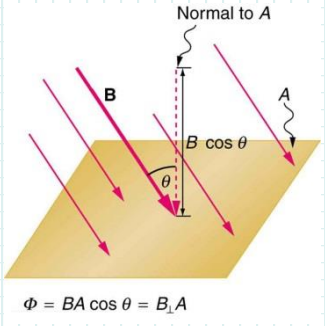
แรงจากประจุไฟฟ้าในสนามแม่เหล็ก

ฟลักซ์แม่เหล็ก (∅) ความเข้มสนามแม่เหล็ก (B)



∅ คือ ขนาดของฟลักซ์แม่เหล็ก (เวเบอร์)

A คือ พื้นที่รองรับฟลักซ์แม่เหล็ก (เมตร^2)

B คือ ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก หรือ ขนาดของสนามแม่เหล็ก(เวเบอร์/เมตร^2 , เทสลา, T)

θ คือ มุมระหว่างทิศของสนามแม่เหล็กกับระนาบพื้นที่รองรับฟลักซ์แม่เหล็ก

ทิศของสนามแม่เหล็ก

รูปทิศของสนามแม่เหล็ก

ทิศของสนามแม่เหล็ก “พุ่งเข้า” (พุ่งเข้ากระดาษ)	ทิศของสนามแม่เหล็ก “พุ่งออก” (พุ่งออกกระดาษ)
× ×	• •

แรงที่กระทำจาก อนุภาคไฟฟ้า (q) กับ สนามแม่เหล็ก (B)

แรงที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุ ซึ่งเคลื่อนที่ในบริเวณที่มี สนามแม่เหล็กอนุภาคมวล m มีประจุไฟฟ้า q เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v ในสนามแม่เหล็ก B(ทิศความเร็วไม่ขนานกับ สนามแม่เหล็ก) จะมีแรงเนื่องจากสนามแม่เหล็ก (แรงแม่เหล็ก) กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุ

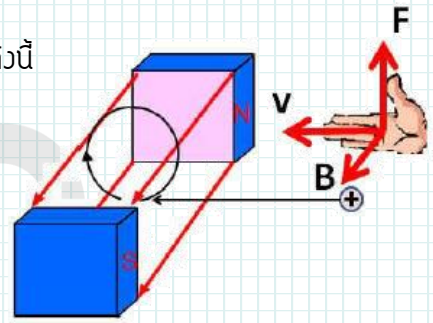
การหาทิศของ F สำหรับประจุไฟฟ้าบวก +

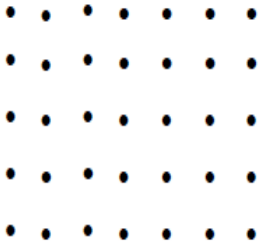
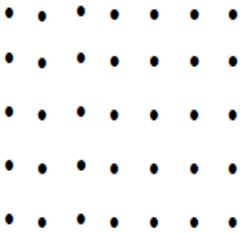
อนุภาคไฟฟ้าบวกนั้น เราสามารถหาทิศของแรงได้โดยใช้กฎมือขวาดังนี้

1. ชี้นิ้วทั้งสี่ไปตามแนวการเคลื่อนที่ของอนุภาค (v)
2. ให้สนามแม่เหล็ก (B) พุ่งเข้าหลังมือ
3. ทิศของแรงที่เกิด (F) ตามนิ้วโป้ง

++ หลักการหาทิศนี้เรียกว่า “กฎมือขวา”++

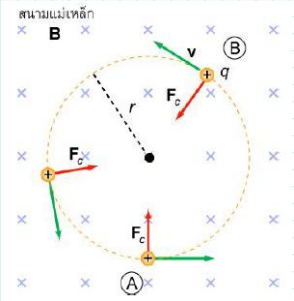
++ ถ้าเจอประจุไฟฟ้าลบ – ให้กลับทิศ หรือ ใช้มือซ้ายแทน ++



ประจุบวก		
ประจุลบ		

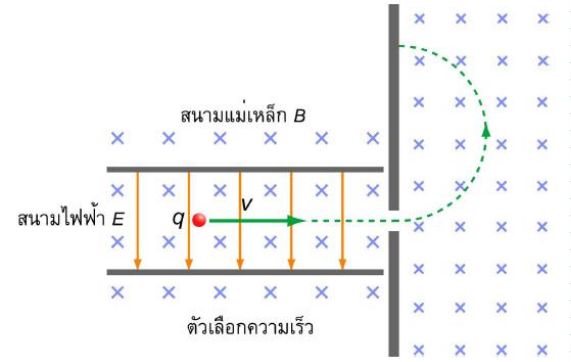
การเคลื่อนที่แบบวงกลมในสนามแม่เหล็ก

ประจุไฟฟ้าสามารถเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้ด้วยแรงแม่เหล็กซึ่งจะทำหน้าที่เป็นแรงสู่ศูนย์กลาง, F_c (centripetal force)



ในการเคลื่อนที่ของประจุแรงสู่ศูนย์กลางดังกล่าวจะถูกอนุรักษ์ด้วยแรงแม่เหล็กแม่เหล็ก (magnet) มีสองทิศ

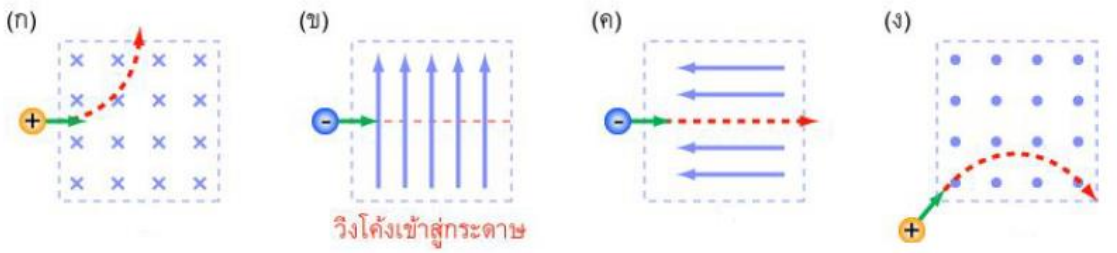
$$F_c = F_B$$
$$\frac{mv^2}{R} = qvBsin\theta$$



กรณี v และ B ตั้งฉาก (sin 90 = 1)

กรณี v และ B ทำมุมใดๆ

ตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบต่างๆ



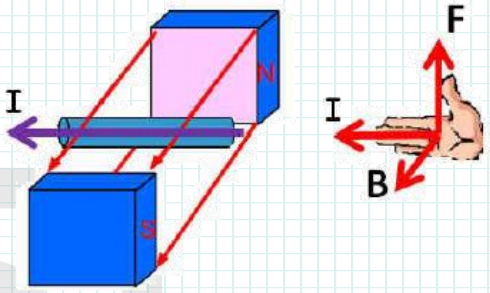
แรงที่กระทำจาก กระแสไฟฟ้า (I) กับ สนามแม่เหล็ก (B)

ในกรณีที่มีเส้นลวดตัวนำวางอยู่ในสนามแม่เหล็ก เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นลวดตัวนำนั้น จะเกิดแรงกระทำต่อเส้นลวดนั้น เราสามารถหาทิศของแรงที่กระทำนั้นได้จากกฎมือขวำดังนี้

การหาทิศของ F

เราสามารถหาทิศของแรงได้โดยใช้กฎมือขวาดังนี้

1. ชี้นิ้วทั้งสี่ไปตามแนวการกระแสไฟฟ้า (I)
2. ให้สนามแม่เหล็ก (B) พุ่งเข้าหลังมือ
3. ทิศของแรงที่เกิด (F) ตามนิ้วโป้ง



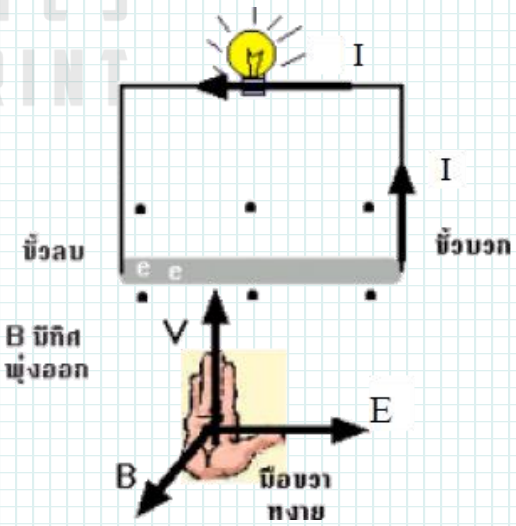
แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (E)

กรณีที่เราเคลื่อนเส้นลวดตัวนำตัดสนามแม่เหล็กด้วยความเร็ว v ดังรูป จะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ และกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำซึ่งหาทิศทางได้จากกฎมือขวา โดยแบมือขวาและกางนิ้วหัวแม่มือออก ให้นิ้วทั้ง 4 ชี้ไปตามทิศของความเร็ว v ของเส้นลวด แบหน้ามือไปตามทิศของสนามแม่เหล็ก หัวแม่มือจะชี้ไปตามทิศของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำทันที

การหาทิศของ I

เราสามารถหาทิศของแรงได้โดยใช้กฎมือขวาดังนี้

1. ชี้นิ้วทั้งสี่ไปตามแนวการเคลื่อนที่ (v)
2. ให้สนามแม่เหล็ก (B) พุ่งเข้าหลังมือ
3. ทิศของกระแสไฟฟ้า (I) ตามนิ้วโป้ง



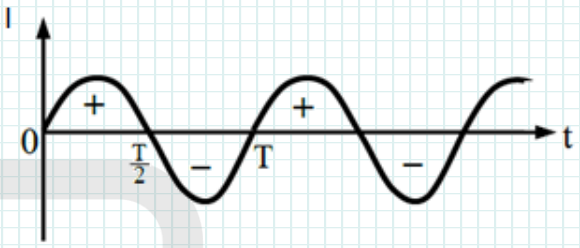
วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

พฤติกรรมของไฟฟ้ากระแสสลับ

ไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบหมุนขดลวดในสนามแม่เหล็กจะมีขนาดไม่คงที่และมีทิศสลับไปมาความสัมพันธ์ระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้ากับเวลาจะอยู่ในรูปคลื่น เมื่อเราต่อแรงเคลื่อนไฟฟ้าข้างต้นเข้ากับตัวต้านทาน จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทานและเกิดความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านทาน ซึ่งจะมีค่าแปรเปลี่ยนไปตามเวลาดังสมการต่อไปนี้

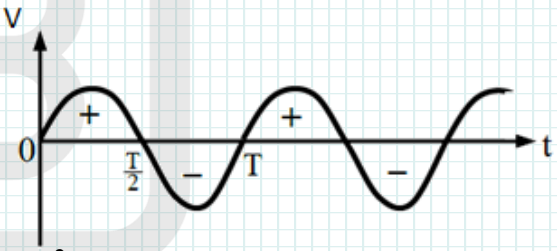
$$I(t) = I_m \sin\omega t$$

$$V(t) = V_m \sin\omega t$$



โดยที่

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



I(t) และ V(t) คือกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ ณ เวลา t ใดๆ

I_m และ V_m คือกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์สูงสุด

ค่ายังผล

เนื่องจากไฟฟ้ากระสลับมีค่าไม่คงที่ จึงต้องหาค่าตัวแทนของไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งจะใช้ค่าที่ได้จากการคำนวณ ที่เรียกว่า ค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย (root mean square , rms) ซึ่งหาได้จากสมการ

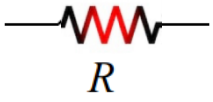
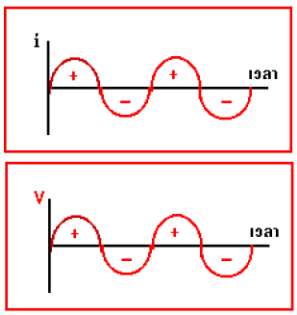
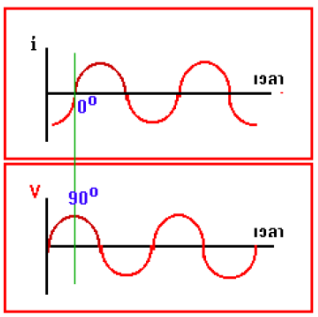
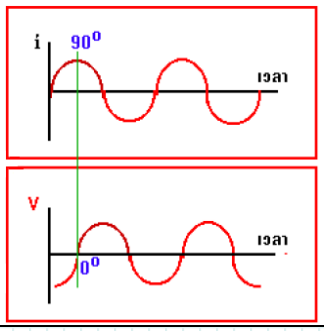
$$I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \quad \text{หรือ} \quad I_m = \sqrt{2}\,.\,I_{rms}$$

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \quad \text{หรือ} \quad V_m = \sqrt{2}\,.\,V_{rms}$$

แหล่งกำเนิดไฟฟ้า

แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (แบตเตอรี่)	แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

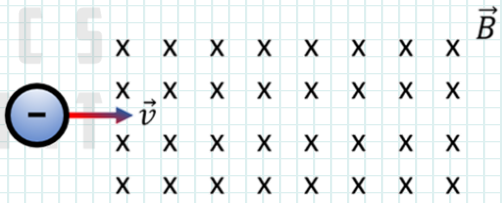
ตัวต้านทานในไฟฟ้ากระแสสลับ

ตัวต้านทาน R	ขดลวดเหนี่ยวนำ L	ตัวเก็บประจุ C
 R หน่วยพื้นฐาน : โอห์ม (Ω)	 L หน่วยพื้นฐาน : เฮนรี่ (H)	 C หน่วยพื้นฐาน : ฟารัด (F)
ความต้านทาน R	**ความต้านทานเชิงเหนี่ยวนำ X_L**	**ความต้านทางเชิงตัวเก็บประจุ X_C**
R หน่วย : โอห์ม (Ω)	$X_L = \omega L$ หน่วย : โอห์ม (Ω)	$X_C = \frac{1}{\omega C}$ หน่วย : โอห์ม (Ω)
ความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้า (V และ I ไปด้วยกัน)	**ความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้า (V นำ I อยู่ 90°)**	**ความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้า (V ตาม I อยู่ 90°)**
$I(t) = I_m \sin\omega t$ $V(t) = V_m \sin\omega t$ 	$I(t) = I_m \sin\omega t$ $V(t) = V_m \sin(\omega t + 90)$ 	$I(t) = I_m \sin\omega t$ $V(t) = V_m \sin(\omega t - 90)$ 

โจทย์ฝึกฝีมือ : แม่เหล็กและไฟฟ้า

1. อนุภาคมวล 0.5 กรัม มีประจุ 2.5×10^{-8} C เคลื่อนที่ด้วยความเร็วตามแนวระดับ 8×10^{6} เมตรต่อ วินาทีเข้าไปในสนามแม่เหล็กซึ่งมีทิศตั้งฉากกับความเร็ว ทำให้เกิดการเบี่ยงเบนมีรัศมีความโค้ง 0.2 เมตร จงหาขนาดของสนามแม่เหล็ก
   1. 5×10^{10} T
   2. 5×10^{11} T
   3. 8×10^{10} T
   4. 8×10^{11} T

2. ยิงอิเล็กตรอนด้วยความเร็ว 5.0×10^{7} เมตร/วินาที เข้าไปในทิศตั้งฉากกับ B จะมีแรงกระทำ ต่ออิเล็กตรอนด้วยขนาดเท่าไร ในหน่วยของนิวตัน
   1. 2.8×10^{-14} N
   2. 0.7×10^{-10} N
   3. 1.0×10^{2} N
   4. 1.8×10^{5} N



$\vec{B}$ เป็นสนามแม่เหล็กมีทิศพุ่งตั้งฉากลงไปในกระดาษมีขนาด 3.5×10^{-3} เทสลา

3. ลวดตัวนำชนิดหนึ่งหนัก 0.1 kg มีความยาว 10 cm วางตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ 4.0 T หากต้องการให้ลวดตัวนำเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 50 m/s^2 ต้องให้กระแสไฟฟ้ากับลวดตัวนำกี่ A (PAT3 ก.พ. 62)

4. โลหะชนิดหนึ่งมวล 200 g ยาว 40 cm เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 10 m/s^2 ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ 4.0 T จงหากระแสไฟฟ้าที่ให้กับโลหะชนิดนี้ (PAT3 ก.พ. 63)
   1. 0.50 A
   2. 0.65 A
   3. 1.00 A
   4. 1.20 A
   5. 1.25 A

5. ในระบบไฟฟ้ามีแรงดันสูงสุด 282.8 V ตกคร่อมตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำ ซึ่งต่อกันแบบขนาน โดยแอมมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำได้ 2.0 A, 2.5 A และ 4.0 A ตามลำดับจงหาความต้านที่ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำตามลำดับ (PAT3 ก.พ. 62)

1. 50.0 Ω, 40.0 Ω และ 25.0 Ω
2. 81.7 Ω, 65.3 Ω และ 40.8 Ω
3. 100.0 Ω, 80.0 Ω และ 50.0 Ω
4. 141.4 Ω, 113.1 Ω และ 70.7 Ω
5. 199.9 Ω, 160.0 Ω และ 100.0 Ω

6. ระบบไฟฟ้าหนึ่งมีแรงดันไฟฟ้าสูงสุด $210\sqrt{2}$ V ประกอบด้วยตัวต้านทานขนาด 5.0 Ω อิมพีแดนซ์ของตัวเก็บประจุขนาด 100 Ω และอิมพีแดนซ์ของขดลวดเหนี่ยวนำขนาด 25 Ω ต่อกันแบบขนาน ค่ากระแสไฟฟ้า (I_{rms}) ที่ผ่านตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และขดลวดเหนี่ยวนำมีค่าเป็นเท่าใดตามลำดับ (PAT3 ก.พ. 63)

1. 21.0 A, 1.0 A และ 4.2 A
2. 29.7 A, 1.5 A และ 5.9 A
3. 42.0 A, 2.1 A และ 8.4 A
4. 44.0 A, 2.2 A และ 8.8 A
5. 59.4 A, 3.0 A และ 11.9 A