



เอกสารประกอบการสอน  
407-11-15 หลักฟิสิกส์ (Principles of Physics)  
กลุ่มเรียน CSS15541N  
ปีการศึกษา 2/2555

## บทที่ 11 สนามแม่เหล็ก

อาจารย์ผู้สอน: ดร. พนิดา หล่อวงศ์ตระกูล  
ติดต่อทาง email: dang\_phy@hotmail.com  
ห้องทำงาน: อาคาร 17 ชั้น 3  
โทร: 081-645-3095


### เอกสารอ้างอิง

- R.A.Serway,Jewett, Physics for scientist and engineers, 6th Ed., Brook/Cole, Singapore, 2004.
- เว็บไซต์ต่างๆ เช่น

<http://www.rmutphysics.com/>

<http://science.sut.ac.th/physics/>

## ความเป็นของสนามแม่เหล็ก

- ศตวรรษที่ 13 ก่อนคริสต์ศักราช : คนจีนเริ่มใช้เข็มทิศซึ่งเป็นสิ่งประดิษฐ์ของชาวอาหรับ
- 800 ปี ก่อนคริสต์ศักราช : ชาวกรีกค้นพบสารแม่เหล็ก ( $Fe_3O_4$ ) ซึ่งสามารถดูดเหล็กได้ 
- ค.ศ. 1269 : Pierre de Maricourt ค้นพบว่าเมื่อวางเข็มทิศรอบๆแม่เหล็กธรรมชาติรูปทรงกลม เข็มทิศจะชี้ในแนวเส้นโค้งรอบๆแม่เหล็กโดยผ่านจุด 2 จุด ซึ่งเรียกว่า ขั้ว (pole)
- ค.ศ. 1600 : William Gilbert ทำการทดลองเกี่ยวกับแม่เหล็กและแนะนำว่าโลกคือแม่เหล็กถาวรขนาดใหญ่

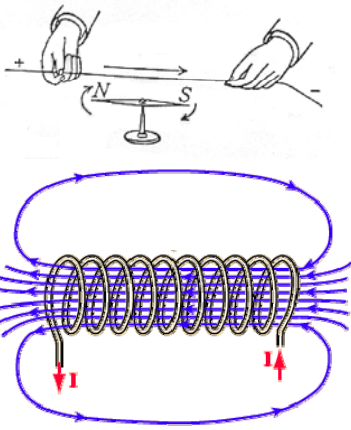
## ความเป็นของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

- ค.ศ. 1819 : Hans Christian Oersted ค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับอำนาจแม่เหล็ก
- ค.ศ. 1820 :
  - Faraday และ Henry ค้นพบว่า การเปลี่ยนสนามแม่เหล็กจะทำให้เกิดสนามไฟฟ้า
  - Maxwell ค้นพบว่า การเปลี่ยนสนามไฟฟ้าจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก



Hans Christian Oersted

## การทดลองของ Hans Christian Oersted



เมื่อเอาเข็มทิศวางใกล้เส้นลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ทำให้เข็มทิศมีทิศเบนไปจากเดิม

แสดงว่าเมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านเส้นลวดสามารถทำให้เกิดสนามแม่เหล็กได้

เช่นเดียวกันหากนำขดลวดโซลินอยด์ผ่านกระแสเข้าไป สามารถทำให้เกิดสนามแม่เหล็กภายในแกนของขดลวดและบริเวณรอบๆ

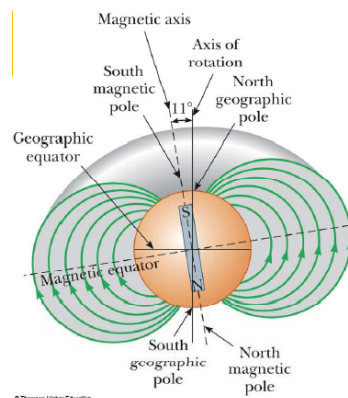
<http://www-spod.gsfc.nasa.gov/Education/whmfield.html>  
<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/electric/indsol.html>

## ขั้วแม่เหล็ก

- แม่เหล็กทุกชนิดมี 2 ขั้วคือ ขั้วเหนือและขั้วใต้ ซึ่งออกแรงกระทำต่อกัน โดยขั้วเหมือนกันจะผลักรันขั้วต่างกันจะดูดกัน

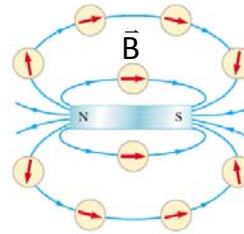
**ที่มาของชื่อของขั้ว** เกิดจากการหันของแท่งแม่เหล็กไปยังขั้วโลกเหนือหรือใต้เมื่อแขวนให้หมุนได้อย่างอิสระ

- เนื่องจากขั้วเหนือของแท่งแม่เหล็กชี้ไปยังขั้วโลกเหนือแสดงว่าขั้วโลกเหนือมีอำนาจเป็นขั้วใต้ของแท่งแม่เหล็ก
- แรงกระทำระหว่างขั้วของแท่งแม่เหล็กจะเป็นปฏิภาคกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างขั้ว



## สนามแม่เหล็ก

- **สนามแม่เหล็ก** เป็นปริมาณเวกเตอร์ซึ่ง ณ ตำแหน่งใดๆ มีทิศตามทิศของขั้วเหนือของเข็มทิศ
- **เส้นสนามแม่เหล็ก** จะเป็นเครื่องบอกทิศของสนามแม่เหล็ก ซึ่ง **ภายนอก** **แท่งแม่เหล็กจะชี้จากขั้วเหนือไปยังขั้วใต้**
- เส้นสนามแม่เหล็กจะวนเป็นวงไม่มีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดซึ่งต่างจากเส้นสนามไฟฟ้า



## ความเข้มของสนามแม่เหล็ก

**ความเข้มของสนามแม่เหล็ก (B):** จำนวนเส้นแรงแม่เหล็กที่พุ่งตั้งฉากกับพื้นที่หนึ่งตารางหน่วย

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

โดย

B คือ ความเข้มของสนามแม่เหล็ก หน่วย เวเบอร์ต่อ ตร.ม. ( $\text{W/m}^2$ ) หรือเทสลา (T)

$\phi$  คือ จำนวนเส้นแรงแม่เหล็ก หรือเรียกว่า **ฟลักซ์แม่เหล็ก** หน่วย เวเบอร์ (W)

A คือ พื้นที่ หน่วย ตร.ม. ( $\text{m}^2$ )

ต.ย. เมื่อฟลักซ์แม่เหล็กขนาด  $2 \times 10^{-4} \text{ W}$  พุ่งผ่านพื้นที่  $10 \text{ ตร. ซม.}$  ซึ่งวางตั้งฉากกับฟลักซ์แม่เหล็ก จงหาความเข้มของแม่เหล็ก

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ จาก } B &= \frac{\phi}{A} \\ \text{แทนค่า } B &= \frac{2 \times 10^{-4}}{10 \times 10^{-4}} = 0.2 \text{ T} \end{aligned}$$

คำตอบ ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็กเท่ากับ 0.2 เทสลา

การเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าในสนามแม่เหล็ก

ขนาดของแรงที่กระทำกับประจุ  $q$  เมื่อวางประจุในสนามแม่เหล็ก

$$F = qvB \sin \theta$$

โดย  $F$  คือแรงที่สนามแม่เหล็กกระทำกับประจุ (N)

$q$  คือประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่เข้าไปในสนามแม่เหล็ก (C)

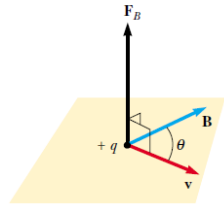
$v$  คืออัตราเร็วของประจุที่เคลื่อนที่เข้าไปในสนามแม่เหล็ก (m/s)

$B$  คือสนามแม่เหล็ก (T)

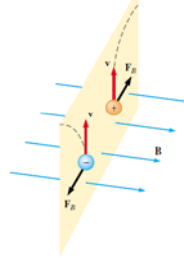
$\theta$  คือ มุมระหว่างเวกเตอร์  $v$  และ  $B$

ทิศทางของแรงหาได้จากกฎมือขวา

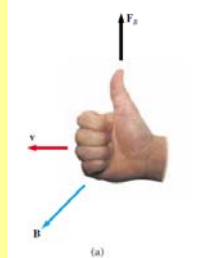
## กฎมือขวา



วิธีที่ 1



วิธีที่ 2



(a)



(b)

ต.ย. โปรตอน 1 ตัวเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็กโลกในแนวตั้งฉากกับทิศของสนาม ด้วยความเร็ว  $10^7$  m/s ความเข้มของสนามแม่เหล็กที่เส้นศูนย์สูตร  $10^5$  T จงหาแรงที่กระทำบนโปรตอนโดยสนามนี้ และเปรียบเทียบกับขนาดของแรงโน้มถ่วง

วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{แรงแม่เหล็กที่กระทำบนโปรตอน} &= qvB \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \\ &= (1.6 \times 10^{-19})(10^7)(10^{-5}) \\ &= 1.6 \times 10^{-17} \text{ N} \end{aligned}$$

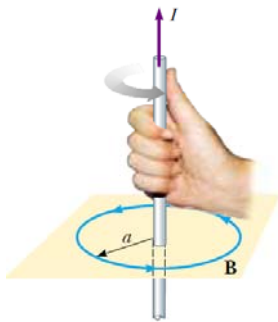
$$\begin{aligned} \text{แรงโน้มถ่วงบนโปรตอน} &= mg \\ &= (1.6 \times 10^{-27})(9.81) \\ &= 1.6 \times 10^{-26} \text{ N} \end{aligned}$$

คำตอบ แรงแม่เหล็กมีค่าประมาณ  $10^9$  เท่าของแรงโน้มถ่วง

## กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก

Hans Christian Oersted พบว่ากระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดตัวนำแบบต่างๆ สามารถทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรูปร่างต่างๆกันด้วย

### 1. สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าไหลในเส้นลวดตรงยาว



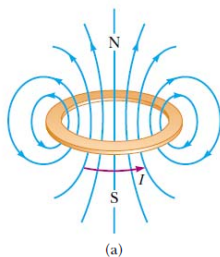
พบว่าความเข้มของสนามแม่เหล็กแปรผันตรงกับปริมาณกระแส โดยทิศทางของสนามแม่เหล็กเป็นไปตามกฎมือขวา

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

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  H/m คือสภาพซึมซาบได้ของสนามแม่เหล็กในสุญญากาศ

## กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก

### 2. สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดวงกลม



สนามแม่เหล็กจะเกิดรอบๆ ขดลวด โดยขนาดของสนามที่จุดศูนย์กลางของขดลวด แปรผกผันกับรัศมีของขดลวด แต่จะแปรผันตามจำนวนรอบของขดลวดและปริมาณกระแส

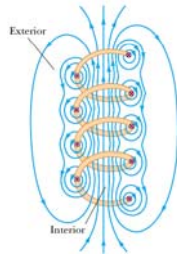
ขนาดของสนามแม่เหล็ก ณ จุดศูนย์กลางของขดลวด มีขนาด

$$B = \frac{\mu_0 n I}{2a}$$

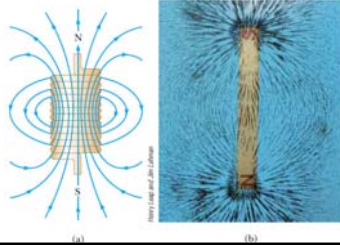
$n$  = จำนวนรอบของขดลวด

## กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก

### 3. สนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดโซลินอยด์



ความเข้มของสนามแม่เหล็กในขดลวดโซลินอยด์แปรผันตามจำนวนของขดลวดและปริมาณกระแส



$$B = \mu_0 n I$$

## การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า

ไมเคิล ฟาราเดย์ ค้นพบว่า ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็ก ณ บริเวณใด จะเกิดการเหนี่ยวนำทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นในตัวนำ ซึ่งวางอยู่ในบริเวณนั้น แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะเป็นไปตามความสัมพันธ์

$$\mathcal{E} = -\frac{N\Delta\phi}{\Delta t}$$

โดย  $\mathcal{E}$  คือ แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ  
 $\Delta\phi$  คือการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็ก  
 $\Delta t$  คือช่วงเวลาสนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลง

เครื่องหมายลบแสดงทิศทางของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำไหลในทิศทางที่ทำให้เกิดผลต้านการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า



จบบทที่ 11  
อย่าลืมจัดทำแบบฝึกหัดนะคะ

ดร. พนิดา หล่อวงศ์ตระกูล  
Dang\_phy@hotmail.com

