิศพุ่งออก

เฉลยข้อ ข.

แนวคิด ลวด Q ถูก P ดูดไปทางด้านซ้าย / ลวด Q ถูก ถูก R ผลักไปทางซ้าย

∴ ลวด Q จะเบนไปทางซ้าย

94. ลวดตัวนำวงกลมมีกระแสผ่านเส้นลวดตัวนำ PQ ที่ยาว มาก และมีกระแส ผ่านเช่นเดียวกัน ส่วนของ PQ อยู่ใกล้กับลวดวงกลม ถ้าทิศของกระแส ดังรูป ทิศของแรงที่กระทำกับ PQ เป็นไปตามข้อใด



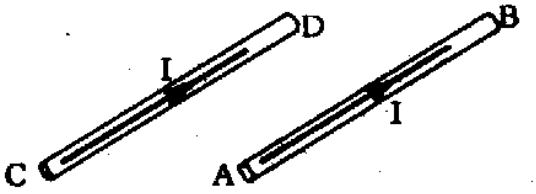
ก. ขนานกับ PQ และมีทิศไปทาง P ข. ขนานกับ PQ และมีทิศไปทาง Q

ค. ตั้งฉากกับ PQ มีทิศไปทางขวา ง. ตั้งฉากกับ PQ มีทิศไปทางซ้าย

เฉลยข้อ ง.

แนวคิด ใช้หลัก ตาม - ดูด / สวน - ผลัก

95. ลวดตัวนำตรง AB และ CD ขนานกันในแนวระดับลวด CD อยู่ทางซ้ายของลวด AB ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านดังรูป

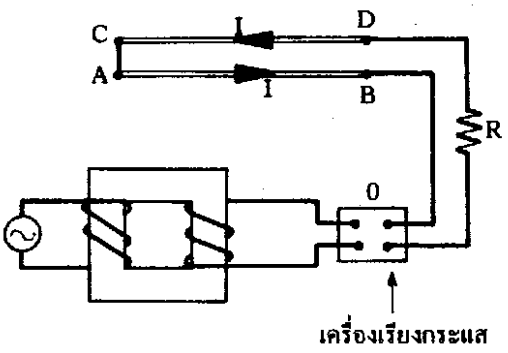


ลวดตัวนำ AB จะเคลื่อนที่ทางใด (ไม่คิดแรงโน้มถ่วง)

ก. ไปทางซ้าย ข. ไปทางขวา ค. ขึ้นข้างบน ง. ลงข้างล่าง

เฉลยข้อ ก. แนวคิด ใช้หลัก ตาม - ดูด / สวน - ผลัก

96. จากรูป แรงระหว่างลวดตัวนำ AB และ CD



1. เป็นแรงดูด 2. เป็นแรงผลัก
3. การสลับขั้วที่เครื่องเรียงกระแสจะเกิดแรงระหว่างลวดเป็นแรงตรงข้าม

คำตอบที่ถูกต้อง คือ

ก. ข้อ 1 เท่านั้น

ข. ข้อ 2 เท่านั้น

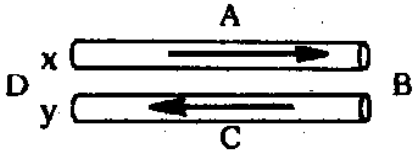
ค. ข้อ 2 และ 3

ง. ข้อ 1 และ 3

เฉลยข้อ ข.

แนวคิด กระแสจะสวนทางกัน ทำให้ลวด AB และ CD ผลักกัน

97. ลวดตัวนำ X และ y มีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ในตัวนำทั้งสองในทิศดังรูป



แรงที่กระทำต่อลวดนำ y มีทิศไปทางใด

ก. A ข. B ค. C ง. D

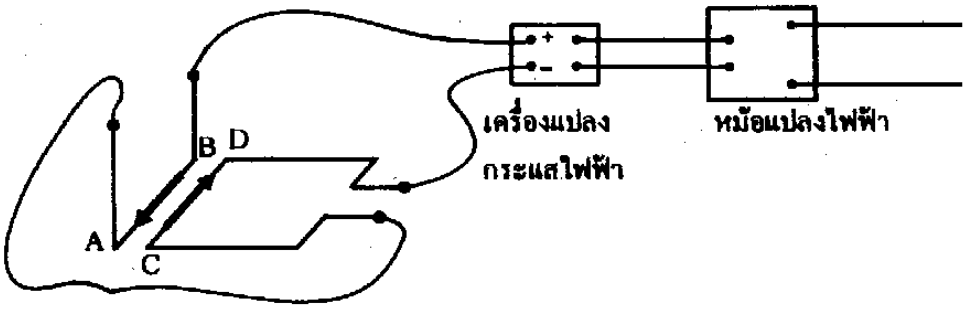
เฉลยข้อ ค.

แนวคิด หลัก ตาม ดูด

สวน - ผลัก

ลวดทั้งสองจะผลักออกจากกัน

98 . จากวงจรเครื่องชังกระแสดังรูป เมื่อใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ลวด AB จะเบนอย่างไร

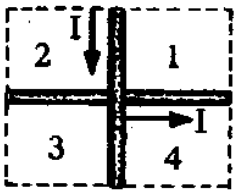


เฉลย

แนวคิด AB จะผลักกับ CD 〈 ∴ กระแสสวนทางกัน 〉

∴ AB จะเบนออกจาก CD

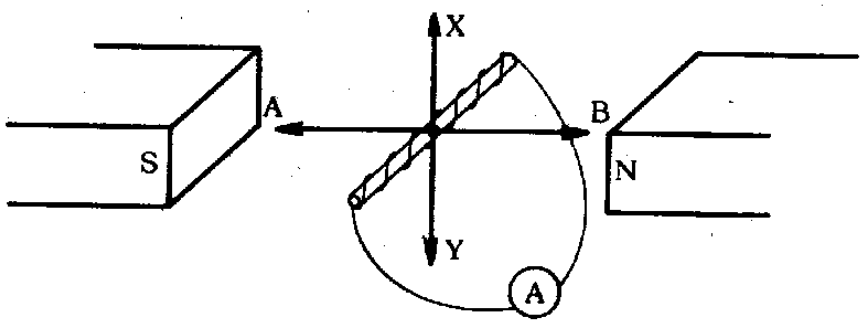
99. ลวด 2 เส้นวางตัดกันโดยตั้งฉากซึ่งกันและกัน และไม่สัมผัสกัน เส้นลวดทั้งสองวางใกล้กันมาก กระแสที่ไหลผ่านเส้นลวดทั้งสอง มีทิศตามรูป จะมีบางจุดที่สนามแม่เหล็กมีค่าเป็นศูนย์ จุดเหล่านั้นอยู่บริเวณใด



ก . บริเวณ 1 และ 2 เท่านั้น
ข. บริเวณ 1 และ 3 เท่านั้น
ค. บริเวณ 1 และ 4 เท่านั้น
ง. บริเวณ 2 และ 4 เท่านั้น

เฉลยข้อ ง.

1.8 การเคลื่อนที่ของลวดตัวนำในสนามแม่เหล็ก



จากการทดลองตามรูป

ถ้าเราจับตัวนำเคลื่อนขึ้นลงในแนว XY เข็มของแอมมิเตอร์จะกระดิกไปมาแสดงว่ามีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นมา

แต่ถ้าตัวนำมีการเคลื่อนที่ตามแนว AB เข็มของแอมมิเตอร์จะไม่เคลื่อนที่เลย

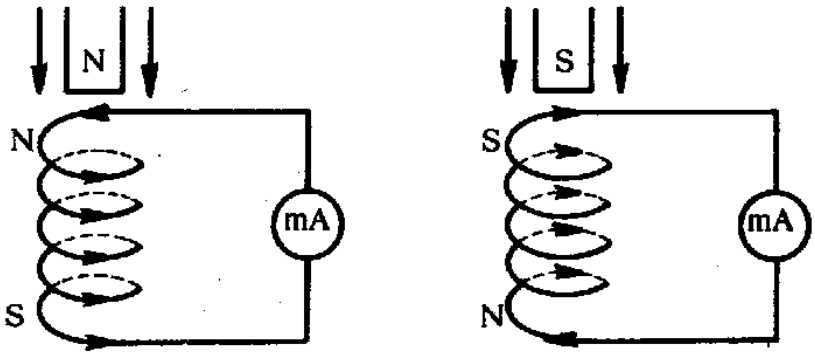
สรุป

1) การเคลื่อนที่ของลวดนำ ตัวเส้นแรงแม่เหล็ก จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้ การเคลื่อนที่ตัดเส้นแรงนี้ อาจจะทำมุมกับเส้นแรงโดยไม่เป็นมุมฉากก็ได้ จะมีกระแสไฟฟ้าบ้าง แต่กระแสไฟฟ้าจะมากที่สุดเมื่อมีการเคลื่อนที่ตัดเส้นแรงในแนวตั้งฉาก

2) การเคลื่อนที่ของลวดตัวนำ ทำมุม 0° หรือ 180° หรือขนานกับเส้นแรงแม่เหล็ก จะไม่เกิดกระแสเหนี่ยวนำขึ้น

กระแสเหนี่ยวนำ (Induced Current)

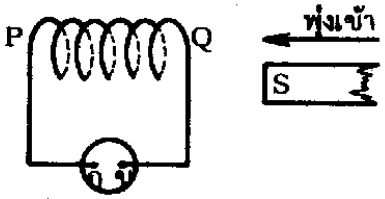
เกิดจากลวดตัวนำ มีการเคลื่อนที่ตัดสนามแม่เหล็ก หรือแท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่เข้าไปในขดลวดตัวนำ



ถ้าเราลองเอาแท่งแม่เหล็กสอดเข้าไปในแก้วที่พันไว้ด้วยลวดตัวนำ ดังรูปจะเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นจากการกระทำนี้ ถ้าเราดึงแท่งแม่เหล็กออก กระแสเปลี่ยนทิศทางสังเกตจากเข็มของมิลลิแอมมิเตอร์จะกระดิกไปในทางตรงกันข้ามกับตอนแรก

ทิศทางของกระแสเหนี่ยวนำ

เมื่อเอาแท่งแม่เหล็กพุ่งเข้าไปในขดลวด จะเกิดกระแสเหนี่ยวนำขึ้น ทิศทางของกระแสเหนี่ยวนำจะไหลในลักษณะให้เกิดขั้วแม่เหล็กชนิดตรงกัน กับขั้วที่พุ่งเข้ามา



(ก) P จะเป็นขั้วแม่เหล็ก (N)

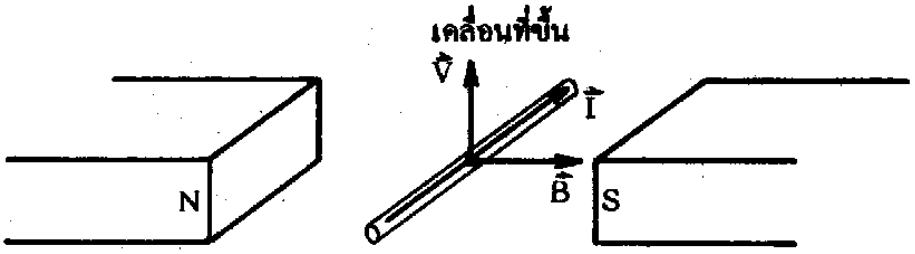
Q จะเป็นขั้วแม่เหล็ก (S)

(ข) จงเติมทิศทางของกระแสเหนี่ยวนำในรูป ไหลขึ้นทางด้าน P

ตามโจทย์ข้อนี้ ถ้าต่อด้วยมิลลิแอมมิเตอร์ ควรต่ออย่างไร
จุด ก. (ในรูป) เป็นขั้ว (บวก) ควรเป็นสี (แดง)
จุด ข. (ในรูป) เป็นขั้ว (ลบ) ควรเป็นสี (ดำ)
จึงจะถูกต้องโดยเข็มไม่ตีกลับ

การหาทิศของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

(1) ครอสจากทิศการเคลื่อนที่ไปหาทิศสนาม ทิศ (cross product) ที่เกิดขึ้นคือ ทิศของกระแสเหนี่ยวนำ



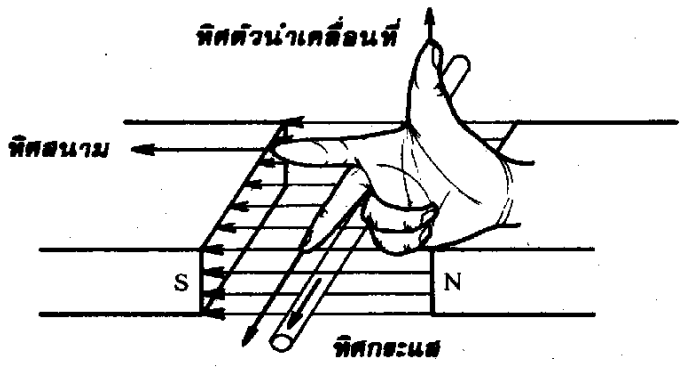
จากรูปจะเห็นว่าครอสจากทิศการเคลื่อนที่ไปยังทิศสนามแม่เหล็ก ผลของการครอสมีทิศพุ่งเข้าไปในกระดาษ ฉะนั้นกระแสเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นจะพุ่งเข้าไปข้างใน

(2) **ใช้กฎมือขวา** กางนิ้วชี้ , นิ้วหัวแม่มือ , นิ้วกลางให้ตั้งฉากกัน

นิ้วหัวแม่มือ ชี้ทิศการเคลื่อนที่ของตัวนำ

นิ้วชี้ ชี้ทิศสนามแม่เหล็ก เหนือไปใต้

นิ้วกลาง ชี้ทิศของกระแสเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้น



****