

電流的磁效應
學習地圖
邱博文

磁場的產生

安培力

洛仁茲力

【無限長直導線】所建立的磁場

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi R} \text{ 右手(螺旋)定則[切線方向]}$$

- ① 半無限長： $B = \frac{1}{2} \times \frac{\mu_0 i}{2\pi R}$
- ② 與直導線同在一連線上： $B=0$



【圓線圈】所建立的磁場

$$\textcircled{1} \text{ 中垂線上 } x \text{ 處 } B = \frac{\mu_0 \cdot i \cdot R^2}{2\sqrt{(x^2 + R^2)^3}}$$

$$\textcircled{2} \text{ 中心處 } B = \frac{\mu_0 i}{2R}$$

③ 部份圓弧：與圓周長成正比

$$(\text{半圓 } B = \frac{1}{2} \times \frac{\mu_0 i}{2R}, \frac{1}{4} \text{ 圓 } B = \frac{1}{4} \times \frac{\mu_0 i}{2R})$$



【螺線管】所建立的磁場

- ① 外部=0；內部 $B = \mu_0 ni$
- ② n 是單位長度的匝數
- ③ 螺線管內的磁場處處相等
- ④ 螺線管之磁場與管長、半徑無關



【必歐沙伐定律】

$$\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i \Delta l \sin \theta}{r^2}$$

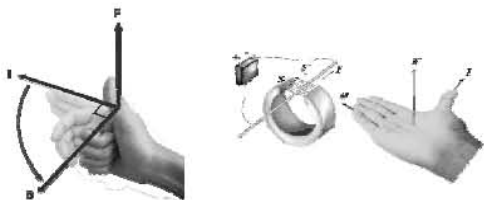
θ 是電流 i 與 \vec{r} 的夾角
若 $\theta=0^\circ$ 或 180° , $\Delta B = 0$

【安培環路定律】

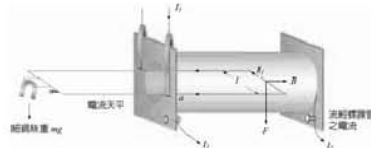
$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 \sum i$$

【安培力】載流導線在磁場中所受的力

- ① $\vec{F} = i\vec{L} \times \vec{B}$ 或 $F = iLB \sin \theta$ (右手定則)
- ② 不規則導線在均勻磁場中可等效視為兩端點連線的直導線之受力
- ③ 封閉線圈在均勻磁場中受力 $F=0$



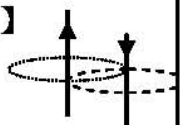
【電流天平】： $mg = I_1 L B_2 = I_1 L (\mu_0 n I_2)$



【載流兩平行導線之間的作用力】

$$F = ILB = I_1 L \left(\frac{\mu_0 I_2}{2\pi d} \right) = I_2 L \left(\frac{\mu_0 I_1}{2\pi d} \right)$$

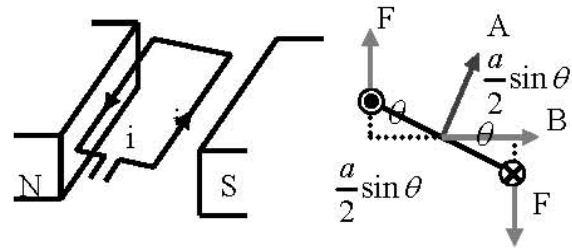
同向 → 引力；反向 → 斥力。彼此是組作用與反作用力



【封閉線圈】在磁場中所受的力矩

$$\vec{\tau} = iN\vec{A} \times \vec{B} \text{ 或 } \tau = iNAB \sin \theta$$

\vec{A} 為面積向量(圈面的法向量)，若 A 與 B 夾角為 0° ，即圈面與磁場垂直，力矩=0。



【洛仁茲力】運動電荷在磁場中所受的力

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

(負電荷， $q < 0$ 要反向)



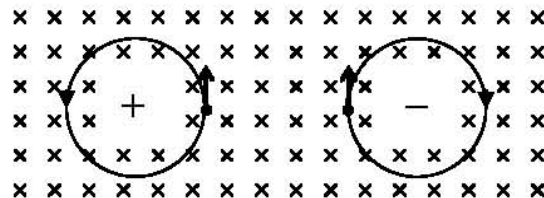
【v 平行 B】--等速度(直線)運動

$\theta = 0^\circ$ 或 180° $F = 0$ (不受力)

【v 垂直 B】--等速率圓周運動

$$\text{洛仁茲力提供向心力：} qvB = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB}, T = \frac{2\pi m}{qB}$$

(注意：
負電荷要
反向！)



【v、B 夾角 θ 】--螺線運動

$$\text{螺距：} d = v_{\parallel} \times T = v \cos \theta \cdot \frac{2\pi m}{qB}$$

