Jueny

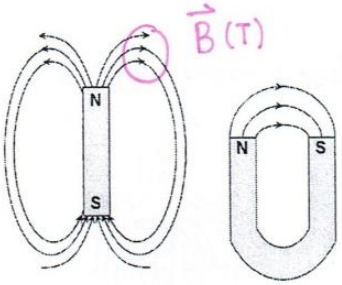
Chapter 3 Electromagnetism

อำนาจแม่เหล็กจาก I

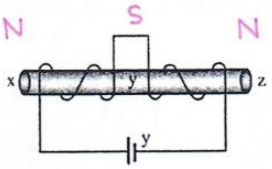
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับแม่เหล็ก

➲ **แม่เหล็ก** คือ สิ่งที่ออกแรงดึงดูดสารแม่เหล็กได้ปกติมี 2 ขั้ว แต่ทางปฏิบัติเราสามารถสร้างแม่เหล็กมากกว่า 2 ขั้ว ได้ หรือสร้างแม่เหล็กไม่มีขั้วก็ได้

Magnetite — Ferro, Para, dia

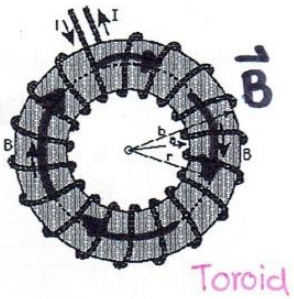


แม่เหล็ก 2 ขั้ว



Solenoid

แม่เหล็ก 3 ขั้ว



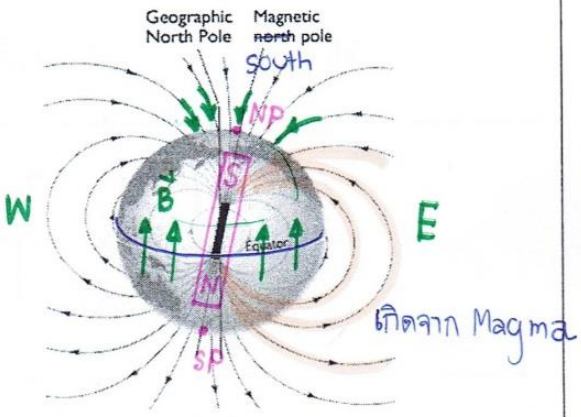
Toroid

แม่เหล็กไม่มีขั้ว

บริเวณใดที่มีเส้นแรงแม่เหล็ก กล่าวได้ว่า บริเวณนั้นมีสนามแม่เหล็ก ($\vec{B}$) ตัวอย่างเช่น สนามแม่เหล็กโลกมีลักษณะที่สำคัญดังนี้

- บริเวณเส้นศูนย์สูตร $\vec{B}$ จะขนานกับพื้นราบ

- บริเวณซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ $\vec{B}$ จะตั้งฉากกับพื้นราบ



(Compass)

➲ **เข็มทิศ** จะชี้ไปตามทิศทางของสนามแม่เหล็กเสมอ

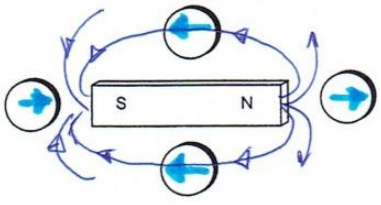


Fig 1

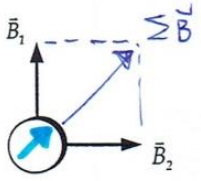


Fig 2

จุดสะเทิน ระบุทิศไม่ได้

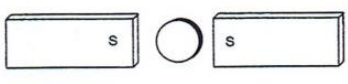
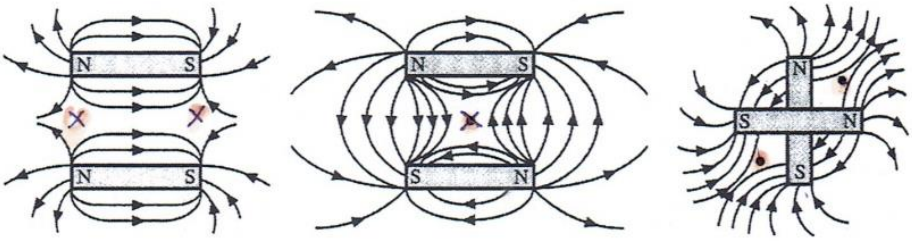


Fig 3

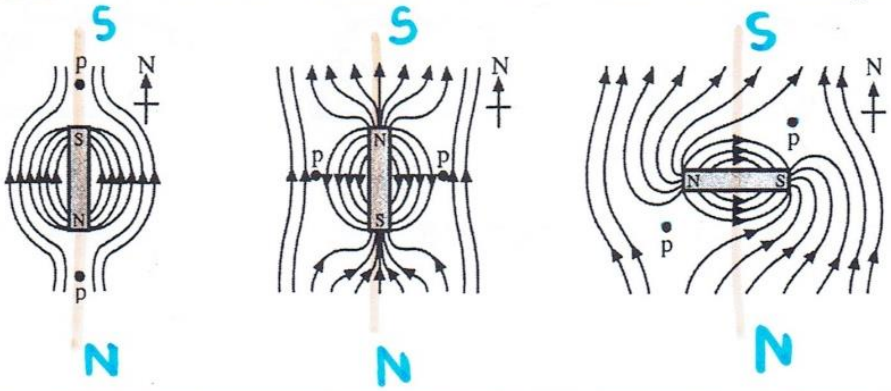
➲ **จุดสะเทิน** คือ จุดที่มี ***ค่าสนามแม่เหล็กลัพธ์เท่ากับศูนย์*** พิจารณา 2 กรณี ดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1 ไม่พิจารณา $\bar{B}$ ของโลก



JP.

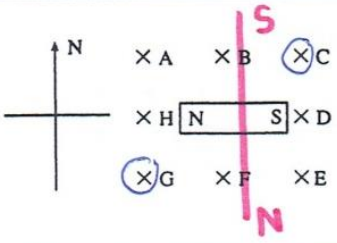
กรณีที่ 2 พิจารณา $\bar{B}$ ของโลก แล้วสร้างแกนแม่เหล็กโลกจำลอง (*Model axis magnetic*)



1. บริเวณใดบนพื้นโลกที่มีความเข้มของสนามแม่เหล็กตามแนวราบมากที่สุด

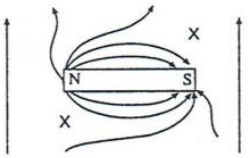
1. แถบทวีปยุโรป 2. แถบเส้นศูนย์สูตร 3. แถบขั้วโลกเหนือ 4. แถบขั้วโลกใต้

2. แท่งแม่เหล็กหนึ่งวางในสนามแม่เหล็ก ซึ่งสม่ำเสมอดังรูป ณ จุดใดบ้างที่สนามแม่เหล็กมีโอกาสจะเป็นศูนย์

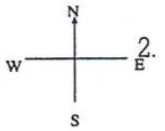


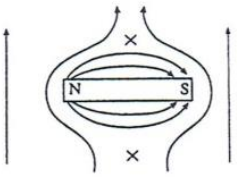
3. จงพิจารณาเลือกดูสนามแม่เหล็กรูปใดที่ถูกต้อง

1.

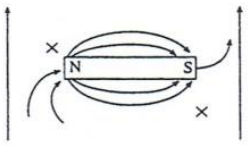


2.

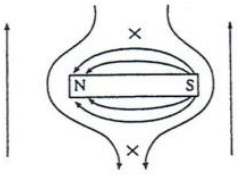




3.



4.

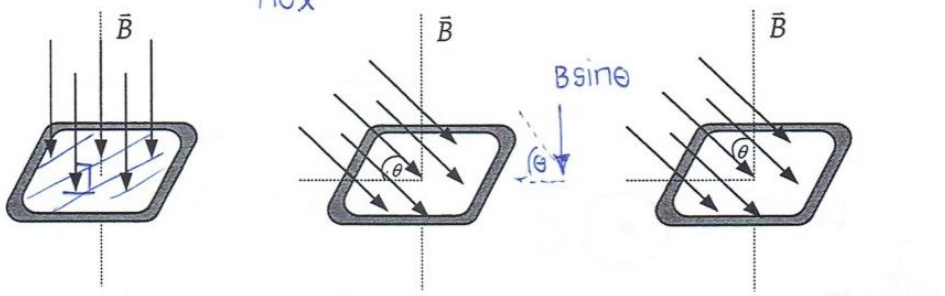


สนามแม่เหล็ก ($\vec{B}$, *Tesla*)

สนามแม่เหล็ก (ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก, ขนาดสนามแม่เหล็ก) คือ จำนวนเส้นแรงแม่เหล็ก (ฟลักซ์แม่เหล็ก) ที่ตกกระทบต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่รองรับในแนวตั้งฉาก โดยมีนิยามคือ

$B = \frac{\phi}{A}$ แต่นิยมจำในรูป $\boxed{\phi = BA}$ โดยมีเงื่อนไขการใช้สมการนี้ว่า $\vec{B} \perp A$

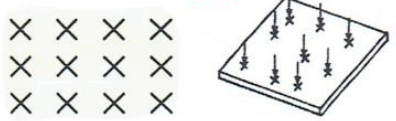
เมื่อ ϕ = ฟลักซ์แม่เหล็ก (เวเบอร์, wb) , A = พื้นที่ระนาบที่ตั้งฉาก (m^2)



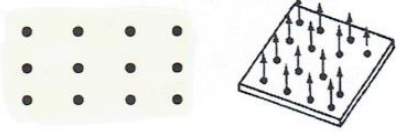
$\phi = BA$ $\phi = (B\sin\theta)A$ $\phi = (B\cos\theta)A$

➲ สัญลักษณ์ แสดงทิศทางของสนามแม่เหล็กในเชิง 2 มิติ

ทิศทางขวา ทิศทางซ้าย ทิศขึ้นบน ทิศลงล่าง

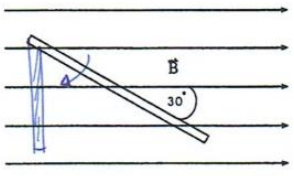


ทิศพุ่งเข้ากระดาษ



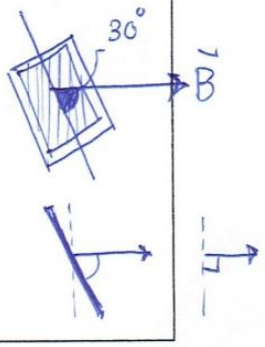
ทิศพุ่งออกจากกระดาษ

4. ขดลวดของมอเตอร์ไฟฟ้ามีพื้นที่หน้าตัด 0.4 m^2 วางอยู่ในสนามแม่เหล็ก 2 เทสลา โดยมีแนวระนาบของขดลวดทำมุม 30° กับสนามแม่เหล็กดังรูป จงคำนวณว่าฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดเท่ากับเท่าไร



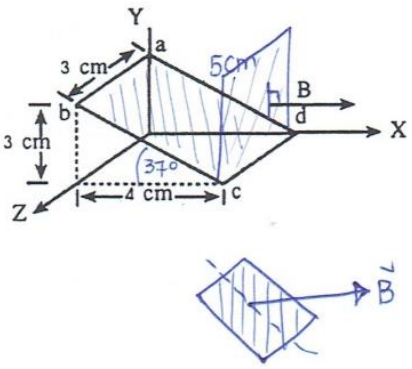
1. 1.0 *Weber*
2. 0.8 *Weber*
3. 0.6 *Weber*
4. 0.4 *Weber*

$\phi = BA\sin 30°$
$= 2(0.4)\frac{1}{2}$
$= 0.4$ Wb #



5. จงหาฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดสี่เหลี่ยมผืนผ้า *abcd* ถ้ามีสนามแม่เหล็ก B ขนาดสม่ำเสมอ 2 เทสลา ในทิศที่ขนานแกน x ดังรูป

1. $1.8 \times 10^{-3}\ Wb$
2. $2.4 \times 10^{-3}\ Wb$
3. $3.0 \times 10^{-3}\ Wb$
4. $5.0 \times 10^{-3}\ Wb$



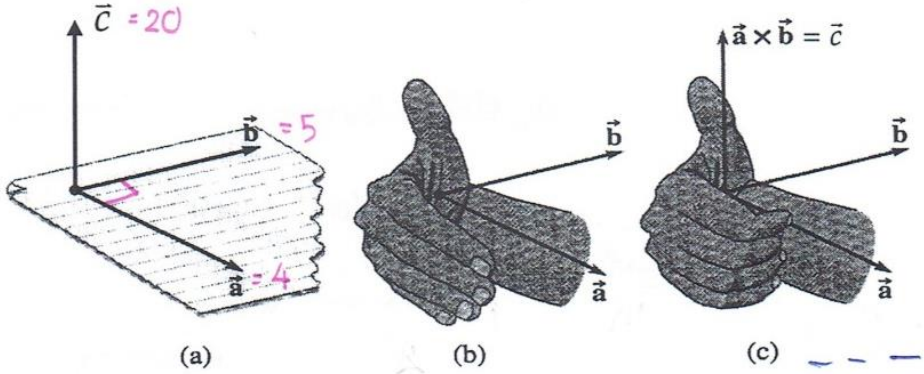
$\phi = BA\sin 37^\circ$
$= 2(15\times10^{-4})\times\frac{3}{5}$
$= 1.8\times10^{-3}\ Wb$ #1

การดำเนินการของเวกเตอร์

การดำเนินการของเวกเตอร์มี 2 แบบกล่าวคือ

1) *Dot vector* เกิดจากการนำเวกเตอร์ 2 ตัว มาคูณกันในทิศทางเดียวกัน ผลลัพธ์จากการ *Dot* จะได้ปริมาณสเกลาร์ เช่น $W = \vec{F}\cdot\vec{S}$ แต่ในบทนี้ เราจะเน้นศึกษาการดำเนินการในข้อที่ 2)

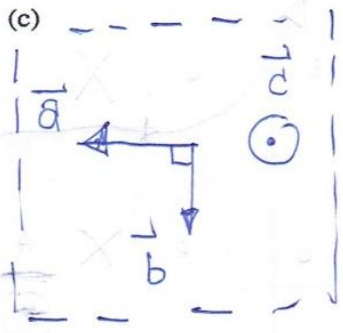
2) *Cross vector* เกิดจากการนำเวกเตอร์ 2 ตัวที่ตั้งฉากกัน มาคูณกัน ผลลัพธ์จากการ *Cross* จะได้ปริมาณเวกเตอร์ตัวที่ 3 ซึ่งตั้งฉากกับเวกเตอร์ทั้งสองที่กำหนด



สัญลักษณ์ : $\bar{c} = \bar{a}\times\bar{b}$ โดย การหาผลลัพธ์ทำได้โดย

ขนาด : $c = ab$ เมื่อ $\bar{a}\perp\bar{b}$

$c = ab\sin\theta$ เมื่อ $\bar{a}$ ทำมุม θ กับ $\bar{b}$



ทิศ : เวกเตอร์ลัพธ์จะมีทิศทางตามกฎมือขวาของสกรู RH

1) นิ้วทั้ง 4 ชี้ไปตามเวกเตอร์เริ่มต้น คือ $\bar{a}$
2) หมุน $\bar{a}$ ไปหาหัวเวกเตอร์ $\bar{b}$
3) นิ้วโป้งที่กางออกจะแสดงทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์ $\bar{c}$

แรงทางแม่เหล็ก

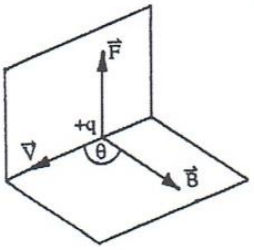
แรงทางแม่เหล็กที่สำคัญพิจารณา 2 ชนิด คือ

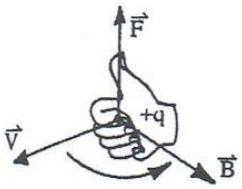
Type 1 **แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อประจุ q ที่มีความเร็ว v วิ่งเข้าไปในสนามแม่เหล็ก $\vec{B}$**

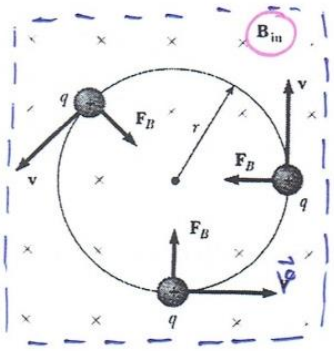
เมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าวิ่งด้วยความเร็ว v เข้าไปในสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำต่ออนุภาคนั้น ทำให้อนุภาคนั้นเคลื่อนที่เป็น**วงกลม** พิจารณาแยกได้เป็น 3 กรณี กล่าวคือ

1.1) อนุภาคเคลื่อนที่โดยมี v ตั้งฉากกับทิศ $\vec{B}$ จะเกิดแรงลอเรนซ์ *(Lorentz force)* ตามสมการ

$\vec{v} \perp \vec{B}$







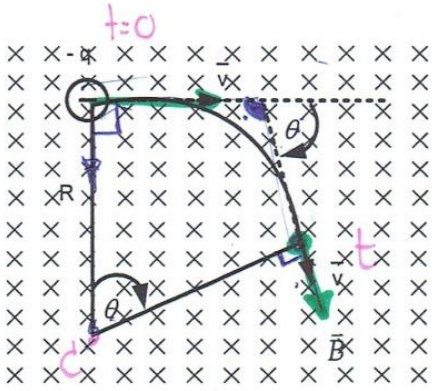
$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

ขนาด : $F = qvB$ เมื่อ $\vec{v} \perp \vec{B}$ ทิศของ F : ตามกฎมือขวาของสกรู $\vec{v} \times \vec{B}$

เมื่อ q = ประจุไฟฟ้า *(C)* , v = ความเร็ว *(m/s)* , B = สนามแม่เหล็ก *(T)*

Note สำหรับการหาทิศทางของ ***ประจุลบ*** เคลื่อนที่ ***ให้ใช้กฎมือซ้าย*** (LH)

พิจารณารูปข้างล่างแล้ววิเคราะห์ดังต่อไปนี้



ประจุเคลื่อนที่เป็นวงกลม : $\sum F_c = ma_c$

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

จะได้สูตรลัด

- $R = \frac{mv}{qB}$
- $T = \frac{2\pi m}{qB} \Rightarrow f = \frac{qB}{2\pi m}$
- $\theta = \frac{qBt}{m}$

$\vec{v} \perp R$ เสมอ

เมื่อ R = รัศมีความโค้ง *(m)*

T = คาบ, เวลาที่เคลื่อนที่ครบ 1 รอบ *(s)*

θ = มุมเบี่ยงเบน *(rad)*

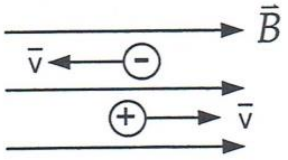
rad

$\theta = \frac{S}{R}$

$v = \omega R$

$\frac{2\pi}{T}$ $2\pi f$

1.2) อนุภาคเคลื่อนที่โดยมี v ขนานกับทิศ $\vec{B}$

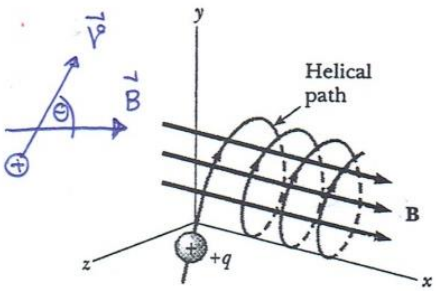


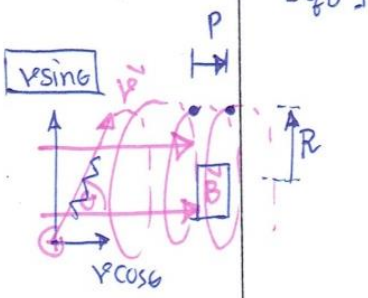
- จะไม่มีแรงแม่เหล็กมากระทำต่อประจุ ($F_B = 0$)
- ประจุจะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงไม่หยุดนิ่ง

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

$p = s = v_{\parallel}t = (v\cos\theta)\left[\frac{2\pi m}{qB}\right]$

1.3) อนุภาคเคลื่อนที่โดยมี v ทำมุม θ กับทิศ $\vec{B}$ อนุภาคจะเคลื่อนที่เป็นรูปเกลียว *(Helix)* ในสนามแม่เหล็กนั้น





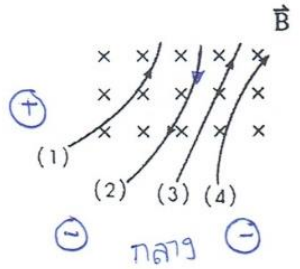
$\vec{v}\times\vec{B}$

6. รังสีคอสมิกที่เป็นประจุบวกและพุ่งเข้าสู่ผิวโลก บริเวณเส้นศูนย์สูตรจะเบนไปทางทิศใดเมื่อจะถึงผิวโลก

1. ตะวันออก
2. ตะวันตก
3. เหนือ
4. ใต้

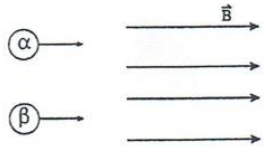
7. อนุภาคสี่ตัวเคลื่อนที่ผ่านเข้าไปในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กตามทางเดินดังรูป ชนิดของประจุของแต่ละอนุภาคเรียงลำดับดังนี้

1. บวก บวก กลาง ลบ
2. บวก ลบ กลาง ลบ
3. ลบ บวก กลาง บวก
4. ลบ ลบ กลาง บวก



8. อนุภาคแอลฟาและอนุภาคบีตาเคลื่อนที่เข้า ไปในแนวขนานกับสนามแม่เหล็ก B ที่มีค่าสม่ำเสมอดังรูป การเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กของอนุภาคทั้งสองจะเป็นอย่างไร

$\vec{v} // \vec{B}$



1. เป็นเส้นตรง
2. เป็นวงกลม โดยวิ่งวนคนละทางกัน
3. เป็นวงกลม โดยวิ่งวนทางเดียวกัน
4. เป็นรูปเกลียว

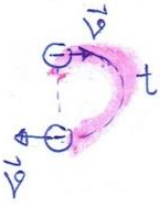
9. อิเล็กตรอนมวล m กิโลกรัม ประจุ e คูลอมบ์ เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v เมตร/วินาที เข้าไปในบริเวณสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอขนาด B เทสลา ในทิศทางที่ต้องฉากกับการเคลื่อนที่ ทำให้เกิดการเคลื่อนที่เป็นวงกลม อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ได้กี่รอบ/วินาที ในสนามแม่เหล็กนั้น

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

1. $\frac{eB}{2\pi m}$
2. $\frac{2\pi m}{eBv}$
3. $\frac{2\pi m}{eB}$
4. $\frac{eBv}{2\pi m}$

10. อิเล็กตรอนมวล m กิโลกรัม เคลื่อนที่เข้าไปในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก B เทสลา ในทิศตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก อยากทราบว่าจะต้องใช้เวลาอย่างน้อยเท่าไร ทิศทางการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจึงจะมีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ เมื่ออิเล็กตรอนเริ่มเข้ามาในบริเวณสนามแม่เหล็ก (กำหนดให้ประจุของอิเล็กตรอนมีค่า q คูลอมบ์)

1. $\frac{qB}{2\pi m}$ วินาที
2. $\frac{qB}{4\pi m}$ วินาที
3. $\frac{\pi m}{qB}$ วินาที
4. $\frac{2\pi m}{qB}$ วินาที



$t = \frac{T}{2} = \frac{\left(\frac{2\pi m}{qB}\right)}{2} = \frac{\pi m}{qB}$

11. อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 100 เมตร/วินาที เข้าไปในสนามแม่เหล็ก ซึ่งมีค่า 0.1 เทสลา ในแนวตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กนั้น กินเวลาเท่าใด ทิศทางของการเคลื่อนที่จึงจะเบนไปจากเดิม 60°
(กำหนดให้มวลของอิเล็กตรอน = 9×10^{-31} กิโลกรัม)

1. $5 \times 10^{-12}\ s$
2. $6 \times 10^{-11}\ s$
3. $7 \times 10^{-8}\ s$
4. $8 \times 10^{-9}\ s$
5. $9 \times 10^{-10}\ s$

$\theta = \frac{qBt}{m}$

$t = \frac{\theta m}{qB} = \frac{\frac{\pi}{3}(9\times10^{-31})}{(1.6\times10^{-19})0.1} = 6\times10^{-11}\ s$ #

12. อนุภาคมวล m_1 และ m_2 มีประจุและความเร็วเท่ากันเคลื่อนที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ มวล m_1 และ m_2 เคลื่อนที่ตามแนวโค้งวงกลมรัศมี 0.5 เมตร และ 0.6 เมตรตามลำดับ มวล m_2 มีค่าเป็นกี่เท่าของมวล m_1

$R_1 = 0.5\ m$

$R_2 = 0.6\ m$

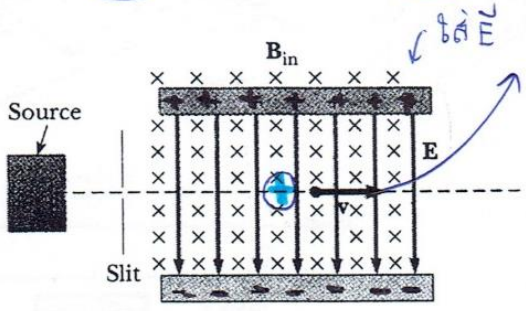
$R = \frac{mv}{qB}$

$R \propto m$

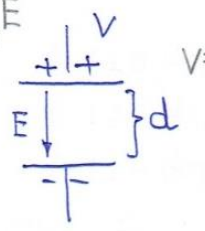
$\frac{m_2}{m_1} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{0.6}{0.5} = 1.2$ #

การประยุกต์ แรงลอเรนซ์

การบังคับให้ประจุที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กเคลื่อนที่เป็นแนวสันตรง : เราจะใส่สนามไฟฟ้า ($\vec{E}$) เพื่อให้เกิดแรงทางไฟฟ้าต้านแรงแม่เหล็กบังคับให้ประจุเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงได้



$F_E = qE$



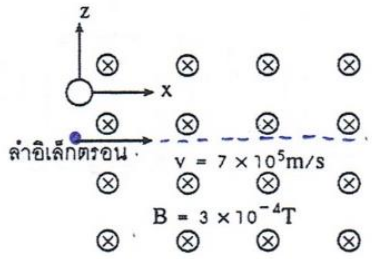
$V = Ed$

จากรูป จะได้

$F_B = F_E \rightarrow qvB = qE$

$v = \frac{V}{d}$

13. ลำอิเล็กตรอนถูกยิงในแนวระดับด้วยความเร็วต้น 7×10^{5} เมตร/วินาที เข้าไปในบริเวณสนามแม่เหล็กที่มีขนาดความเข้มสม่ำเสมอ 3×10^{-4} เทสลา ดังรูป ขนาดของสนามไฟฟ้าที่ให้เข้าไปในบริเวณเดียวกับสนามแม่เหล็กจะต้องเป็นเท่าใดในหน่วยโวลต์ต่อเมตรในทิศ $-Z$ จึงทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง

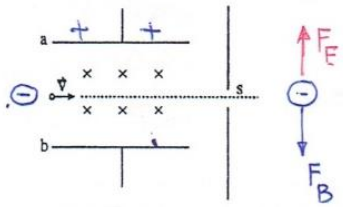


$qE = qvB$

$= (7\times10^{5})(3\times10^{-4})$

$= 210 \ \frac{N}{C}\left(\frac{V}{m}\right)$ #

14. อนุภาคบีตา เคลื่อนที่เข้าไปในระหว่างแผ่นตัวนำขนาน a และ b ซึ่งวางห่างกัน 2.0 มิลลิเมตร และมีความต่างศักย์ 160 โวลต์ ภายในที่ว่างระหว่างแผ่นตัวนำมีสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอขนาด 4.0 เทสลา และมีทิศ ดังรูปถ้าต้องการให้อนุภาคบีตาทะลุช่อง s พอดี ความเร็วของอนุภาคจะต้องเป็นเท่าใด และแผ่นตัวนำ a จะต้องเป็นขั้วบวกหรือ ขั้วลบ



1. $2.0\times10^{4}\ m/s$ ขั้วบวก
2. $8.0\times10^{3}\ m/s$ ขั้วบวก
3. $4.0\times10^{3}\ m/s$ ขั้วลบ
4. $1.6\times10^{2}\ m/s$ ขั้วลบ

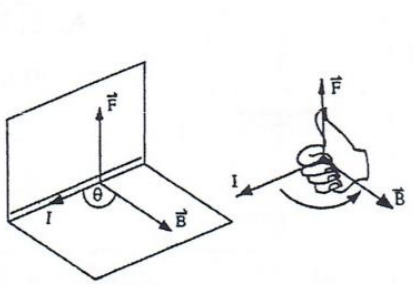
$qE = qvB$

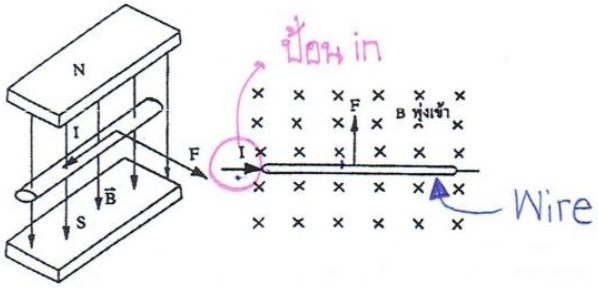
$\frac{V}{d} = vB$

$\frac{160}{2\times10^{-3}} = v(4)$

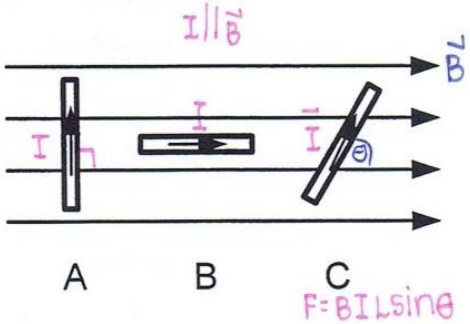
$v = 2\times10^{4}\ m/s$

Type 2 **แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้า I ไหลผ่านและวางในสนามแม่เหล็ก $\vec{B}$**





จาก $F = qvB = \frac{q}{t}(vt)B$



$\vec{F} = (I\vec{L}\times\vec{B})$

สมดุล $\rightarrow = \leftarrow$, $\uparrow = \downarrow$

Newton $\Sigma F = ma$

ขนาด : $F = BIL$ ถ้า $I \perp \vec{B}$ (ดังรูป A)

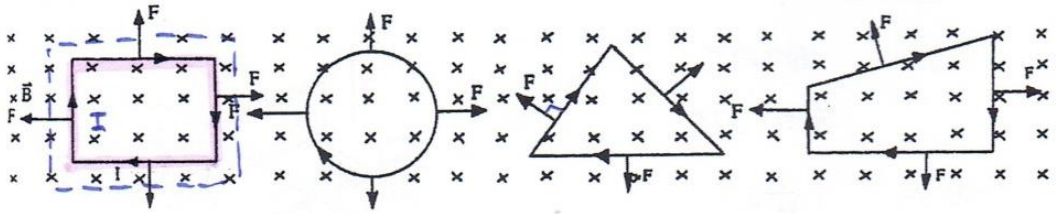
$F = 0$ ถ้า $I \parallel \vec{B}$ (ดังรูป B)

$F = BIL\sin\theta$ ถ้า $I \measuredangle \vec{B}$ (ดังรูป C)

ทิศของ F : เป็นไปตามกฎมือขวาของสกรู $(I\times\vec{B})$

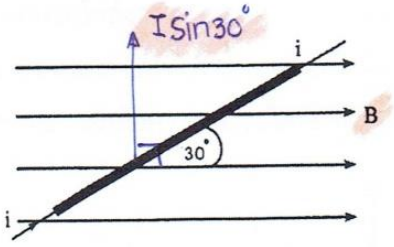
สมมาตร
ไม่สมมาตร

Note แรงลัพธ์ที่กระทำต่อ **โครงลวด วงปิด** มีค่าเท่ากับ **ศูนย์**



15. ลวดเส้นหนึ่งยาว 5.0 เซนติเมตร มีกระแสไหลผ่าน 4 แอมแปร์ วางอยู่ในสนามแม่เหล็กขนาดสม่ำเสมอ 10^{-3} เทสลา โดยลวดเอียงทำมุม 30° กับสนามแม่เหล็ก ดังรูป จงหาขนาดของแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดเส้นนี้

1. 0.8×10^{-4} นิวตัน
2. 1.0×10^{-4} นิวตัน
3. 1.7×10^{-4} นิวตัน
4. 2.0×10^{-4} นิวตัน



$I \perp \vec{B}$

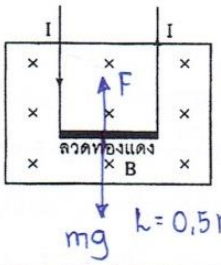
$F = BIL\sin 30°$

$= 10^{-3}(4)(0.05)\frac{1}{2}$

$= 1 \times 10^{-4}$ N #

16. ลวดทองแดงยาว 0.5 เมตร มวล 0.02 กิโลกรัม แขวนอยู่ในแนวระดับด้วยลวดตัวนำเบาในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กขนาด 3.6 เทสลา ทิศตั้งฉากกับลวดดังรูป ขนาดของกระแสไฟฟ้าที่ทำให้เกิดแรงยกบนลวดเท่ากับน้ำหนักของลวดเองเป็นเท่าใด

1. 0.11 *A*
2. 0.18 *A*
3. 0.22 *A*
4. 0.33 *A*



$B = 3.6$ T

$L = 0.5$ m, $m = 0.02$ kg

$I \times \vec{B}$ $\quad F = mg$ (สมดุล)

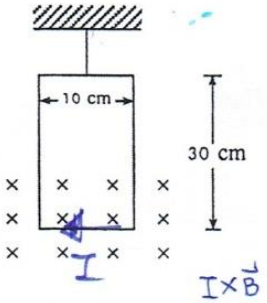
$BIL = mg$

$I = \frac{0.02(10)}{3.6(0.5)}$

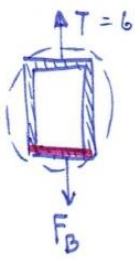
$I = 0.11$ A

17. ขดลวดสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 10 เซนติเมตร × 30 เซนติเมตร แขวนยึดกับเพดานด้วยเชือก ปลายล่างของขดลวดอยู่ในสนามแม่เหล็กที่มีความเข้ม 0.2 เทสลา ทิศทางดังรูป จะต้องมีกระแสไหลในขดลวดเท่าใดจึงจะทำให้ความตึงในเส้นเชือกที่แขนขดลวดไว้มีขนาด 6×10^{-2} นิวตัน ในที่นี้ไม่คิดมวลของลวด

1. 3 *A* ตามเข็มนาฬิกา
2. 3 *A* ทวนเข็มนาฬิกา
3. 1 *A* ตามเข็มนาฬิกา
4. 1 *A* ทวนเข็มนาฬิกา



$I \times \vec{B}$

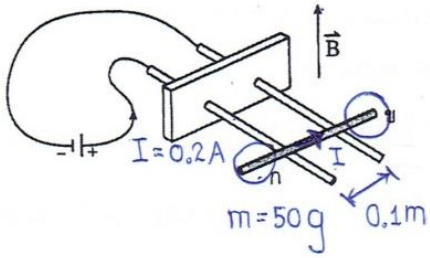


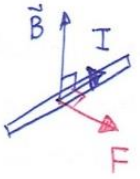
$BIL = T$

$0.2(I)0.1 = 6 \times 10^{-2}$

$I = 3$ A #

18. ลวดทองแดง กข มวล 50 กรัม วางอยู่ในแนวระดับบนลวดทองแดง 2 เส้น ที่ยึดติดกับแท่งไม้และห่างกันเป็นระยะทาง 0.1 เมตร ถ้ามีกระแสขนาด 0.2 แอมแปร์ในวงจรไฟฟ้าและต้องการให้ลวด กข เคลื่อนที่ด้วยขนาดความเร่ง 0.04 เมตร/วินาที^{2} จะต้องใช้สนามแม่เหล็ก B ที่ผ่านลวด กข ในแนวตั้งขึ้นขนาดเท่าใด





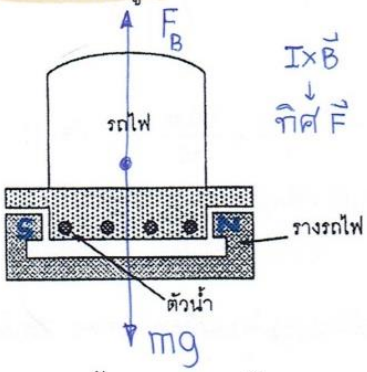
$\Sigma F = ma$

$BIL = ma$

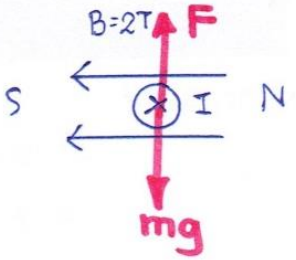
$B(0.2)(0.1) = \frac{50}{1000}(0.04)$

$B = 0.1\ T$ #

19. ปัจจุบันรถไฟความเร็ว *(high speed train)* จะไม่มีล้อ แต่จะอาศัยแรงยกจากสนามแม่เหล็กให้รถไฟลอยตัวอยู่เหนือราง จากรูปเป็นภาคตัดขวางของรถไฟดังกล่าว โดยสมมติว่ารางรถไฟเป็นแม่เหล็กถาวรซึ่งมีค่าความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็กอย่างสม่ำเสมอ 2 เทสลา ถ้ารถไฟคันนี้มีน้ำหนัก 200 kN และยาว 100 m ที่ฐานรถไฟมีตัวนำไฟฟ้า 4 ตัวติดอยู่ และมีความยาวเท่ากับความยาวรถไฟ จงหาขนาดและทิศทางของกระแสในแต่ละตัวนำที่พอดีทำให้รถไฟลอยตัวอยู่ได้



$I \times \vec{B}$ ทิศ $\vec{F}$



$\uparrow = \downarrow$

$4BIL = mg$

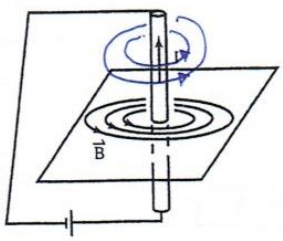
$4(2)I(100) = 200 \times 10^3$

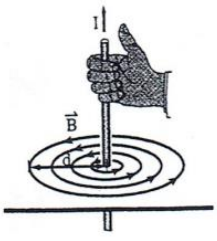
$I = 250\ A$

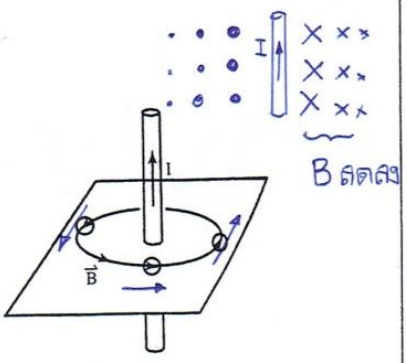
1. กระแส 1,000 A ไหลออกจากหน้ากระดาษ
2. กระแส 750 A ไหลเข้าไปในหน้ากระดาษ
3. กระแส 250 A ไหลออกจากหน้ากระดาษ
4. กระแส 250 A ไหลเข้าไปในหน้ากระดาษ

สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเส้นลวด (ค้นพบโดย *Hans Christian Oersted*)

❶ สนามแม่เหล็กของเส้นลวดตรง







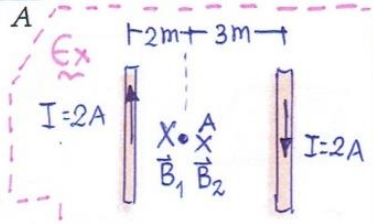
หลัก 1) ค่า $B = \frac{kI}{d}$ เมื่อ $k = \frac{\mu_o}{2\pi} = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2\pi} = 2\times10^{-7}\ \frac{Tm}{A}$

2) ทิศทางของ $\vec{B}$ จะอยู่ในแนวเส้นสัมผัสเส้นรอบวง

→ นิ้วโป้ง : แทนทิศของกระแสไฟฟ้า (I)

→ นิ้วทั้ง 4 กำรอบ : แทนทิศของสนามแม่เหล็ก ($\vec{B}$)

Ex

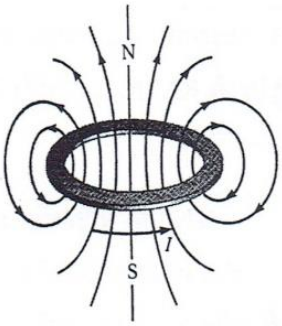


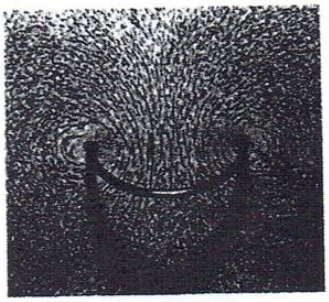
$B_T = B_1 + B_2$

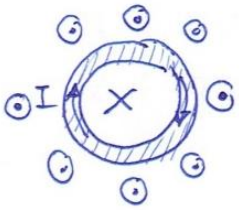
$= k\frac{(2)}{2} + \frac{k(2)}{3} = \frac{5}{3}k$

$= \frac{5}{3}\times 2\times10^{-7} = 3.33\times10^{-7}\ T$ #

❷ สนามแม่เหล็กจากขดลวดวงกลม





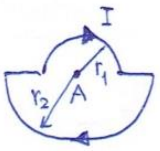


หลัก 1) ค่า $B = \frac{\mu_o NI}{2r} = \frac{k\pi NI}{r} = 2\pi\times10^{-7}\frac{NI}{r}$ (N = จำนวนรอบของขดลวด)

2) ทิศทางของสนามแม่เหล็ก ใช้เหมือนข้อ ❶

Ex

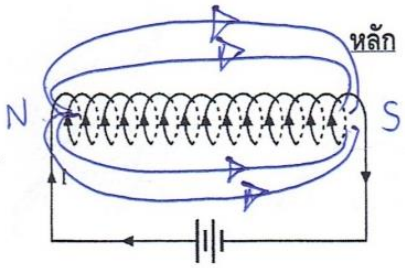
$B = \frac{\mu_o I}{2r}$ (1 รอบ) (สนามแม่เหล็กจากขดลวดสามารถหาได้ทำนองเดียวกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้า)



$B_A = \frac{1}{2}\frac{\mu_o I}{2r_1} + \frac{1}{2}\frac{\mu_o I}{2r_2}$

$= \frac{1}{4}\mu_o I\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right)$ #

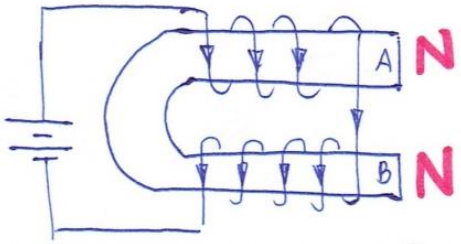
❸ สนามแม่เหล็กของขดลวดโซลลีนอยด์ *(Solenoid)*



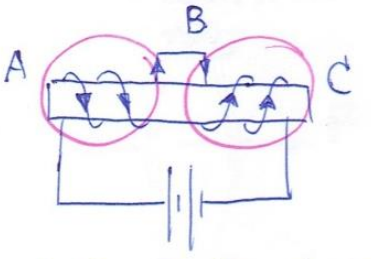
หลัก ทิศทางของสนามแม่เหล็กสามารถหาได้ ใช้กฎของ *Fla ming*

- นิ้วทั้ง 4 (2 มือ) : กำรอบตามกระแส
- โป้งขวา : แทนขั้ว N
- โป้งซ้าย : แทนขั้ว S หาทิศ $\vec{B}$ ต่อไป

Note หลักในหัวข้อ ❸ นี้นำไปประยุกต์สร้างแม่เหล็กหลายขั้วได้



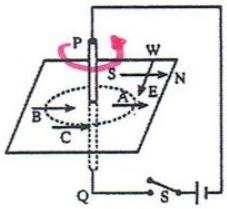
Ex

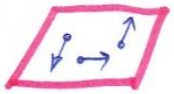


A-S B-N C-S

20. A B และ C เป็นเข็มทิศเบาวางอยู่บนกระดาษราบ เส้นลวดตัวนำ PQ ตั้งฉากกับกระดาษและต่อกับสวิตช์ S อนุกรมกับเซลล์ไฟฟ้า ดังรูป เมื่อสับสวิตช์ S คำกล่าวต่อไปนี้มีข้อใดถูกต้อง

ก. ปลายเหนือของ A จะเบนไปทางทิศตะวันตก ✓
ข. ปลายเหนือของ B จะเบนไปทางทิศตะวันออก ✓
ค. ปลายเหนือของ C ยังคงชี้ไปทางทิศเหนือดังเดิม ✓

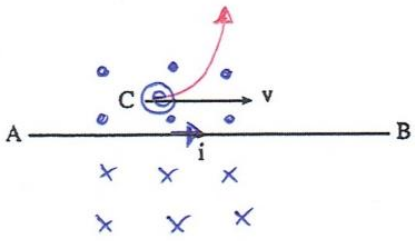




1. (ก) และ (ข)
2. (ก) และ (ค)
3. (ข) และ (ค)
4. คำตอบอย่างอื่น

21. AB เป็นส่วนของลวดตรงยาวมีกระแส i จาก A ไป B และมีอิเล็กตรอนประจุ $-e$ กำลังวิ่งผ่านจุด C ด้วยความเร็ว v ซึ่งมีทิศขนานกับ AB ดังรูป ขณะนั้นอิเล็กตรอนมีความเร่งตามข้อใด

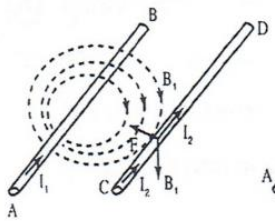
S1 i สร้าง $\vec{B}$
S2 $F = qvB$
$(\vec{v} \times \vec{B})$
LH ประจุ

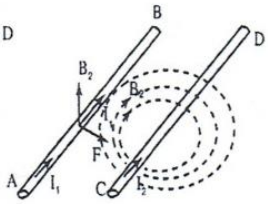


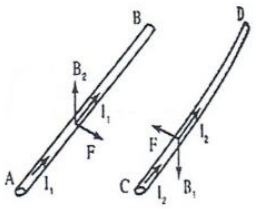
1. มีความเร่งในทิศเข้าหาเส้น AB
2. มีความเร่งในทิศออกจากเส้น AB
3. มีความเร่งในทิศขนานกับการเคลื่อนที่
4. ไม่มีความเร่ง

แรงระหว่างเส้นลวดที่วางขนานกันและมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

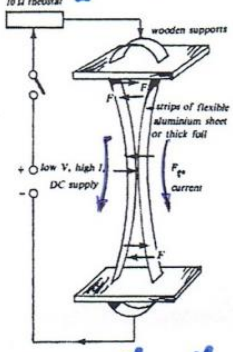
Case 1 กระแสไฟฟ้าไหลไปในทิศทางเดียวกัน → ดูดกัน



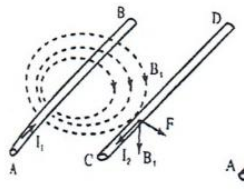


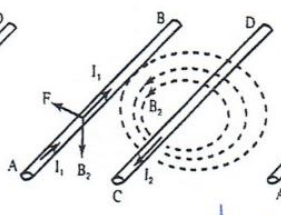


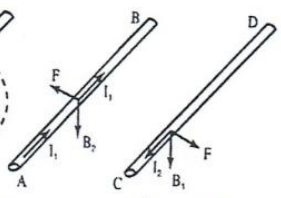
รักกัน ชอบกัน ดูดกัน

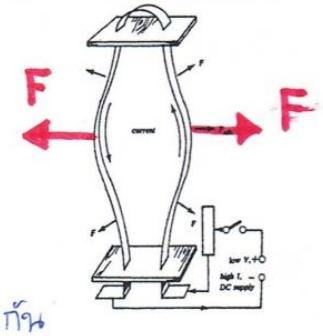


Case 2 กระแสไฟฟ้าไหลในทิศทางตรงกันข้ามกัน → ผลักกัน

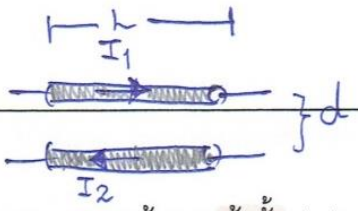








ไม่รักกัน เกลียดกัน ผลักกัน

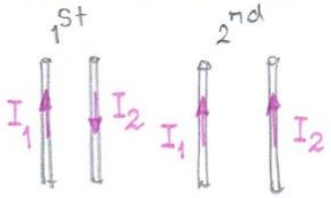


2×10^{-7}

$$F = k\frac{I_1 I_2 L}{d}$$

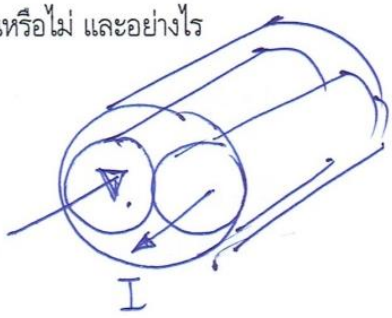
โดย L = ความยาวของเส้นลวดเส้นสั้น *(m)*

22. นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองเรื่องแรงระหว่างตัวนำสองเส้นที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและขนานกันครั้งที่ 1 เขาจ่ายให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดทั้งสองในทิศทางตรงข้ามกัน ครั้งที่ 2 เขาจ่ายให้กระแสไหลผ่านลวดทั้งสองมีทิศทางเดียวกัน ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้องเกี่ยวกับแรงระหว่างลวดทั้งสองสำหรับการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ตามลำดับ



1. แรงดูด และ แรงผลัก
2. แรงดูดทั้งสองกรณี
3. แรงผลักทั้งสองกรณี
4. แรงผลัก และ แรงดูด

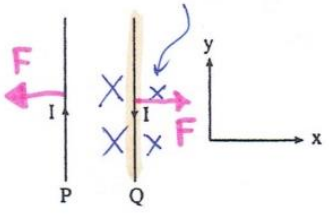
23. สายไฟที่เดินที่อาคารประกอบขึ้นด้วยลวดทองแดง 2 เส้น หุ้มฉนวนและมีเปลือกหุ้มให้ 2 เส้นรวมอยู่ด้วยกันอีกชั้นหนึ่ง เมื่อมีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ลวด 2 เส้นจะมีแรงกระทำต่อกันหรือไม่ และอย่างไร



1. ไม่มีแรงกระทำต่อกัน เพราะมีฉนวนหุ้ม แยกจากกันไม่ได้
2. มีแรงกระทำต่อกันโดยผลักและดูดสลับกันเพราะเป็นไฟกระแสสลับ
3. มีแรงกระทำต่อกันและเป็นแรงดูดเข้าหากัน
4. มีแรงกระทำต่อกันและเป็นแรงผลักซึ่งกันและกัน

24. P และ Q เป็นเส้นลวดยาววางขนานกัน ต่างมีกระแสไฟฟ้า I ไหลผ่านในทิศทางสวนกันทิศทางของสนามแม่เหล็กและแรงกระทำบนเส้นลวด Q เป็นดังข้อใด

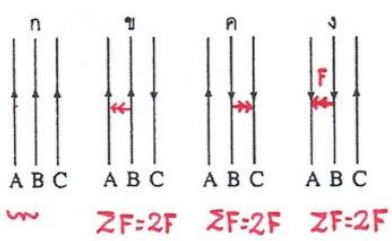
$\vec{B}$ มาจากลวด P



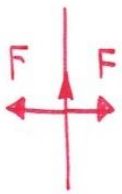
1. พุ่งเข้ากระดาษ และ $+x$
2. พุ่งเข้ากระดาษ และ $-x$
3. พุ่งออกจากกระดาษ และ $+x$
4. พุ่งออกจากกระดาษ และ $-x$

HW

25. A B และ C เป็นลวดตัวนำยาววางขนานกัน เมื่อกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านลวดแต่ละเส้นมีขนาดเท่ากันแต่มีทิศการไหลดังรูป แรงลัพธ์ที่กระทำต่อลวด B ที่รูปใดบ้างมีค่าเท่ากัน



ΣF=2F ΣF=2F ΣF=2F



ΣF=0

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

HW

แรงกระทำต่อขดลวดที่วางอยู่ในสนามแม่เหล็ก (หลักของมอเตอร์อย่างง่าย)

$F = BIL$
$(\vec{I} \times \vec{B})$

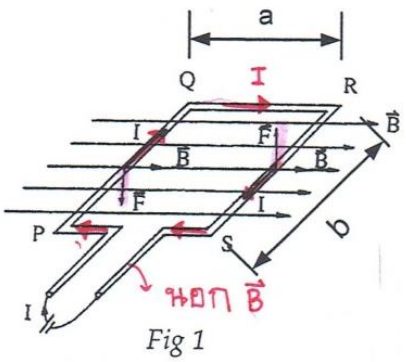


Fig 1

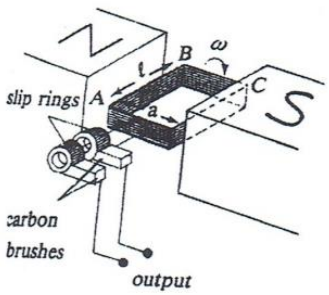


Fig 2

จากรูปเมื่อมีขดลวดวางในสนามแม่เหล็ก แล้วให้กระแสไฟฟ้าไหลในทิศทางดังรูป พบว่าจะเกิดแรงกระทำต่อขดลวดด้าน PQ และ RS ตามสมการ $F = BIL$ ทำให้เกิดแรงคู่ควบกระทำและส่งผลทำให้เกิดโมเมนต์คู่ควบ บิดขดลวดให้หมุน โดยสามารถคำนวณได้ ดังนี้

สำหรับขดลวด 1 รอบ : $M = Fa = (BIL)a = BI(La) = BIA$ เมื่อ $L = b$

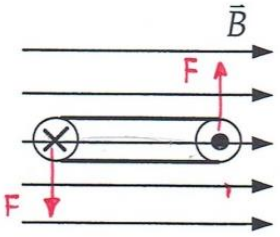
สำหรับขดลวด N รอบ : Nm

$$M = NIBA \quad (\text{ระนาบขนานกับ } \vec{B},\ A \parallel \vec{B})$$

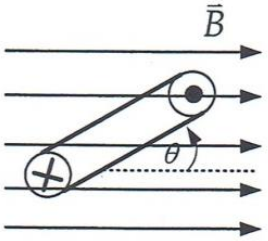
$$M = NIBA\cos\theta \quad (\text{ระนาบทำมุม } \theta \text{ กับ } \vec{B})$$

เมื่อ N = จำนวนรอบของขดลวด (รอบ) , A = ระนาบพื้นที่หน้าตัดของขดลวด (m^2)

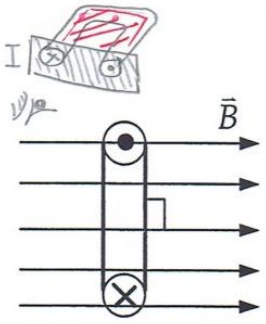
พิจารณาค่าโมเมนต์เมื่อระนาบขดลวดวางทำมุมแตกต่างกัน ดังต่อไปนี้



$M_{max} = NIBA$



$M = NIBA\cos\theta$ ↳ ωt

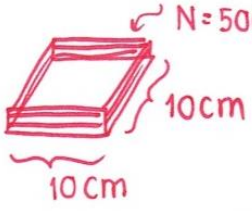


$M_{min} = 0$

มี commutator ช่วยสับทิศ

---

26. ขดลวดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีขนาดยาวด้านละ 10 เซนติเมตร จำนวน 500 รอบ มีกระแสไหล 1.0×10^{-2} แอมแปร์ เมื่อหมุนอยู่ในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ ปรากฏว่าโมเมนต์ของแรงคู่ควบที่กระทำต่อขดลวด มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.028 นิวตัน – เมตร สนามแม่เหล็กนี้มีค่ากี่เทสลา



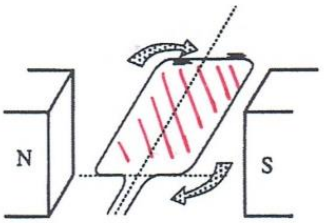
$M_{max} = NIBA$

$0.028 = 10^{-2}(500)\,B\,(0.1 \times 0.1)$

$B = 0.56\ T$ #

27. ขดลวดสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีจำนวนรอบหนึ่งรอบและมีพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร ขดหนึ่งถูกหมุนอยู่ในสนามแม่เหล็กมีค่า 10^{-4} เทสลา โดยแกนหมุนอยู่ในแนวตั้งฉากกับสนาม และมีความเร็วเชิงหมุน π เรเดียน/วินาที จงหาว่าเวลา $\frac{1}{6}$ วินาที หลังจากระนาบของขดลวดอยู่ในแนวขนานกับสนามแม่เหล็ก จะมีโมเมนต์ที่เกิดขึ้นจากแรงของสนามแม่เหล็กระหว่างขดลวดมีค่าเท่าใดถ้ามีกระแสไหลผ่าน 2 แอมแปร์

1. 1.0×10^{-6} นิวตัน – เมตร
2. 1.25×10^{-6} นิวตัน – เมตร
3. 1.5×10^{-6} นิวตัน – เมตร
4. 1.73×10^{-6} นิวตัน – เมตร
5. 2.0×10^{-6} นิวตัน – เมตร



$M = NIBA\cos\theta$ ($\theta = \omega t$)

$M = 1(2)10^{-4} \times 100 \times 10^{-4} \cos\frac{\pi}{6}$

$M = 1.73 \times 10^{-6}$ Nm

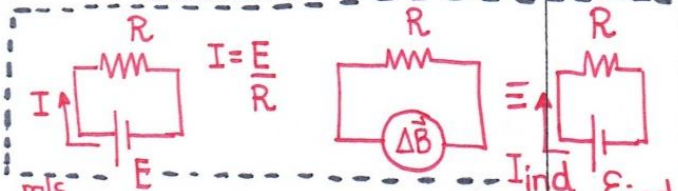
การเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์แม่เหล็ก (หรือการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็ก) ซึ่งมีผลทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ เป็นไปตามกฎของ ฟาราเดย์ กล่าวว่า

"เมื่อ มีการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กจะมีการเหนี่ยวนำทำให้เกิด แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ในขดลวดซึ่งมีผลทำให้เกิด กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ขึ้นตามมาในตัวนำที่วางอยู่ในบริเวณนั้นๆไม่ว่าบริเวณนั้นจะเป็น ฉนวน, ที่ว่าง หรือ ตัวนำ" สามารถวิเคราะห์เป็นแผนภาพง่ายๆ ดังนี้

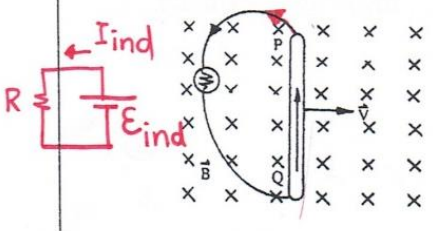
$\Delta\vec{\phi}$ *or* $\Delta\vec{B} \rightarrow \varepsilon_{induced} \rightarrow I_{induced}$ โดย $\varepsilon = -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$

เมื่อ ε = แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (V)

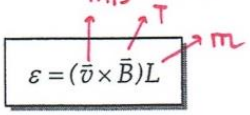


รูปแบบการวิเคราะห์การเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

1) การเคลื่อนที่ของเส้นลวด ตัดกับ สนามแม่เหล็ก



$V_P > V_Q$



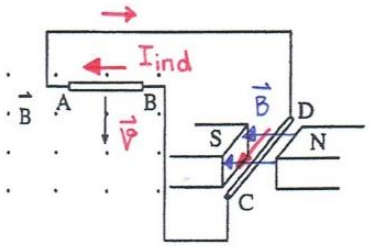
ขนาด : $\varepsilon = vBL$ เมื่อ $\vec{v} \perp \vec{B}$

ทิศของ $I_{induced}$: จากกฎมือขวาของสกรู ($\vec{v} \times \vec{B}$)

Note เส้นลวดที่วิ่งตัดกับสนามแม่เหล็กจะประพฤติตัวเป็นเซลไฟฟ้าตัวหนึ่ง

28. *AB* และ *CD* เป็นตัวนำไฟฟ้าที่เบา *AB* อยู่ในสนามแม่เหล็ก $\vec{B}$ และ *CD* อยู่ระหว่างแท่งเหล็ก 2 แท่ง ถ้าเคลื่อนแท่ง *AB* ในทิศตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก $\vec{B}$ ดังรูป *CD* จะเคลื่อนที่ไปทางใด

1. เคลื่อนเข้าหาขั้ว *N*
2. เคลื่อนเข้าหาขั้ว *S*
3. เคลื่อนที่ขึ้นในแนวดิ่ง
4. เคลื่อนที่ลงในแนวดิ่ง

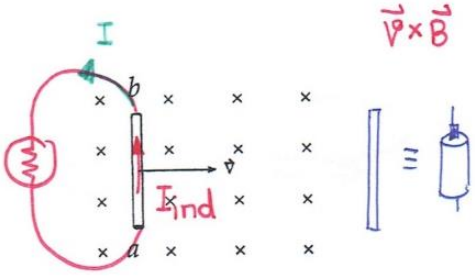


S1 ลวด AB สร้าง I_{ind} $(\vec{v}\times\vec{B})$

S2 ลวด CD เกิด $F_B = BIL$ $(I\times\vec{B})$

29. ลวดตัวนำเส้นหนึ่งเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอในทิศทางดังรูป ด้วยความเร็วคงที่ *v* ข้อความต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง

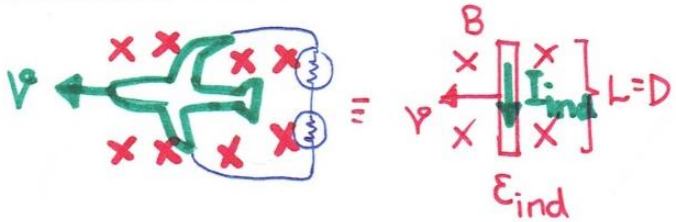
1. ศักย์ไฟฟ้า ที่ปลาย *a* และ *b* เท่ากัน
2. ศักย์ไฟฟ้า ที่ปลาย *a* สูงกว่าศักย์ไฟฟ้าที่ปลาย *b*
3. ศักย์ไฟฟ้า ที่ปลาย *b* สูงกว่าศักย์ไฟฟ้าที่ปลาย *a*
4. จะมีกระแสไหลจาก *a* ไปยัง *b*



30. เครื่องบินซึ่งกำลังบินในแนวระดับมุ่งหน้าทางทิศเหนือในสนามแม่เหล็กโลกจะถูกเหนี่ยวนำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าระหว่างปีกซ้ายกับขวามีค่าเท่าใดกำหนดให้สนามแม่เหล็กโลกในแนวดิ่งตรงตำแหน่งเครื่องบินมีค่า *B* เครื่องบินด้วยอัตราเร็ว *v* และระยะจากปลายปีกซ้ายไปถึงปลายปีกขวาเท่ากับ *D*

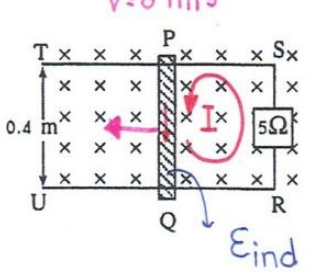
1. vBD
2. $\frac{vB}{D}$
3. $\frac{v^2B}{D}$
4. v^2BD

$\mathcal{E}_{ind}$



31. $\vec{B}$ เป็นสนามแม่เหล็ก มีทิศพุ่งตั้งฉากลงในกระดาษมีขนาด1.0 เทสลา *PQ* เป็นตัวนำวางอยู่บนรางโลหะ *TS* และ *UR* โดย *PQ* เคลื่อนที่ไปทางซ้ายด้วยความเร็ว 8 เมตร/วินาที ระหว่าง *S* และ *R* มีความต้านทานอยู่ 5 โอห์ม แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในตัวนำ *PQ* มีค่าเท่าใด ในหน่วยของโวลต์

1. 1.8
2. 3.2
3. 17.5
4. 40.0



B=1 T

$\mathcal{E}_{ind} = vBL$
$= 8(1)0.4$
$= 3.2$ Volt.

Note $I_{ind} = \frac{\mathcal{E}_{ind}}{R} = \frac{3.2}{5} = 0.64$ A #

2) การพุ่ง หรือ การดึง แท่งแม่เหล็ก ออกจากขดลวด

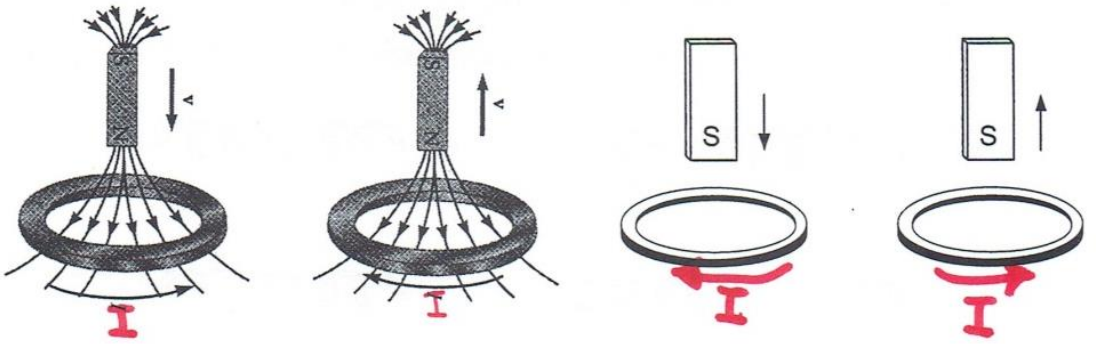
การหากระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำใช้หลักการพิจารณาง่ายๆ ดังนี้

หลักลัด (1) ถ้าพุ่งแท่งแม่เหล็กขั้ว เหนือ *(N)* เข้า – ออก : ใช้ ***โป้งขวา*** ต้าน – ดึง แล้วนิ้วทั้ง 4 จะแทนทิศของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

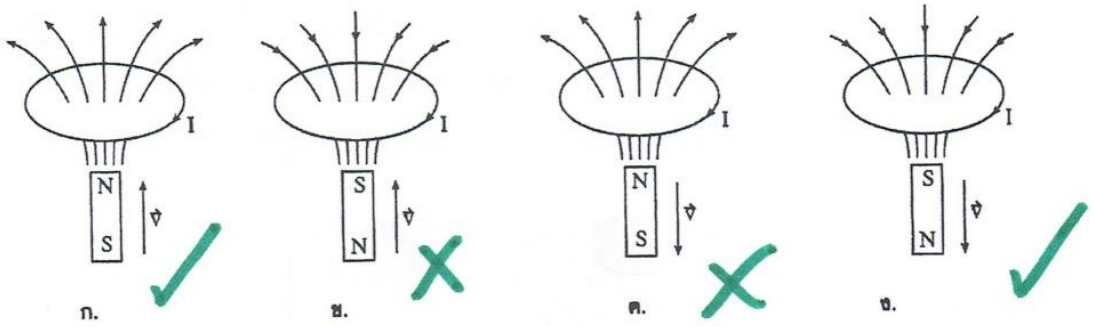
(2) ถ้าพุ่งแท่งแม่เหล็กขั้ว ใต้ *(S)* เข้า – ออก : ใช้ ***โป้งซ้าย*** ต้าน – ดึง แล้วนิ้วทั้ง 4 จะแทนทิศของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

โป้งขวาต้าน N โป้งซ้ายต้าน S

หา I_{ind} ใน coil



32. ถ้าเคลื่อนแท่งแม่เหล็กเข้าหาหรือออกจาระนาบของวงลวดด้วยความเร็ว $\vec{v}$ ดังรูป

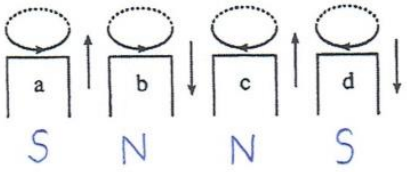


รูปที่แสดงทิศของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ I ที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องคือรูป

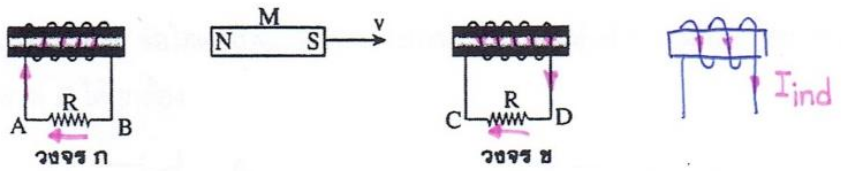
1. ก. และ ข.
2. ข. และ ค.
3. ค. และ ง.
4. ก. และ ง.

33. จากรูป การเคลื่อนที่ของขั้วแม่เหล็กเข้าหาหรือออกจากขดลวด แล้วทำให้เกิดกระแสเหนี่ยวนำไหลในวงจรดังรูป ขั้วแม่เหล็กที่ถูกต้องคือ

สมมติ N



34. ถ้าเลื่อนแท่งแม่เหล็ก M ไปทางขวามือดังรูปกระแสไฟฟ้าที่ผ่านความต้านทาน R ในวงจรทั้งสองเป็นตามข้อใด



1. ในวงจร ก) กระแสมีทิศจาก B ไป A และในวงจร ข) กระแสมีทิศจาก D ไป C
2. ในวงจร ก) กระแสมีทิศจาก A ไป B และในวงจร ข) กระแสมีทิศจาก D ไป C
3. ในวงจร ก) กระแสมีทิศจาก B ไป A และในวงจร ข) กระแสมีทิศจาก C ไป D
4. ในวงจร ก) กระแสมีทิศจาก A ไป B และในวงจร ข) กระแสมีทิศจาก C ไป D

35. ถ้า → และ → แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของแท่งแม่เหล็ก และทิศทางการไหลของกระแสเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในขดลวด N และ S แทนขั้วเหนือและใต้ของแท่งแม่เหล็ก รูปที่ตรงกับความเป็นจริง คือ

1.

2.

3.

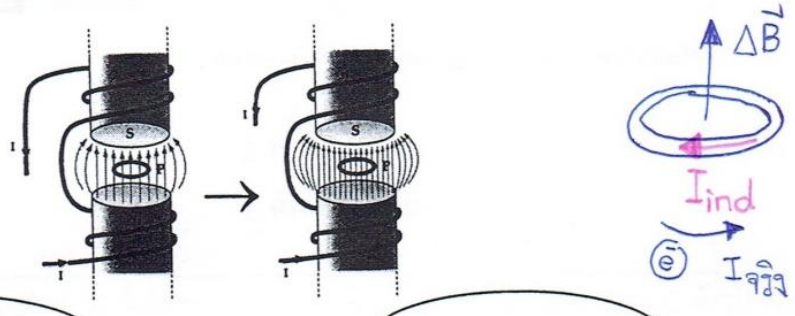
4.

3) การเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้า

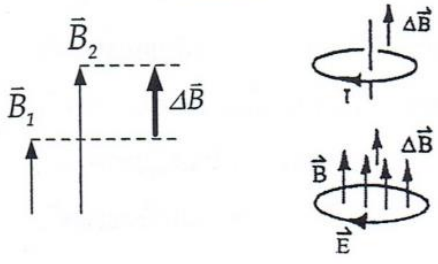
หลัก การหาทิศของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำกรณีนี้ให้พิจารณาดังต่อไปนี้

4.1) หาทิศของการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กก่อน ($\Delta\vec{B}$)

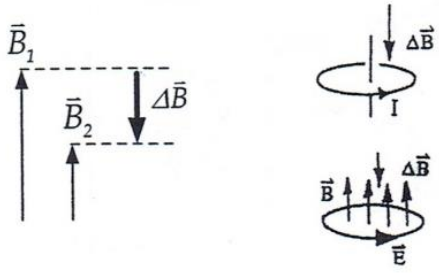
4.2) ใช้โป้งขวาสวนทิศ $\Delta\vec{B}$ แล้วนิ้วทั้ง 4 จะแทนทิศของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ



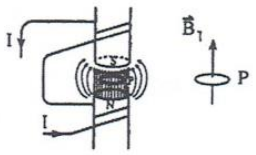
Case 1 $I_2 > I_1$

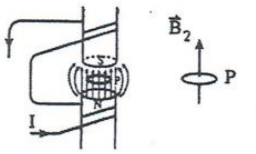


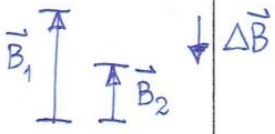
Case 2 $I_2 < I_1$



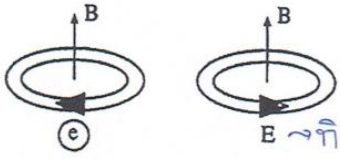
36. ลวดตัวนำ P วางอยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็กไฟฟ้า ถ้าสนามแม่เหล็กในบริเวณขดลวดมีค่าสม่ำเสมอ เท่ากับ $\vec{B}_1$ (รูป ก.) ต่อมาลดกระแสไฟฟ้า ทำให้สนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ มีค่าลดลงเป็น $\vec{B}_2$ (รูป ข.) นั่นคือ ฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวด P มีการเปลี่ยนแปลง ข้อใดต่อไปนี้แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน *(e)* ทิศทางของแรงเคลื่อนไฟฟ้า *(E)* ในขดลวด P ได้ถูกต้อง



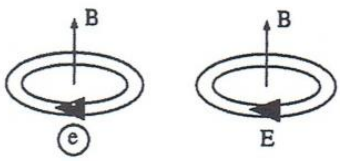




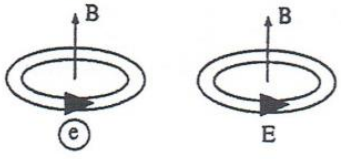
1.



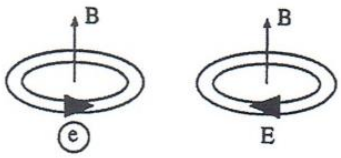
2.



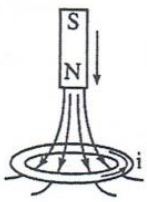
3.

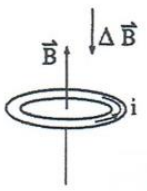


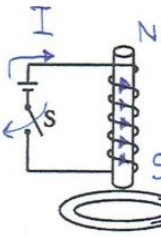
4.



37. กระแสเหนี่ยวนำในขดลวดเกิดขึ้นได้เมื่อสนามแม่เหล็กผ่านในขดลวดมีการเปลี่ยนแปลง รูปใดแสดงทิศของกระแสเหนี่ยวนำ I ได้ถูกต้อง







ก. เคลื่อนที่ขั้วเหนือของแม่เหล็กเข้าหาขดลวด

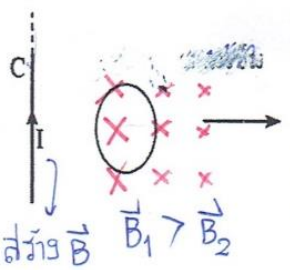
ข. สนามแม่เหล็กมีค่าลดลง

ค. ขณะสับสวิตช์ S

1. ก. ข. และ ค.
2. ก. และ ข.
3. ค. เท่านั้น
4. คำตอบเป็นอย่างอื่น

38. วงลวดตัวนำวางอยู่ใกล้กับลวดตัวนำ C ซึ่งมีกระแส I ผ่าน ถ้าดึงวงลวดให้เคลื่อนที่ออกจาก C ดังรูป ข้อความต่อไปนี้ใดถูกต้องที่สุด

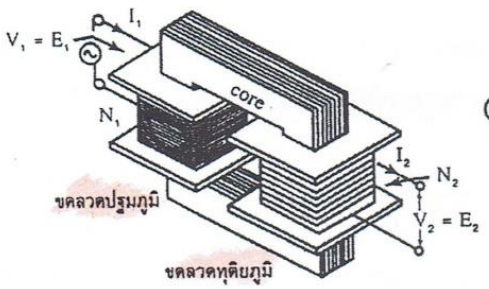
1. เกิดกระแสเหนี่ยวนำในวงลวดมีทิศทวนเข็มนาฬิกา
2. เกิดกระแสเหนี่ยวนำในวงลวดมีทิศตามเข็มนาฬิกา
3. ไม่เกิดกระแสเหนี่ยวนำในวงลวด
4. เกิดแรงผลักระหว่างวงลวดกัน C

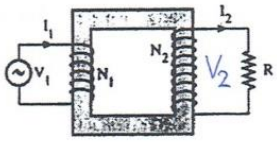


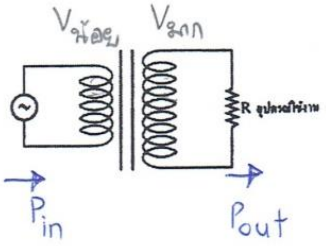
หม้อแปลงไฟฟ้า (*Transformer*)

หม้อแปลงไฟฟ้า ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้า *(Voltage)* โดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า ดังนั้นการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็ก ต้องต่อกับไฟฟ้ากระแสสลับ *(A.C.)* เท่านั้น และกระแสไฟฟ้าที่ได้จากหม้อแปลงก็จะเป็นไฟกระแสสลับด้วย

องค์ประกอบและสัญลักษณ์แทนหม้อแปลงไฟฟ้า







ชนิดของหม้อแปลง

1) หม้อแปลงขึ้น *(Step-up Transformer)* เป็นหม้อแปลงที่มี $N_2 > N_1$ มีผลทำให้ $V_2 > V_1$, $I_2 < I_1$

2) หม้อแปลงลง *(Step-down Transformer)* เป็นหม้อแปลงที่มี $N_2 < N_1$ มีผลทำให้ $V_2 < V_1$, $I_2 > I_1$

การคำนวณหม้อแปลง

Case 1 หม้อแปลงในอุดมคติไม่มีการสูญเสียพลังงาน *(Ideal)*

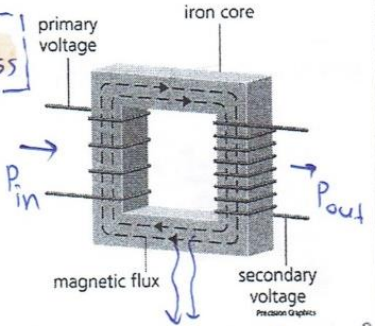
$P_{in} = P_{out}$

$I_1V_1 = I_2V_2$ จะได้ $\boxed{\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}}$

$N \propto V \propto \frac{1}{I}$

Case 2 หม้อแปลงสูญเสียพลังงาน *(Real)*

$P_{in} \neq P_{out} \rightarrow P_{in} = P_{out} + P_{loss}$



จะวัดคุณภาพของหม้อแปลงด้วยประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพ *(Efficiency)* : $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$

$P_{out} = I_1V_1$

เมื่อ $P = IV = I^2R = \frac{V^2}{R}$

P_{out}

$P_{loss} = I^2R = \frac{V^2}{R} = IV = \frac{W}{t}$

eddy current

39. หม้อแปลงมีแกนเหล็กเพื่อให้ฟลักซ์แม่เหล็กผ่านจากขดลวดปฐมภูมิไปยังขดลวดทุติยภูมิ

ก. แกนเหล็กมีสมบัติเป็นเหล็กอ่อน ✓

ข. แกนเหล็กมีสมบัติเป็นแม่เหล็กถาวร ✗

ค. หม้อแปลงที่มีประสิทธิภาพดี ต้องมีกระแสวนในแกนเหล็กมาก ✗

ง. หม้อแปลงที่มีประสิทธิภาพดี ต้องมีกระแสวนในแกนเหล็กน้อย ✓

ข้อความที่ถูกต้องคือ eddy current

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

V_1 N_1

40.. หม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งใช้ไฟฟ้า 110 โวลต์ มีขดลวดปฐมภูมิ 80 รอบ ถ้าต้องการให้หม้อแปลงนี้ สามารถจ่ายไฟฟ้าได้ 2,200 โวลต์ ขดลวดทุติยภูมิมีจำนวนรอบเท่าไร

V_2

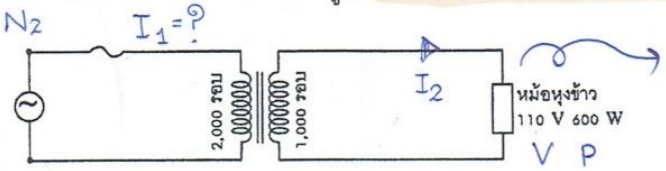
1. 8,000 รอบ
2. 1,600 รอบ
3. 2,400 รอบ
4. 3,400 รอบ

$\frac{N_2}{N_1} = \frac{V_2}{V_1}$

$\frac{N_2}{80} = \frac{2200}{110} \rightarrow N_2 = 1600$ รอบ #

N_1

41. หม้อแปลงอุดมคติตัวหนึ่ง มีจำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิเป็น 2,000 รอบ และจำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิเป็น 1,000 รอบ เมื่อนำมาใช้ในวงจรดังรูป ขนาดของฟิวส์ที่นำมาใช้จะต้องมีค่าน้อยที่สุดเท่าไร



$P = IV$

$I_2 = \frac{600}{110} = \frac{60}{11}$ A

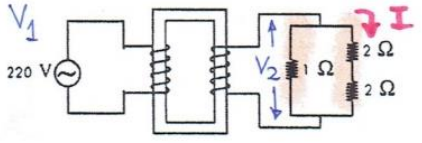
1. 2 A
2. 3 A
3. 5 A
4. 11 A

$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$

$I_1 = \frac{60}{11} \times \frac{1000}{2000} = \frac{30}{11} \approx 3$ A #

N_1 N_2

42. จำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิของหม้อแปลง ดังรูป มี 550 รอบ ขดลวดทุติยภูมิจำนวน 30 รอบ กระแสที่ผ่านตัวต้านทาน 2 โอห์ม มีค่ากี่แอมแปร์



$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$

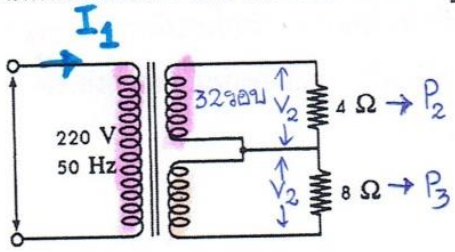
$\frac{V_2}{220} = \frac{30}{550}$

$V_2 = \frac{6}{5} = 1.2$ V

$\therefore I = \frac{V}{R} = \frac{1.2}{4}$

$= 0.3$ A #

43. หม้อแปลงมีขดลวดทางปฐมภูมิ 440 รอบ และมีขดลวดทางทุติยภูมิ 2 ขด ขดละ 32 รอบต่ออนุกรมกัน ถ้าต่อความต้านทานขนาด 4 Ω และ 8 Ω เข้าไปดังรูป กระแสในขดทางปฐมภูมิจะมีค่า เท่าใด



$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$

$\frac{V_2}{220} = \frac{32}{440}$

$V_2 = 16$ V

$P_{in} = P_{out}$

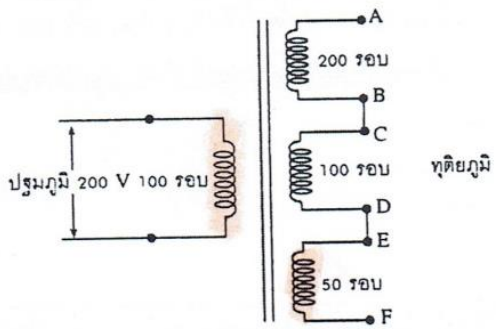
$P_{in} = P_2 + P_3$

$I_1(220) = \frac{16^2}{4} + \frac{16^2}{8}$

$I_1 = \frac{48}{110}$ A

1. $\frac{16}{110}A$
2. $\frac{32}{110}A$
3. $\frac{48}{110}A$
4. $\frac{64}{110}A$

44. จงหาค่าความต่างศักย์ระหว่างขั้ว *E-F* ของหม้อแปลงไฟฟ้าที่แสดงดังรูป



1. 50 *V*
2. 100 *V*
3. 150 *V*
4. 200 *V*

$\frac{V_{EF}}{V} = \frac{N_{EF}}{N}$

$\frac{V_{EF}}{200} = \frac{50}{100}$

$V_{EF} = 100$ V #

45. หม้อแปลงไฟลงจาก 20,000 โวลต์ เป็น 220 โวลต์ เกิดกำลังในขดลวดทุติยภูมิ 5.4 กิโลวัตต์ หม้อแปลงมีประสิทธิภาพร้อยละ 90 กระแสไฟฟ้าที่ผ่านขดลวดปฐมภูมิมีค่าเท่าใด

$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$

$\frac{90}{100} = \frac{(5.4 \times 10^3)}{I_1(20000)}$

$I_1 = 0.3$ A #

46. หม้อแปลงชนิดหนึ่ง ใช้กับความต่างศักย์ 220 โวลต์ เมื่อนำหม้อแปลงนี้ไปใช้กับเตารีด 110 โวลต์ 750 วัตต์ เป็นเวลา 1 นาที พบว่าเกิดความร้อนขึ้นในแกนเหล็ก 7.8 กิโลจูล ในขณะที่เตารีดมีกำลังไฟฟ้าคงเดิมขดลวดปฐมภูมิจะต้องใช้กระแสไฟฟ้าอย่างน้อยที่สุดกี่แอมแปร์

$V_1 = 220$ V $V_2 = 110$ V

$W = 7.8$ kJ $t = 1$ min

$P_{in} = P_{out} + P_{loss}$ → Heat ; $P = \frac{W}{t}$

$I_1(220) = 750 + \frac{(7.8 \times 10^3)}{60}$

$I_1 = 4$ A #

1. 3.4
2. 4.0
3. 4.8
4. 8.0

การส่งกระแสไฟฟ้ามาตามสายไฟ

การคำนวณพลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปขณะส่งกระแสไฟฟ้าไปตามสายไฟการส่งกระแสไฟฟ้าจากโรงงาน ต้องส่งด้วยความต่างศักย์สูงๆ เพื่อให้มีกระแสไฟฟ้าในสายไฟต่ำๆ จึงจะสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในรูปความร้อนน้อย

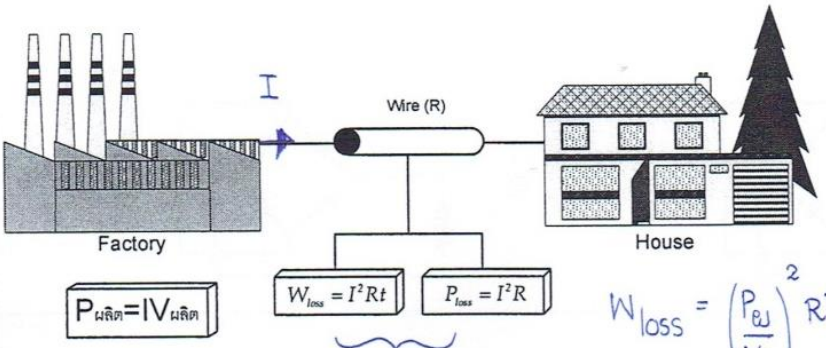


Fig 1

$W_{loss} = \left(\frac{P_ผ}{V_ผ}\right)^2 Rt$

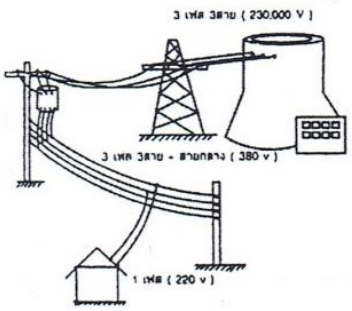


Fig 2

47. โรงไฟฟ้าขนาด 400 กิโลวัตต์ ส่งกำลังไฟฟ้าผ่านสายไฟที่มีความต้านทาน 0.25 โอห์ม ด้วยความต่างศักย์ 20000 โวลต์ จงหากำลังที่ต้องสูญเสียไปในรูปความร้อนในสายไฟ

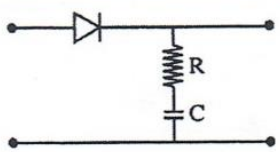
$$P_{loss} = I^2R = \left(\frac{P_ผ}{V_ผ}\right)^2 R = \left(\frac{400\times10^3}{20{,}000}\right)^2 0.25 = 100\ W$$

48. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องหนึ่งสามารถส่งกำลังไฟฟ้าได้ 345 กิโลวัตต์ ให้หาค่าพลังงานที่สูญเสียไปในรูปของความร้อนภายในสายไฟ ถ้าส่งกำลังไฟฟ้าผ่านสายไฟยาว 500 เมตร ความต้านทาน 0.25 โอห์ม เป็นเวลา 20 วินาที ด้วยความต่างศักย์ 69 กิโลโวลต์

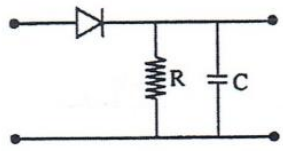
$$W_{loss} = I^2Rt = \left(\frac{P_ผ}{V_ผ}\right)^2 Rt = 125\ J\ \#$$

49.

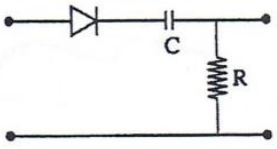
ก.



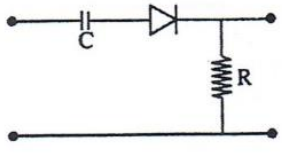
ข.



ค.



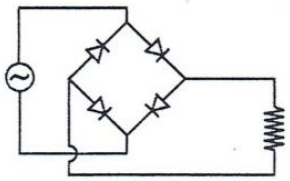
ง.

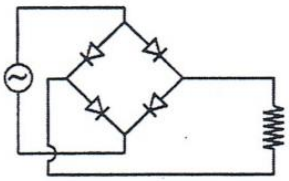


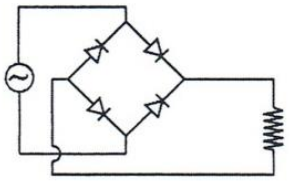
วงจรกรองกระแสที่ถูกต้องคือ วงจรตามรูป

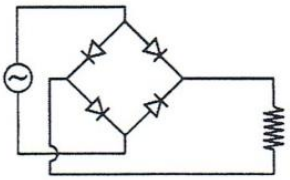
1. ก. 2. ข. 3. ค. 4. ง.

50. วงจรแบบบริดจ์ต่อไปนี้ เป็นวงจรที่เปลี่ยนกระแสสลับเป็นกระแสตรงประเภทเต็มคลื่น อยากทราบว่าวงจรรูปใดต่อไว้อย่างถูกต้อง

1. 

2. 

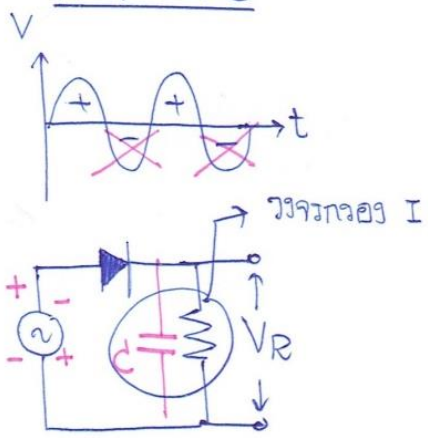
3. 

4. 

MEMO

Rectifier

Half wave



Full wave