ศูนย์หนังสือ เมืองไทย
นำความรู้สู่ชีวิตที่ดี
หน่วยที่ 4
ไฟฟ้าแม่เหล็ก

หัวข้อเรื่อง (Topics)

- 4.1 สนามแม่เหล็ก
- 4.2 แรงแม่เหล็ก

4.1 สนามแม่เหล็ก

บริเวณรอบ ๆ ของแท่งแม่เหล็กจะมีอำนาจแม่เหล็กที่แผ่กระจายออกไป โดยสามารถกระทำต่อสารFerromagnetic เรียกบริเวณรอบ ๆ นี้ว่า “สนามแม่เหล็ก” ความเข้มของสนามแม่เหล็กนั้นจะหาได้จากจำนวนเส้นแรงที่พุ่งออกไปตั้งฉากกับพื้นที่ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่

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

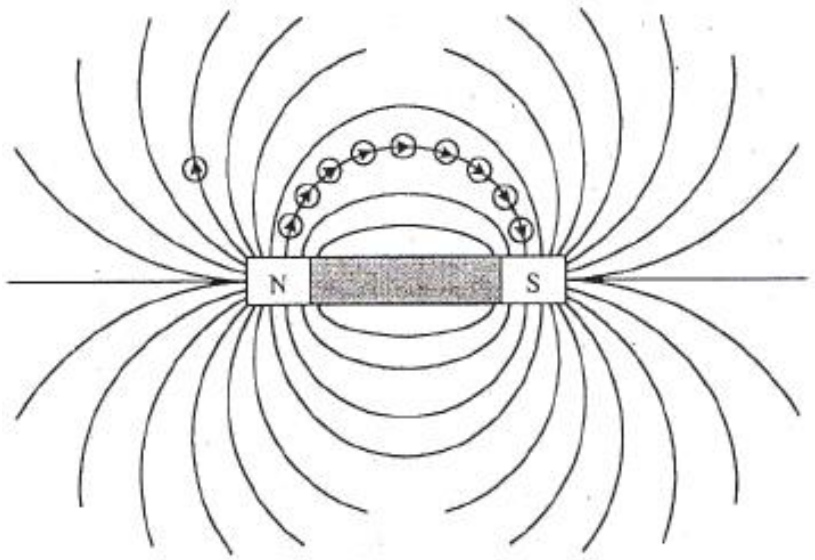
เมื่อ φ (Flux) = จำนวนเส้นแรงที่พุ่งออกไปตั้งฉาก Weber

A = พื้นที่ m^2

B = ความเข้มของสนามแม่เหล็ก Tesla

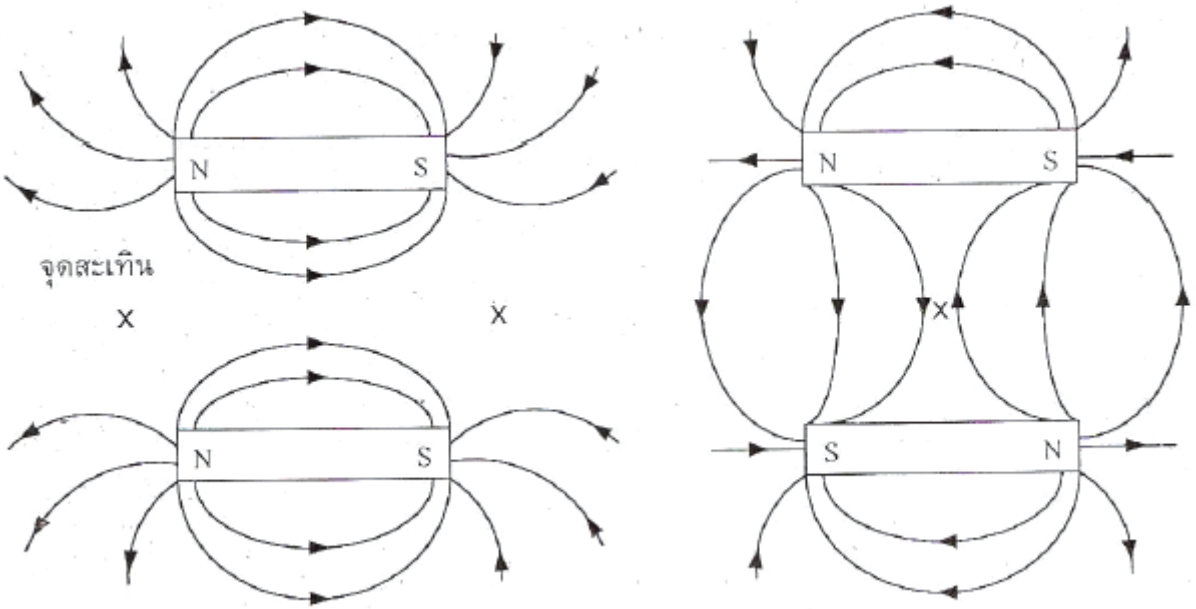
ลักษณะของสนามแม่เหล็กนั้นจะขึ้นอยู่กับลักษณะของต้นกำเนิดของสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะแบ่งได้ดังนี้

4.1.1 สนามแม่เหล็กจากแท่งเหล็กธรรมชาติ



เข็มทิศในสนามแม่เหล็กและเส้นแรงแม่เหล็ก

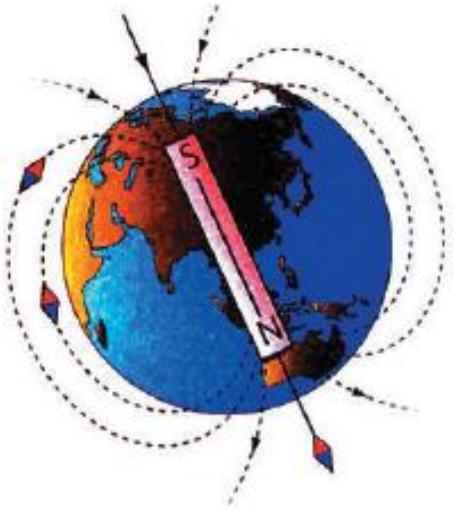
จากการศึกษาโดยการนำผลตะไบเหล็กไปโรยรอบ ๆ แท่งแม่เหล็กจะทำให้เกิดการจัดเรียงตัวของผลตะไบเหล็กเป็นไปตามรูป โดยเส้นแรงแม่เหล็กจะมีทิศทางพุ่งออกจากขั้วเหนือไปยังขั้วใต้ และเมื่อมีแท่งแม่เหล็กหลายแท่งก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กมีลักษณะแตกต่างกันออกไป



เส้นแรงแม่เหล็กและจุดสะเทิน

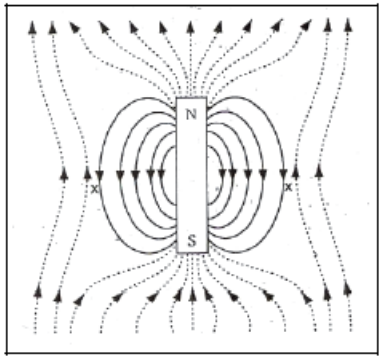
4.1.2 สนามแม่เหล็กของโลก

ถ้าแขวนแท่งแม่เหล็กธรรมชาติโดยผูกตรงกลางแท่งด้วยเชือกแล้วนำไปแขวนแท่งแม่ เหล็กจะชี้ไปตามแนวเหนือ–ใต้ของโลกตลอดเวลา โลกนั้นเปรียบเสมือนแท่งแม่เหล็กขนาดใหญ่มีแกนกลางอยู่ในแนวทิศเหนือและใต้ โดยหันขั้วเหนือไปทางซีกโลกใต้และขั้วใต้อยู่ซีกโลกเหนือ

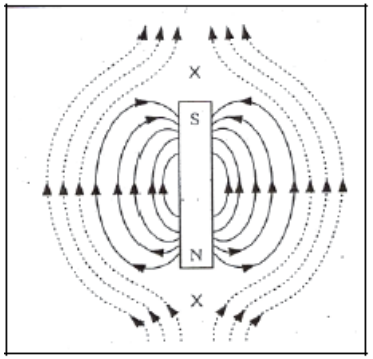


สนามแม่เหล็กโลก

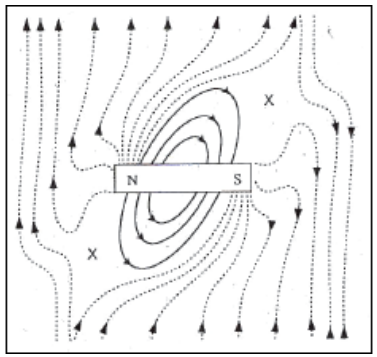
และเมื่อนำแท่งแม่เหล็กธรรมชาติไปวางไว้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กของแท่งเหล็กธรรมชาติ ตามลักษณะของการวางแท่งแม่เหล็ก



(ก) แม่เหล็กขั้วใต้ชี้ทิศเหนือ



(ข) แม่เหล็กขั้วเหนือชี้ทิศใต้



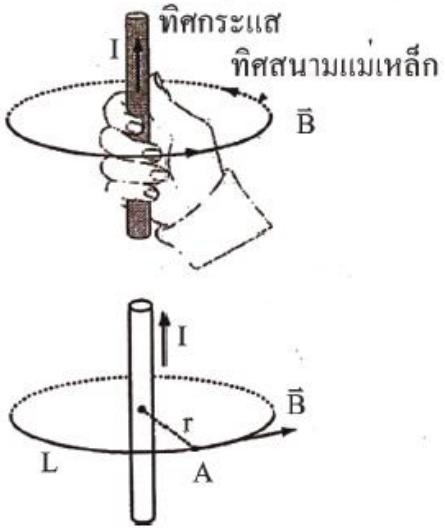
(ค) แม่เหล็กตามแนวตะวันออกและตะวันตก

ลักษณะการวางแท่งแม่เหล็ก

4.1.3 สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้า

ในปี ค.ศ. 1820 นักฟิสิกส์ชาวเดนมาร์ก ชื่อ Han Christran Oersted ได้ค้นพบว่า เมื่อนำเข็มทิศเล็ก ๆ เข้าไปใกล้กับเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหล จะทำให้เข็มทิศเบนไปจากแนวเดิมได้จากการค้นพบนี้ Oersted ได้ทำการศึกษาถึงอำนาจแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบ ๆ เส้นลวดตัวนำที่มีกระแสไหล และสรุปได้ว่า

1. สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบ ๆ เส้นลวดตัวนำจะมีทิศเป็นไปตามการกำมือขวา



การเกิดสนามแม่เหล็กรอบขดลวด

2. ความเข้มของสนามแม่เหล็กจะแปรผันโดยตรงกับกระแสที่ไหลและแปรผันกับระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของเส้นลวด

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$$

เมื่อ I = กระแสไหลในลวด (A)

R = ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางลวด (m)

B = สนามแม่เหล็ก (T)

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ (T- m/A)

หรืออาจจะใช้ $B = \frac{KI}{R}$

เมื่อ $K = 2 \times 10^{-7}$

4.2 แรงแม่เหล็ก

แรงแม่เหล็กเป็นแรงที่เกิดขึ้นบริเวณสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะแบ่งออกเป็นลักษณะดังนี้

4.2.1 แรงที่กระทำต่อประจุที่เคลื่อนที่เข้าไปในสนามแม่เหล็ก

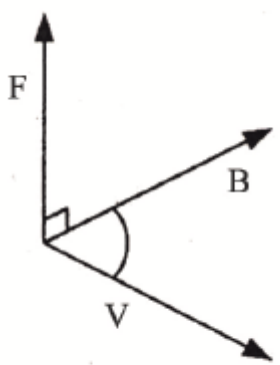
ถ้ามีประจุเคลื่อนที่เข้าไปในสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงจากสนามแม่เหล็กกระทำต่อประจุที่เคลื่อนที่เข้าไป โดยค่าของแรงที่กระทำจะมีค่าเป็นผลคูณของเวกเตอร์ แบบ Cross Product มีค่าแรงเท่ากับ

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

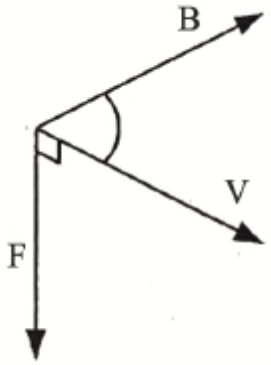
ขนาดของแรง F $= qvB\sin\theta$

ถ้า v กับ B ทำมุม 90°F $= qvB$

ทิศทางของแรงจะเป็นไปตามการคูณเวกเตอร์แบบ Cross product ดังรูป



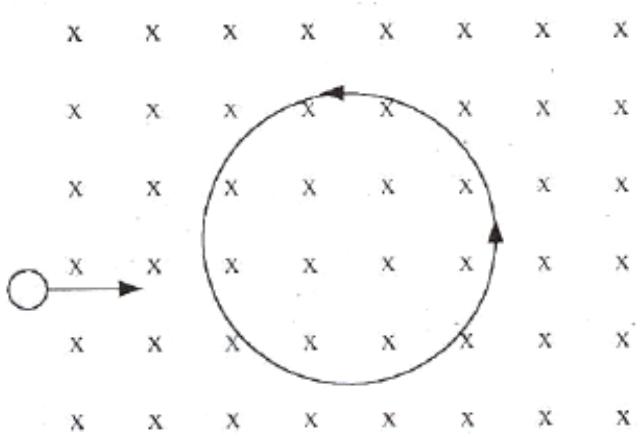
ประจุบวก



ประจุลบ

แรงที่กระทำต่อประจุที่เคลื่อนที่เข้าไปในสนามแม่เหล็ก

ในกรณีที่ประจุเคลื่อนที่เข้าไปในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอในทิศตั้งฉากจะทำให้ประจุถูกแรงกระทำให้เคลื่อนที่เป็นวงกลม



แรงแม่เหล็กจะเป็นแรงสู่ศูนย์กลาง

$$\text{จาก} F_B = qvB \quad \text{.....(1)}$$

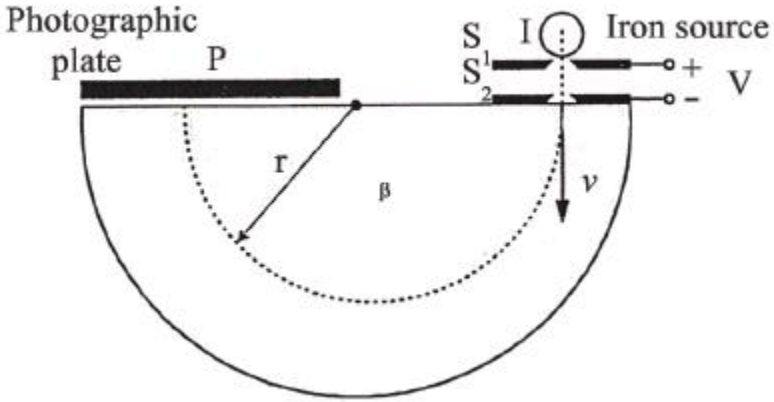
$$F_C = \frac{mv^2}{R} \quad \text{.....(2)}$$

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

$$mv = qBR$$

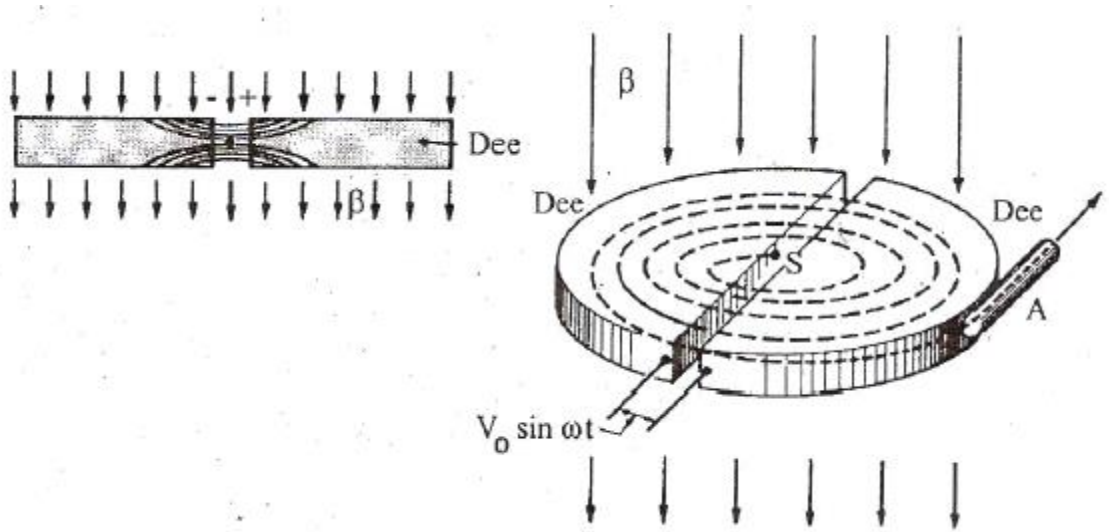
จากคุณสมบัติดังกล่าวของแรงที่กระทำต่อประจุทำให้สามารถนำไปใช้ประยุกต์ใช้ในเครื่องมือต่าง ๆ เช่น

1. เครื่องแยกมวล (The Mass Spectrometer)



แผนภาพของเครื่องแยกมวล

2. เครื่องเร่งอนุภาค (The Cyclotron)



แผนภาพการเร่งอนุภาค

4.2.2 แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไหลที่วางไว้ในสนามแม่เหล็ก

จากการที่ประจุเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กจะเกิดแรงกระทำต่อประจุ

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

เมื่อประจุนั้นเคลื่อนที่บนลวดตะนำจะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลบนลวดตัวนำ

$$I = \frac{q}{t}$$

$$\therefore \quad q = It$$

ดังนั้นถ้าประจุเคลื่อนที่บนลวดตัวนำวางในสนามแม่เหล็กจะถูกแรงกระทำมีค่า

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

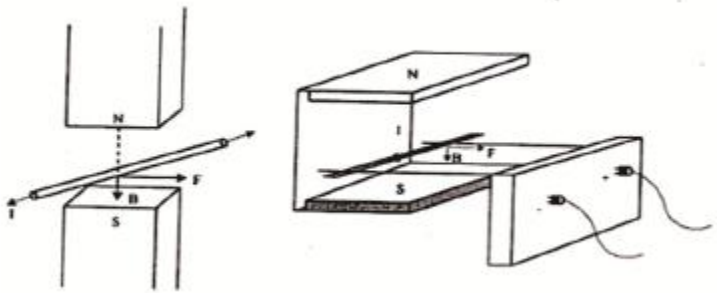
ค่า vt คือ ค่าของระยะทางที่ประจุเคลื่อนที่ นั่นคือความยาวของลวดตัวนำซึ่งมีความยาว ℓ จะได้ว่า

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

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

ทิศทางของแรงที่จะเป็นไปตามการคูณเวกเตอร์แบบ Cross Product และขนาดของแรงจะมีค่า

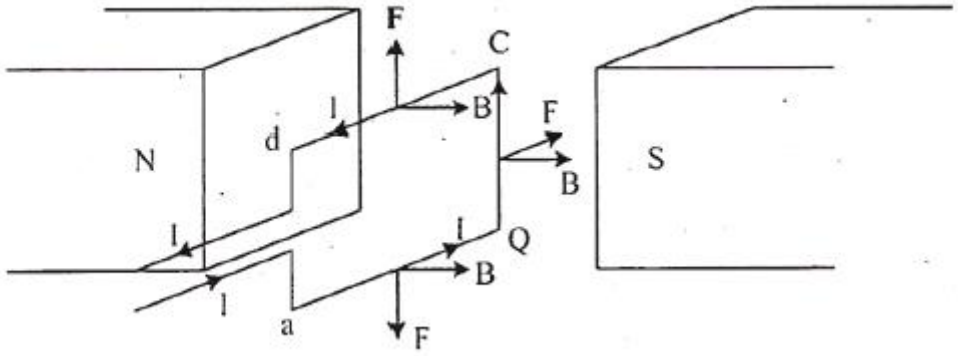
$$F = IbB\ell \sin\theta$$



แรงที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไหลในสนามแม่เหล็ก

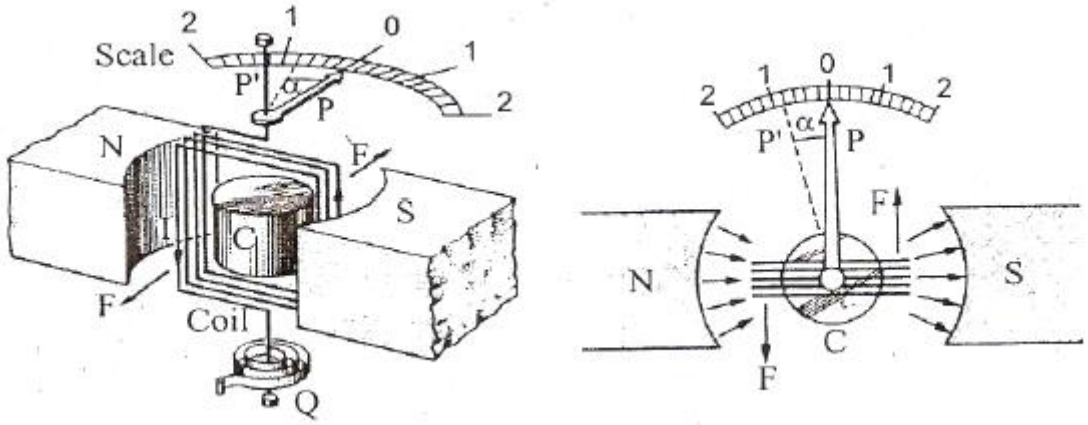
จากคุณสมบัติของแรงที่กระทำต่อเส้นลวดตัวนำ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการ ผลิตอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้เช่น

1. มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นการเปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล



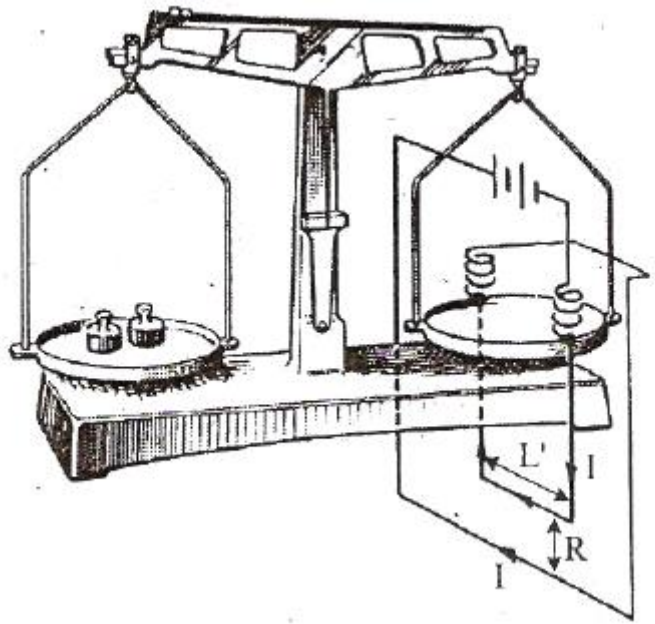
การทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า

2. เครื่องวัดไฟฟ้า (Galvanometer) กัลวานอมิเตอร์เป็นเครื่องมือวัดของกระแสไฟ (I) หรือวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า (V)



กัลวานอมิเตอร์

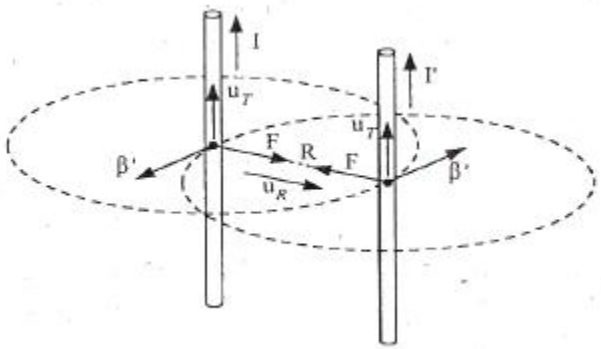
3. เครื่องชั่งไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับชั่งน้ำหนักของวัตถุโดยการอ่านจากค่าของระแสไฟฟ้าที่ไหล ทำให้ได้การอ่านค่าที่ถูกต้องยิ่งขึ้น โดยใช้ขดลวดผ่านกระแสที่วางในสนามแม่เหล็ก ดังรูป



เครื่องชั่งไฟฟ้า

4.2.3 แรงระหว่างลวด 2 เส้นที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

เส้นลวด 2 เส้น ถ้าให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจะทำให้เกิดแรงกระทำผ่านเส้นลวดทั้งสองเกิดขึ้น เพราะแม่เหล็กลวดทั้ง 2 เส้น จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กเกิดขึ้น เมื่อมีสนามเกิดขึ้น ก็จะทำให้เกิดแรงกระทำต่อลวดตัวนำ



แรงระหว่างลวด 2 เส้น ที่มีกระแสไหลผ่าน