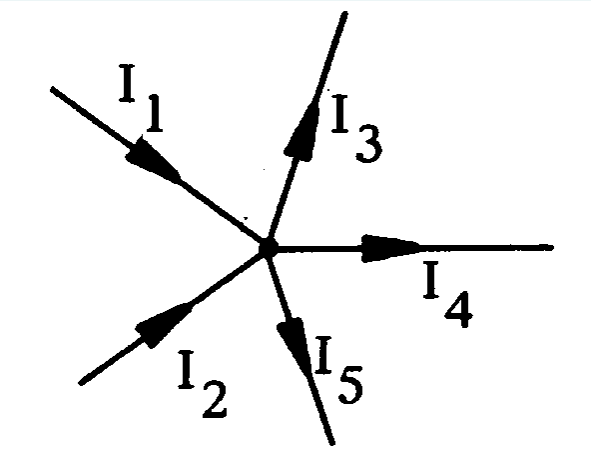
แม่เหล็กไฟฟ้า

กฎของเคอร์ชอฟฟ์มี 2 ข้อ ดังนี้

1. **กฎของจุด (Point Rule)** กล่าวว่า “ ที่จุดใดๆๆในวงจรไฟฟ้า ผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่เข้าสู่จุดนั้นทั้งหมดย่อมเท่ากับผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากจุดนั้นทั้งหมดเสมอ ”

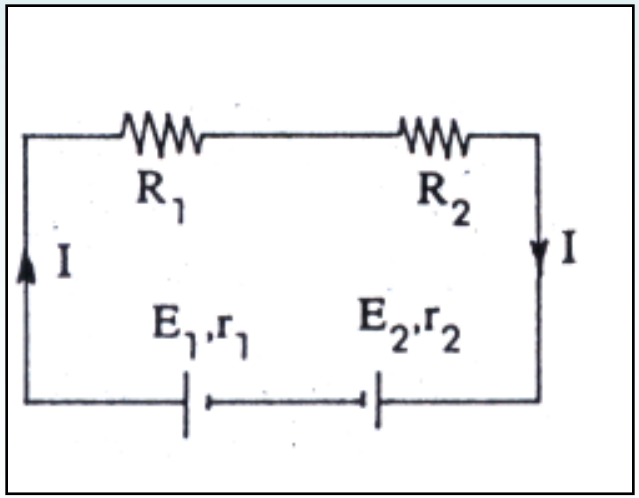
พิจารณาที่จุด O ผลรวมของกระแสไฟฟ้าเข้า = ผลรวมของกระแสไฟฟ้าออก

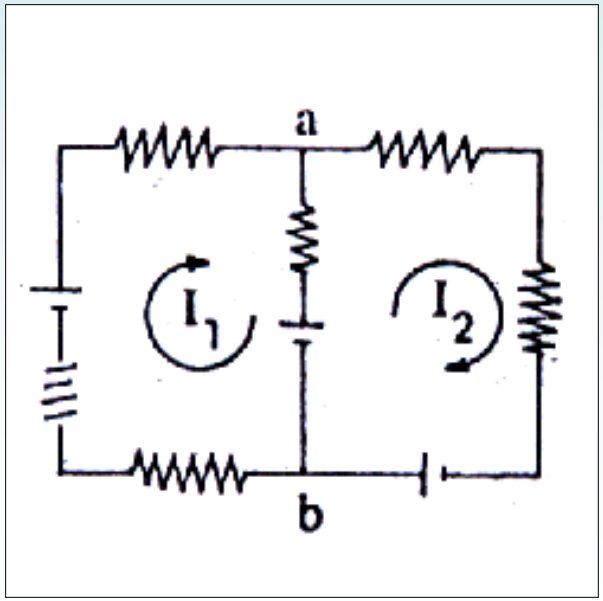


$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$$

2. กฎของวง (Loop Rule)

กล่าวว่า “ในวงจรไฟฟ้าที่ครบวงใดๆ (วงจรปิด) ผลรวมของแรงเคลื่อนไฟฟ้าตลอดวงจรนั้น ๆ จะมีค่าเท่ากับผลรวมของความต่างศักย์ของทุกๆส่วนในวงจรปิดนั้นๆ”





พลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า

เมื่อต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า (เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละเครื่องเปรียบเสมือนตัวต้านทานตัวหนึ่ง) เข้ากับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ประจุไฟฟ้า จะเคลื่อนที่ทำให้มีกระแสไฟฟ้าผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่น ตามชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้า

เช่น เมื่อต่อหลอดไฟกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะได้ พลังงานแสงสว่าง
ถ้าต่อเตารีดไฟฟ้า ก็จะได้พลังงานความร้อน
ถ้าต่อเครื่องซักผ้า (พัดลม , สว่านไฟฟ้า) ก็จะได้พลังงานกล เป็นต้น

P คือ กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปในตัวต้านทาน R

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P = \frac{F.S}{t} = \frac{qEs}{t} = IV$$

$$P = IV$$

หรือ

$$P = I^2 R$$

หรือ

$$P = \frac{V^2}{R}$$

การคิดค่าไฟฟ้า

เมื่อมีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า ต้องเสียค่าไฟฟ้า ให้กับการไฟฟ้า โดยคิดจากจำนวนพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้านั้นๆ ใช้ไป ซึ่งหาได้จาก

$$W = P \times t$$

เมื่อ P คือ กำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า

t คือ เวลาที่ใช้ไฟฟ้า

W คือ พลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้าใช้ไป

โดยปกติหน่วยของพลังงานไฟฟ้ามีหน่วยเป็น วัตต์.วินาที หรือ จูล
ถ้านำมาใช้กับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จะไม่เหมาะสม เพราะเป็นหน่วยเล็ก
ในทางปฏิบัติจึงคิดพลังงานไฟฟ้า เป็น กิโลวัตต์ชั่วโมง
หรือเรียกว่า หน่วย (unit)

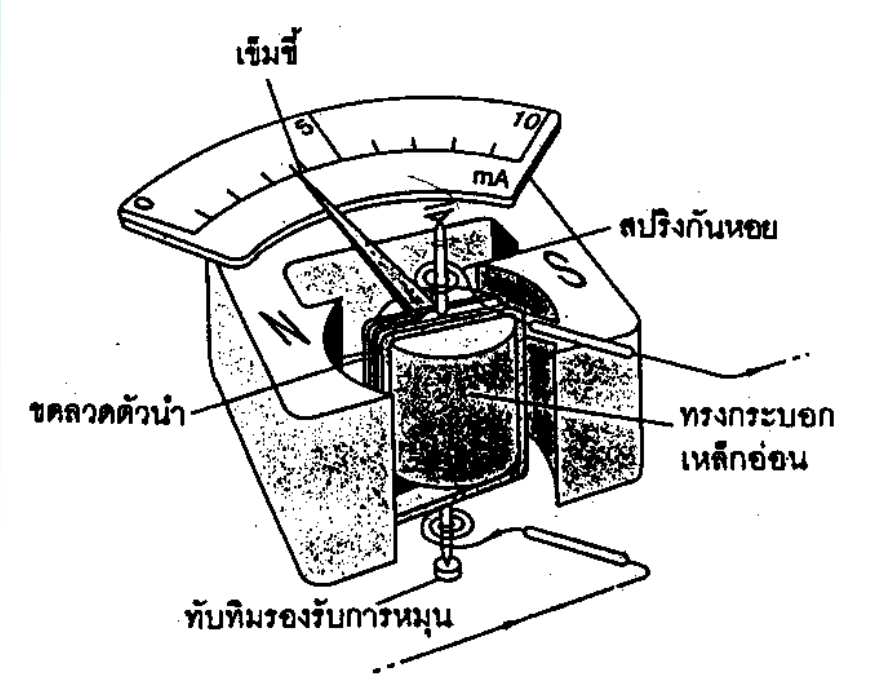
1 หน่วย (unit) = 1 กิโลวัตต์ชั่วโมง

การหาจำนวนหน่วยที่ใช้อาจหาได้จาก

สูตร จำนวน UNIT = $\frac{\text{จำนวน WATT} \times \text{ชั่วโมง}}{1000}$

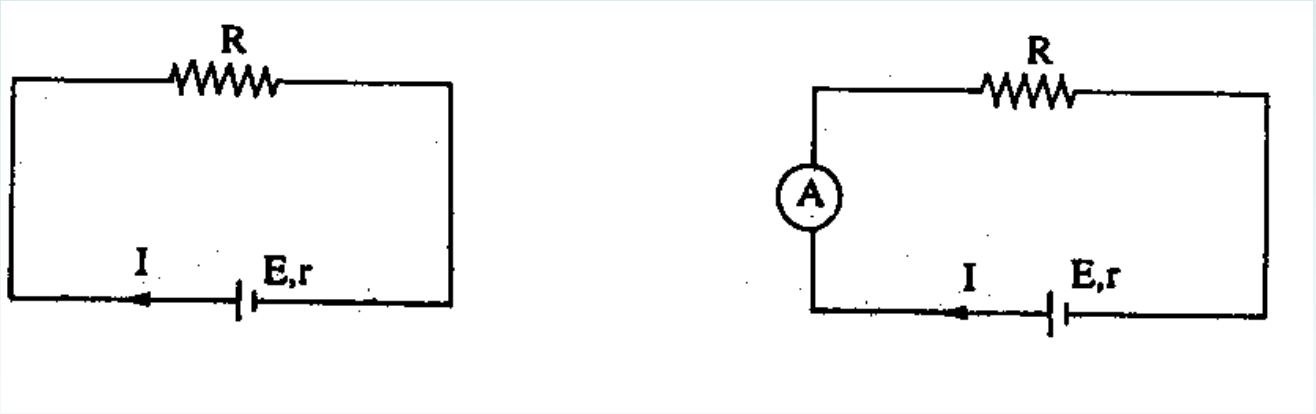
แอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ และโอห์มมิเตอร์

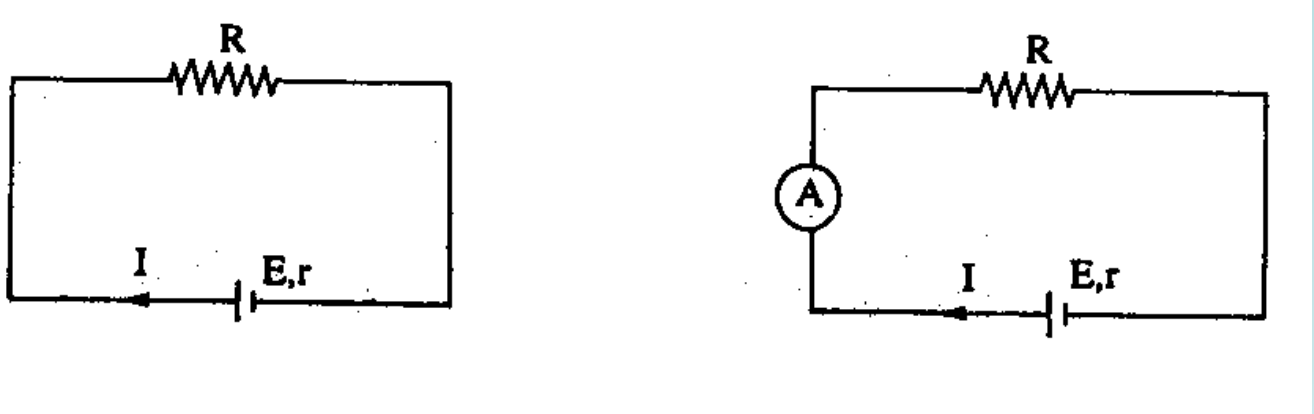
แอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ และโอห์มมิเตอร์ เป็นเครื่องวัดทางไฟฟ้า เพื่อใช้วัดปริมาณต่างๆ ทางไฟฟ้า เครื่องวัดดังกล่าวนี้สามารถสร้างขึ้นโดยดัดแปลงจาก แกลแวนอมิเตอร์ (Galvanometer) ชนิดขดลวดเคลื่อนที่ ซึ่งประกอบด้วยขดลวดวางระหว่างขั้วแม่เหล็ก ที่ขดลวดมีเข็มชี้ติดอยู่ดังรูป



หลักการสร้างแอมมิเตอร์

แอมมิเตอร์ (Amameter) ใช้สัญลักษณ์ A เป็นเครื่องวัด ปริมาณกระแสไฟฟ้า โดยการต่ออนุกรม กับวงจรที่ต้องการวัดค่ากระแสไฟฟ้า ดังรูป





จากวงจรดังรูป แอมมิตอร์ที่ดีต้องมีค่าความต้านทานน้อยมากๆ ถ้าความต้านทานของแอมมิเตอร์มีค่าน้อยมาก ผลทำให้ค่ากระแสที่วัดได้มีค่าน้อยกว่าปกติ เนื่องจากค่ากระแสไฟฟ้าหาจาก

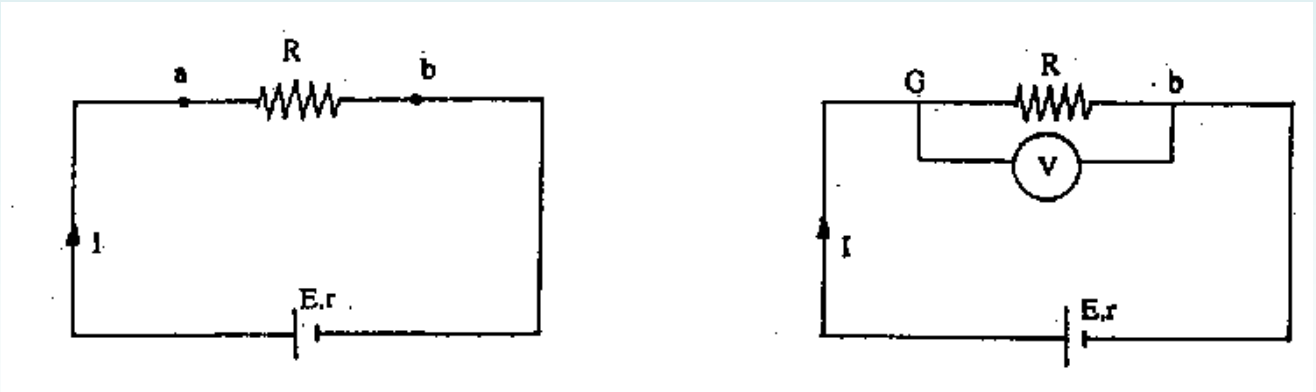
$$I = \frac{\sum E}{\sum (R + r)}$$

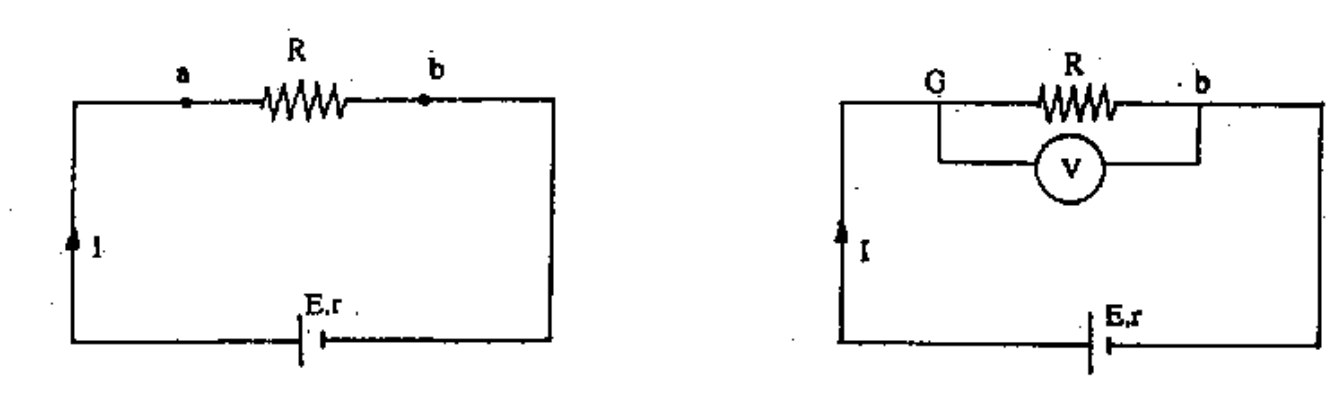
โดย $\sum (R + r)$ เป็นค่าความต้านทานรวมของแอมมิเตอร์ความต้านทานภายในเซลล์และความต้านทานภายนอกเซลล์

หลักการสร้างโวลต์มิเตอร์

โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter) ใช้สัญลักษณ์

เป็นเครื่องวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า ในวงจรไฟฟ้า โดยการต่อขนานกับวงจรที่ต้องการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า ดังรูป





จากวงจรดังรูป เมื่อต่อโวลต์มิเตอร์ระหว่างจุด a และ b ขนานกับความต้านทาน R เพื่อวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ปลายทั้งสองของ R กระแสไฟฟ้า (I) จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนหนึ่งผ่านความต้านทาน R และอีกส่วนหนึ่งผ่าน โวลต์มิเตอร์ ทำให้กระแสไฟฟ้าที่ผ่าน R ลดลง จากสูตรการหาความต่างศักย์ไฟฟ้า $V = IR$ ดังนั้น V_{ab} ที่อ่านได้จาก โวลต์มิเตอร์ มีค่าลดลง ถ้าต้องการให้ค่า โวลต์มิเตอร์ ที่ อ่านได้ใกล้เคียงความจริงมากที่สุดต้องทำให้กระแสไฟฟ้าที่ผ่าน โวลต์มิเตอร์ น้อยที่สุด ดังนั้น โวลต์มิเตอร์ที่ดีต้องมีความต้านทานมากๆ

หลักการสร้างโอห์มมิเตอร์

โอห์มิเตอร์ (Ohmmeter) คือ เครื่องมือที่ใช้วัดความต้านทาน

ส่วนประกอบที่สำคัญของโอห์มมิเตอร์

ข้อควรปฏิบัติ

ก่อนที่จะใช้โอห์มมิเตอร์วัดความต้านทานใดๆต้องนำปลาย X และ Y มาต่อกัน เพื่อตรวจสอบดูว่าเข็มชี้ (0) ศูนย์หรือไม่ ถ้าเข็มไม่ชี้ 0 ก็ต้องปรับค่า R_0 จนกระทั่งเข็มชี้ที่เลข 0 ก่อนนำไป วัดความต้านทานใดๆ

มัลติมิเตอร์ (Multimeter)

การสร้างแอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ และโอห์มมิเตอร์ไว้ในเครื่องเดียวกัน ซึ่งเรียกว่า มัลติมิเตอร์ ซึ่งมีส่วนประกอบ ดังรูป

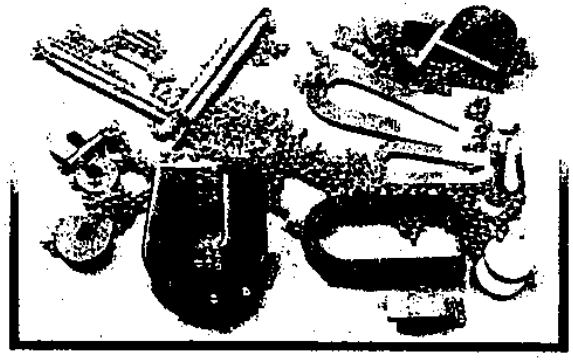
ในปัจจุบันมีการพัฒนามัลติมิเตอร์ ให้แสดงผลด้วยตัวเลขเพื่อความสะดวกและแม่นยำในการวัด ที่เรียกว่า ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ ดังรูป

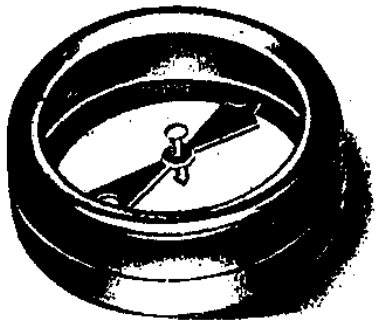
ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

แม่เหล็ก-ไฟฟ้า เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับสมบัติ และปรากฏการณ์ของแม่เหล็กธรรมชาติ และแม่เหล็กที่เกิดจากการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า อิทธิพลของสนามแม่เหล็กที่มีต่อประจุไฟฟ้า และความสัมพันธ์ระหว่างไฟฟ้าและแม่เหล็ก

แม่เหล็ก และสนามแม่เหล็ก

แม่เหล็ก (Magnet) โดยทั่วๆไปจะหมายถึง แม่เหล็กธรรมชาติ (ซึ่งมีส่วนผสมส่วนใหญ่ คือ Fe_3O_4) ซึ่งมีสมบัติสามารถดูดเหล็ก และนิลเกิลได้ แม่เหล็กนอกจากจะเป็นแม่เหล็กธรรมชาติแล้วอาจเป็นแม่เหล็กที่สร้างขึ้นเอง ซึ่งมีรูปร่างต่างๆกัน เรียกว่า แท่งแม่เหล็ก รูปร่างของแท่งเหล็กมีได้ต่างๆกัน เช่น เป็นแท่งสี่เหลี่ยม , แท่งทรงกระบอก , รูปเกือกม้า หรือเป็นแผ่นเล็กบางๆ ที่เรียกว่า เข็มทิศ (compass) ดังรูป



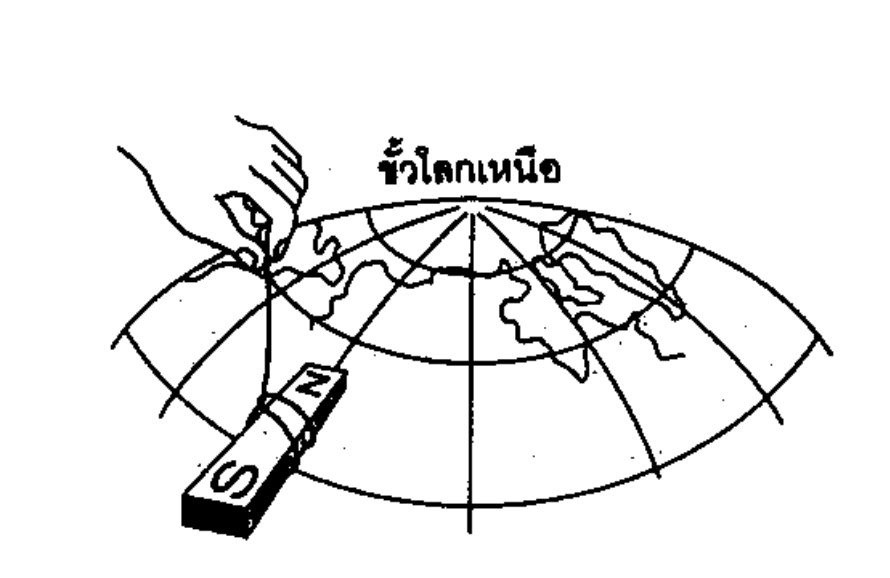


สมบัติของแท่งแม่เหล็ก

แท่งแม่เหล็กโดยทั่วๆไป จะมีสมบัติดังนี้

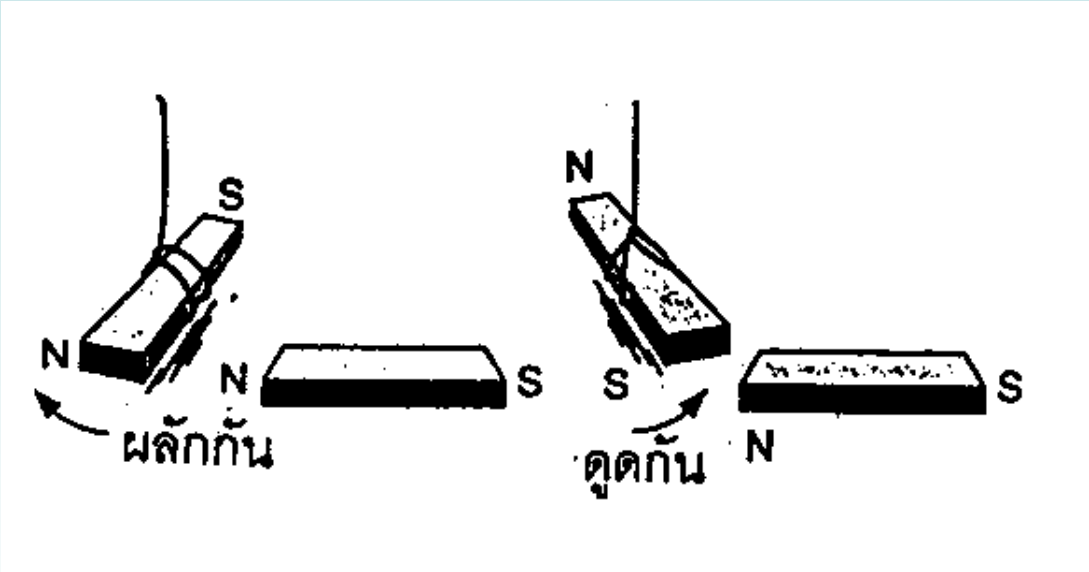
1. ขั้วแม่เหล็ก (magnetic pole) แท่งแม่เหล็กโดยทั่วๆไป เมื่อนำเอาไปดูดผงตะไบเหล็ก พบว่า ผงตะไบเหล็กจะถูกดูดติดส่วนต่างๆ ของแท่งเหล็กในปริมาณมากน้อยต่างกัน โดยบริเวณปลายๆ แท่งทั้งสองข้างของแท่งแม่เหล็กจะมีผงตะไบเหล็กติดมากที่สุด เราจึงทราบว่า อำนาจแม่เหล็กจะแรงมากที่บริเวณปลายทั้งสองของแท่งแม่เหล็กซึ่งบริเวณดังกล่าว เรียกว่า ขั้วแม่เหล็ก

2. ชนิดของขั้วแม่เหล็ก เมื่อนำแท่งแม่เหล็กมาแขวน ห้อยด้วยเส้นด้าย โดยให้แท่งแม่เหล็กวางตัวอยู่แนวราบ จะพบว่าแท่งแม่เหล็ก จะรักษาแนวแกนให้อยู่ในแนวทิศเหนือ – ใต้ ตลอดเวลา เราเรียกขั้วแม่เหล็กที่ชี้ไปทางทิศเหนือว่า ขั้วเหนือ (north pole “ N ”) และเรียกขั้วแม่เหล็กที่ชี้ไปทางทิศใต้ว่าขั้วใต้ (south pole “ S ”) ดังรูป



3. แรงกระทำระหว่างขั้วแม่เหล็ก มี 2 แบบ

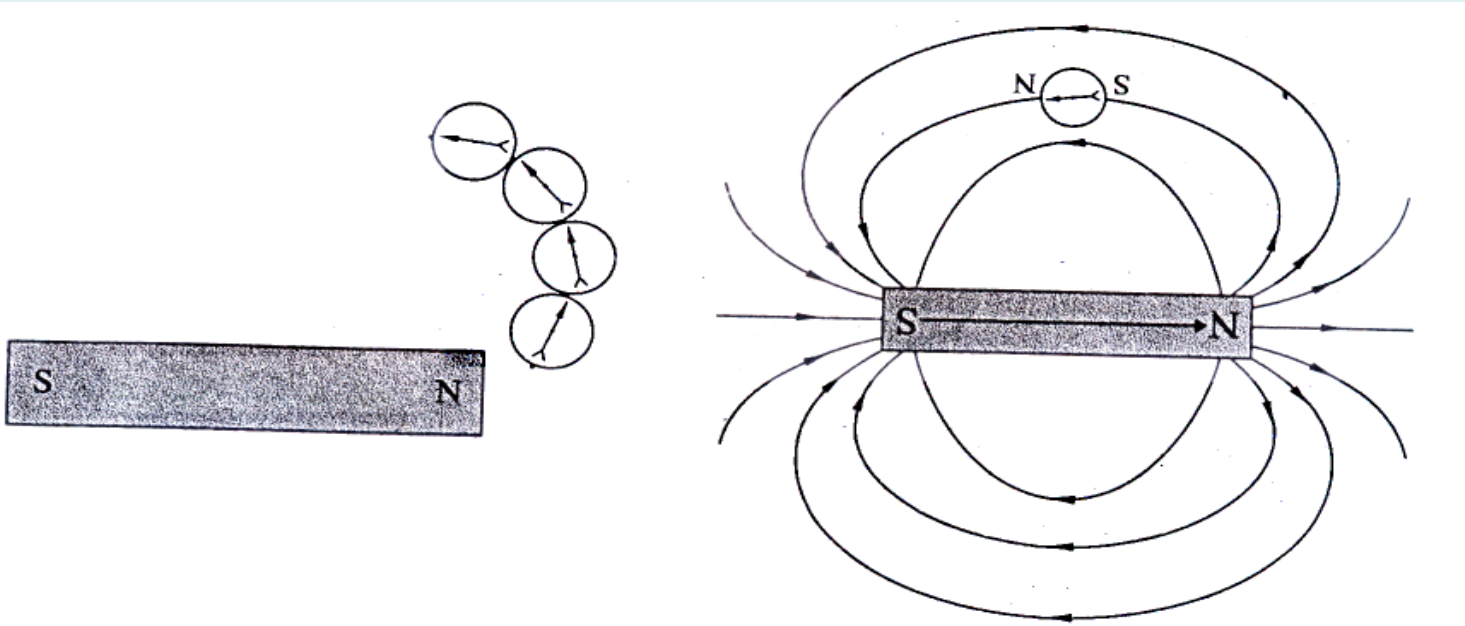
- แรงดูดกัน เกิดจากการนำขั้วแม่เหล็กต่างชนิดกันมาวางใกล้กัน
- แรงผลักกัน เกิดจากการนำขั้วแม่เหล็กชนิดเดียวกันมาวางใกล้กัน

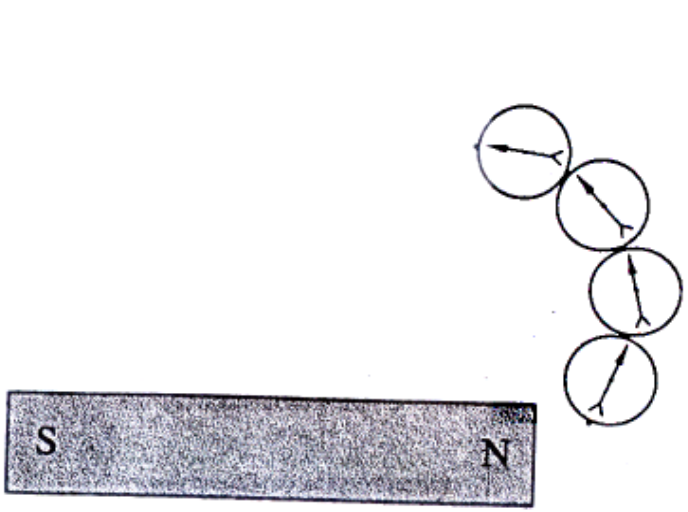


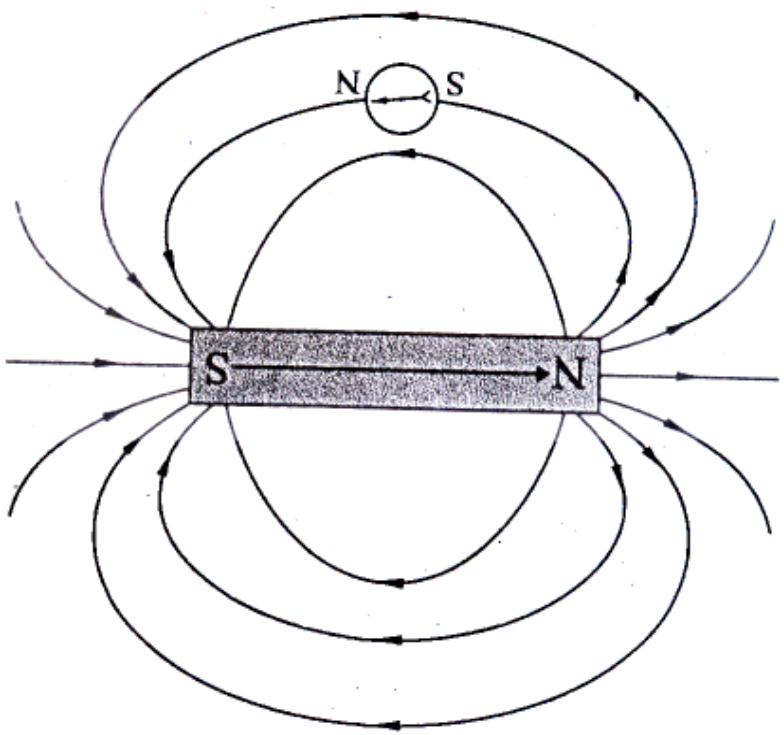
สนามแม่เหล็ก (Magnetic field)

เมื่อนำเข็มทิศวางใกล้ๆ แท่งแม่เหล็ก พบว่าทิศจะเปลี่ยนไปจากแนวปกติ เหนือ – ใต้ แสดงว่ามีแรงเนื่องจากแท่งแม่เหล็กมากระทำต่อเข็มทิศ

แสดงว่าบริเวณนั้นมีสนามแม่เหล็ก ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่บริเวณดังกล่าวถือว่าเป็นทิศเดียวกับทิศที่ขั้วเหนือของเข็มทิศชี้ดังรูป





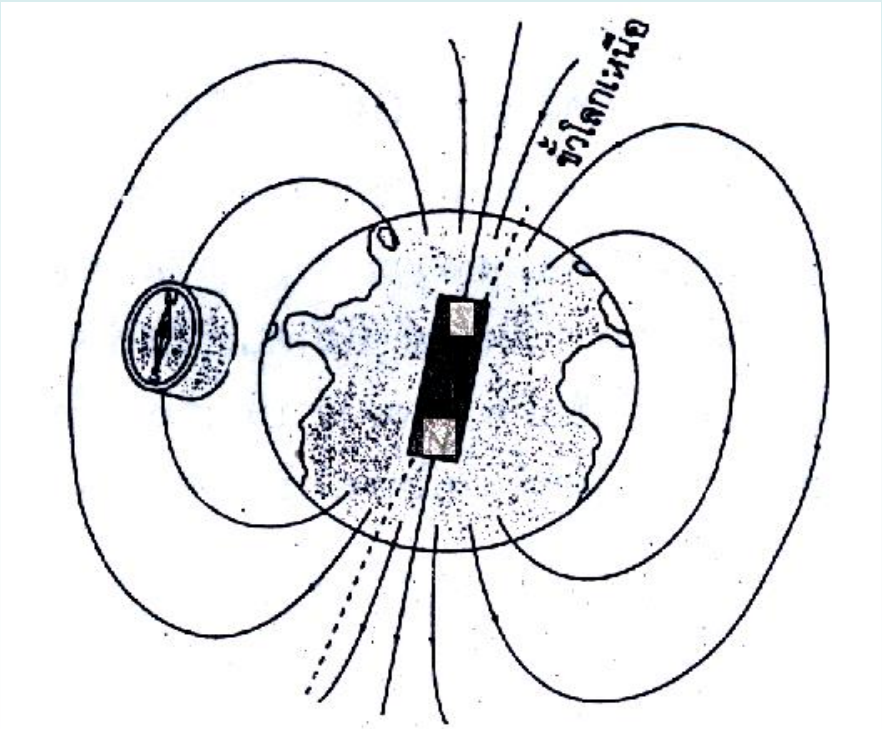


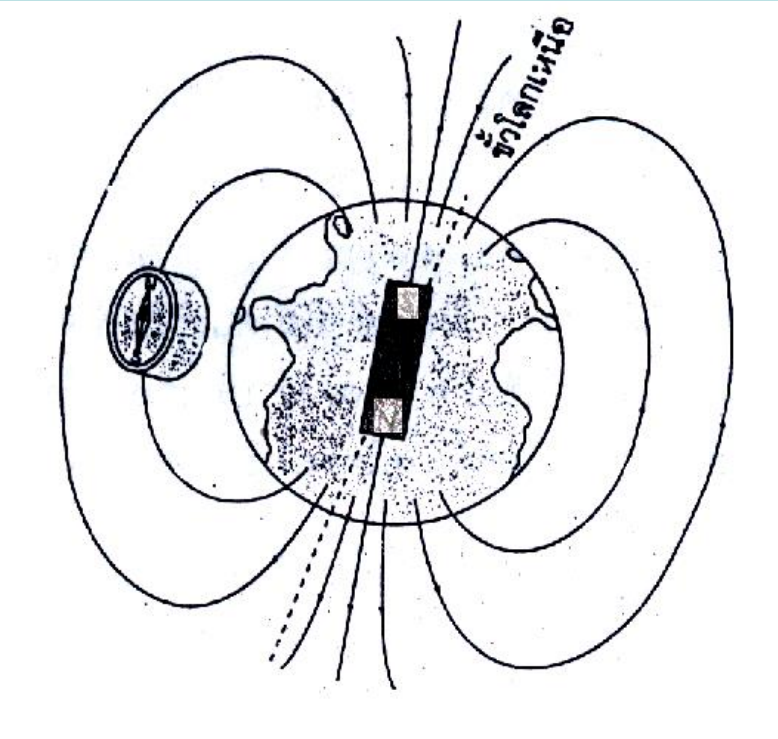
เมื่อวางเข็มทิศใกล้แท่งแม่เหล็ก ทิศทางของเข็มทิศจะเปลี่ยนอย่างต่อเนื่อง จากขั้วเหนือไปขั้วใต้ได้เป็นเส้นโค้งเรียกเส้นที่เกิดจากแนวเข็มทิศหรือแนวแรงกระทำต่อเข็มทิศเนื่องจากสนามแม่เหล็กว่า เส้นแรงแม่เหล็ก (magnetic line of force)

สนามแม่เหล็กโลก (Earth ’ s magnetic field)

เมื่อวางเข็มทิศ ณ ตำแหน่งหนึ่งตำแหน่งใดบนผิวโลก จะพบว่า แนวการวางตัวของเข็มทิศจะอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ แสดงว่ามีแรงกระทำต่อเข็มทิศ ทำให้สรุปได้ว่าตำแหน่งต่างๆ บนผิวโลกมีสนามแม่เหล็ก ซึ่งเรียกว่า สนามแม่เหล็กโลก

จากการศึกษาต่อไปพบว่าโลกประพฤติตัวเสมือนกับแท่งแม่เหล็กขนาดใหญ่อยู่ใจกลางโลกซึ่งเรียกว่าแม่เหล็กโลก โดยมีเส้นแรงสนามแม่เหล็กโลกพุ่งจากบริเวณซีกโลกใต้ไปยังซีกโลกเหนือ และแนวเหนือ-ใต้ ของสนามแม่เหล็กจะทำมุมประมาณ 17° กับแนวเหนือ-ใต้ทางภูมิศาสตร์ของโลก ดังรูป





เมื่อวางไว้ในสนามแม่เหล็กโลก เข็มทิศจะต้องเอาขั้ว N ชี้ไปทางทิศเหนือ (เพราะขั้ว S ของแม่เหล็กโลกอยู่ทางเหนือ) และเอาขั้ว S ชี้ไปทางใต้ (เพราะขั้ว N ของแม่เหล็กโลกอยู่ทางใต้) เสมอ

ความเข้มสนามแม่เหล็ก

เมื่อพิจารณาเส้นแรงแม่เหล็กของแท่งแม่เหล็กแท่งหนึ่ง พบว่า บริเวณใกล้กับขั้วแม่เหล็กจะมีเส้นแรงแม่เหล็กอยู่หนาแน่น เรากล่าวว่า บริเวณนั้นมี ฟลักซ์แม่เหล็ก (magnetic flux) หนาแน่นมาก หรือเป็น บริเวณที่สนามแม่เหล็กมีค่ามาก ส่วนบริเวณที่อยู่ห่างออกไปจะมีเส้นแรงแม่เหล็กอยู่ห่างๆ กัน เรากล่าวว่า บริเวณนั้นมีฟลักซ์ แม่เหล็กหนาแน่นน้อยหรือเป็นบริเวณที่สนามแม่เหล้กมีค่าน้อย จึงมีการกำหนดนิยามของฟลักซ์แม่เหล็ก หมายถึง จำนวนเส้นแรงแม่เหล็กที่ทะลุผ่านพื้นผิวในแนวตั้งฉากกับพื้นผิวนั้น และใช้สัญลักษณ์ "ϕ" แทนฟลักซ์แม่เหล็ก มีหน่วยเป็นเวเบอร์ (Weber) " Wb"

จำนวนเส้นแรงแม่เหล็กต่อหน่วยพื้นที่ที่เส้นแรงแม่เหล็กตั้งได้ฉาก เรียกว่า ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก (magnetic flux density) ซึ่งในระบบเอสไอ กำหนดให้มีค่าเท่ากับ ขนาดของสนามแม่เหล็ก ($\vec{B}$)

โดยสนามแม่เหล็กเป็นปริมาณเวกเตอร์ ความสัมพันธ์ระหว่างฟลักซ์แม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก เป็นดังนี้

$$B = \frac{\phi}{A}$$

เมื่อ ϕ เป็นจำนวนเส้นแรงแม่เหล็กหรือฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านพื้นผิวในแนวตั้งฉาก มีหน่วยเป็น เวเบอร์ (Wb)

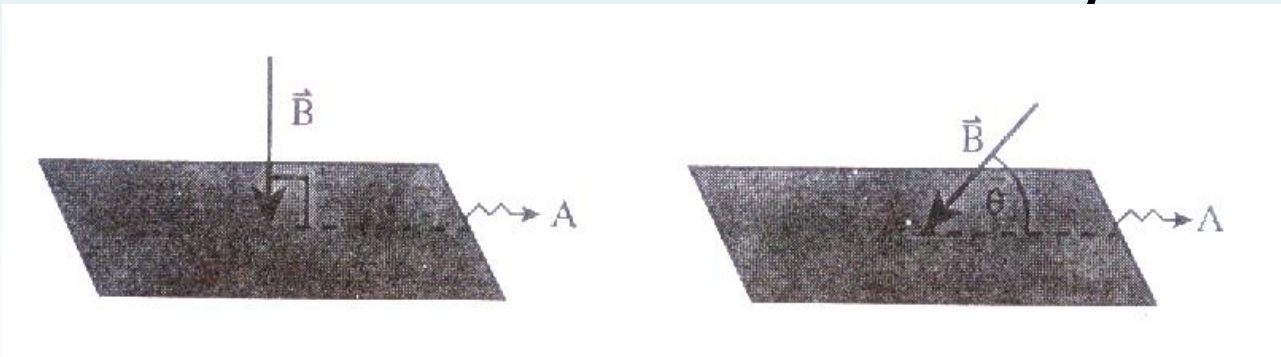
A เป็นพื้นที่ตั้งฉากที่ฟลักซ์แม่เหล็กผ่าน มีหน่วยเป็น ตารางเมตร (m^2)

B เป็นความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็กซึ่งมีค่าเท่ากับขนาดของสนามแม่เหล็ก มี หน่วยเป็นเวเบอร์ต่อตารางเมตร หรือ เทสลา (T)

การหาฟลักซ์แม่เหล็ก (ϕ)

จาก $B = \frac{\phi}{A}$ หรือ ϕ = BA

โดย B ต้องมีทิศทางตั้งฉากกับพื้นที่ (A) จึงจะหา ϕ ได้

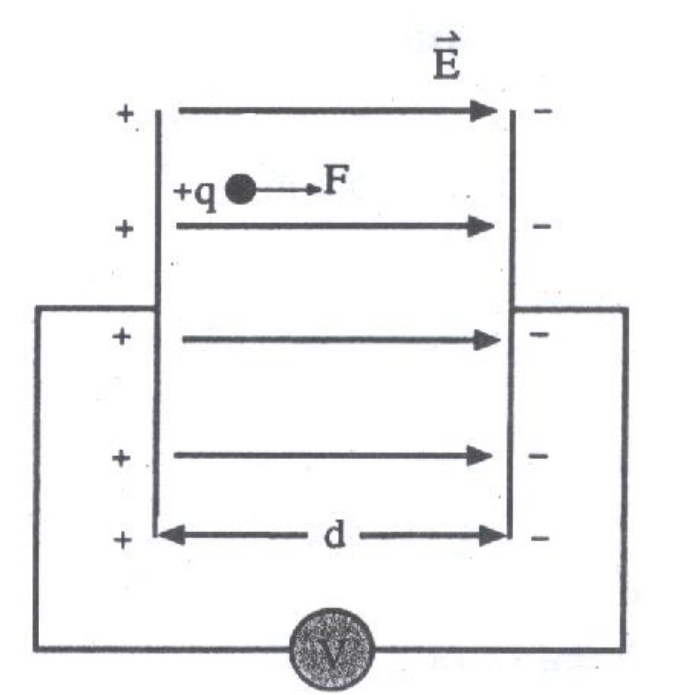


$\phi = BA$

$\phi = BA\sin\theta$

ทบทวน ประจุไฟฟ้าในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

เมื่ออนุภาคมวล m มีประจุไฟฟ้า +q วางอยู่ระหว่างแผ่นขนานทั้งสองห่างกันเป็นระยะ d ทำให้เกิดสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอระหว่างแผ่นคู่ขนานเป็น E ดังรูป



จากรูป จะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

1. แรงกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า เนื่องจากสนามไฟฟ้า (F_E) ได้ว่า

$$F_E = qE$$

2. ขณะประจุไฟฟ้าเกิดการเคลื่อนที่มีการเปลี่ยนรูปพลังงานจากพลังงานศักย์ไฟฟ้า (E_P) เป็นพลังงานจลน์ได้ว่า

$$E_k = E_P$$

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

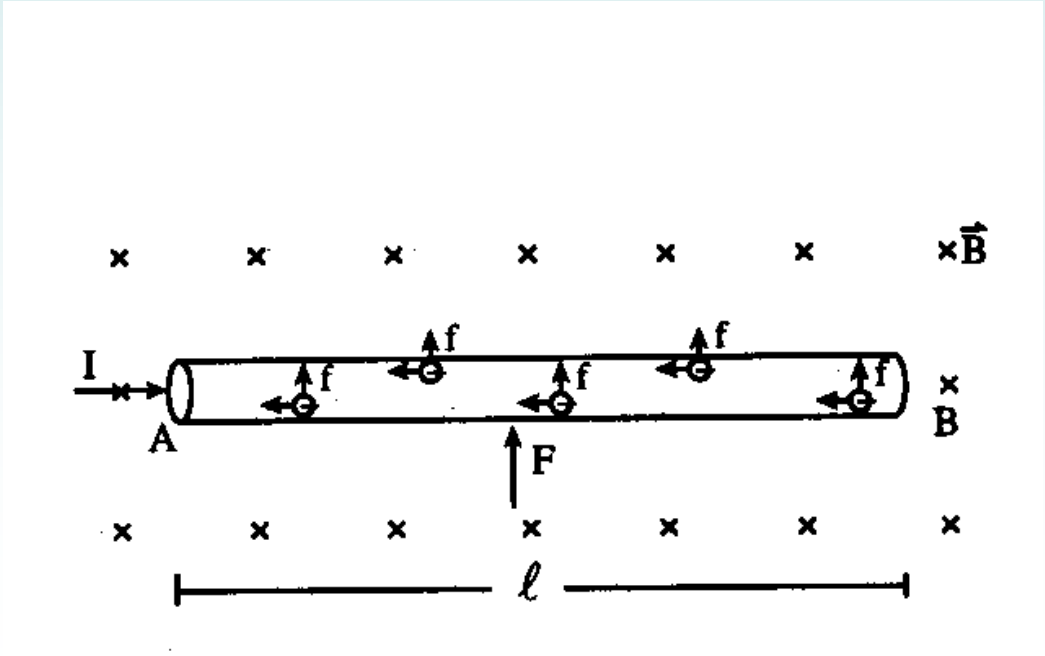
$$v = \sqrt{\frac{2qV}{m}}$$

3. สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอที่เกิดระหว่างแผ่นคู่ขนานที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้า จะมีความสัมพันธ์กันดังนี้

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

แรงที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน เมื่อ วางอยู่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก

เมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่เข้าไปในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำกับอนุภาคนั้น และจากความรู้ที่ว่ากระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระด้วยความเร็วลอยเลื่อน ดังนั้น ถ้าวางเส้นลวดตัวนำในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก แล้วผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในเส้นลวดตัวนำนั้น ดังรูป



จากรูป เมื่อนำลวด AB ยาว ℓ วางตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก $\vec{B}$

โดยมีกระแสไฟฟ้าผ่านจาก A ไปยัง B หรือมีกระแสอิเล็กตรอนเคลื่อน
จาก B ไป A ดังนั้นจึงมีแรงกระทำต่ออิเล็กตรอน
หรือกระทำต่อลวด AB นั่นเองในทิศทางพุ่งขึ้น (อาศัยการหาทิศทางจาก)

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

F= qvBsinθ