تاثير المجال المغناطيسي على الشحنات المتحركة

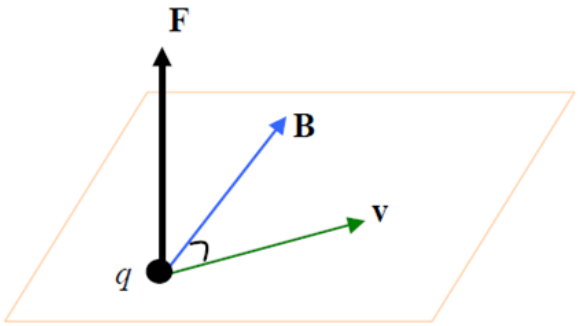
هل تتأثر ذرات الهواء العادي بمغناطيسية الأرض؟ كيف يمكن لنا ان نتفحص هذا ونعرف كيف تفيدنا مغناطيسية الأرض التي تحيط بنا من كل جانب؟ هل نستفيد من تأثير المجال المغناطيسي على حركة الإلكترونات في الأجهزة الكهربائية البيتية؟

لقد تبين من التجارب المختلفة أنه إذا تحرك جسم شحنته q في منطقة فيها مجال مغناطيسي شدته B بسرعة v عمودية عليه فإنه يخضع لقوة مغناطيسية تعطى قيمتها بالعلاقة:

معادلة قوة لورتنز $\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$

$$F = qvB$$

وتتجه هذه القوة عموديا على كل من سرعة الجسم واتجاه المجال، أي عموديا على المستوي الحاوي لهما، كما في الشكل:



ولاتجاه القوة المغناطيسية بالنسبة لسرعة الجسم أثر كبير على حركته. ذلك أن أي قوة عمودية على سرعة جسم لاتزيد من قيمتها بل تحرفه عن مساره وتجعله يتحرك في مسار دائري، أي أنها قوة مركزية قيمتها mv^2/r.

ويمكن معرفة نصف قطر المسار الدائري الذي يتحرك عليه جسم مشحون في مجال مغناطيسي بسهولة. فإذا افترضنا أن جسما كتلته m وشحنته q دخل منطقة فيها مجال مغناطيسي B بسرعة v، عندئذ تكون قيمة القوة المؤثرة عليه هي:

$$F=qvB$$

وبما أن القوة عمودية على السرعة فهي مركزية، أي أن:

$$qvB = m\frac{v^2}{r}$$

ومن ثم نجد نصف قطر المسار الدائري من العلاقة السابقة:

$$r = \frac{mv}{qB}$$

مثال

يدخل بروتون شحنته $e=1.6\times10^{-19}$ C وكتلته $m=1.67\times10^{-27}$ kg بسرعة $v=5\times10^{6}$ m/s عمودية على مجال مغناطيسي شدته 0.1 T . ماقيمة القوة المغناطيسية المؤثرة على البروتون وما نصف قطر المسار الذي سيتحرك عليه؟

$$F = qvB$$

$$F = (1.6\times10^{-19}\,\text{C})(5.0\times10^{6}\,\text{m/s})(0.1\,\text{T}) = 8.0\times10^{-14}\,\text{N}$$

كما نجد نصف قطر المسار الدائري من العلاقة

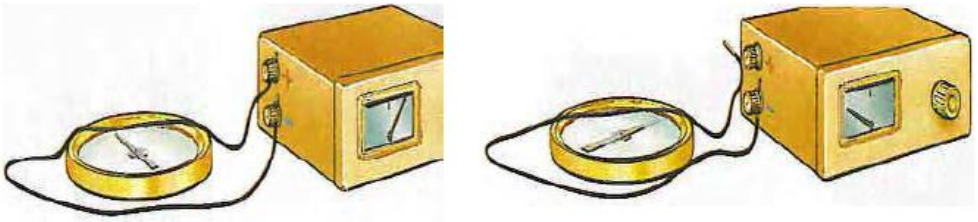
$$r = \frac{mv}{qB} = \frac{(1.67\times10^{-27}\,\text{kg})(5.0\times10^{6}\,\text{m/s})}{(1.6\times10^{-19}\,\text{C})(0.1\,\text{T})}$$

$$\Rightarrow r = 5.2\times10^{-2}\ \text{m}=5.2\ \text{cm}$$

المجال المغناطيسي الناشئ عن سلك يمر فيه تيار كهربائي

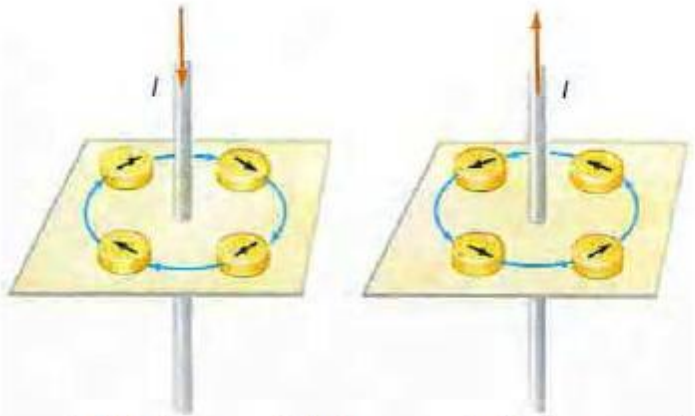
المجال المغناطيسي (Magnetic Field) هي قوة مغناطيسية تنشأ في الحيز المحيط بالجسم المغناطيسي أو الموصل الذي يمر به تيار كهربائي. إذا وضعت إبرة بوصلة في المجال المغناطيسي ذو قوة ما فأنها توجه نفسها في اتجاه معين في كل جزء من المجال، والخطوط المرسومة في اتجاه الإبرة عند النقط المختلفة تحدد الوضع العام للخطوط التي هي عليها القوة المغناطيسية في المجال. يمكن مشاهدة توزيع المجال المغناطيسي بنثر برادة حديد على ورقة موضوعة على قضيب مغناطيسي أو ورقة يمر خلالها سلك يمر به تيار كهربائي.

في عام 1820 اكتشف الفيزيائي الدنماركي هانز اورستيد علاقة بين مرور تيار في سلك كهربائي ووجود مجال مغناطيسي حوله. فقد لاحظ أنه إذا وضع بوصلة صغيرة قرب سلك بأنها تنحرف عند مرور تيار كهربائي فيه بينما تعود لوضعها الأصلي عند انقطاع التيار، كما هو موضح بالشكل (أدناه



(أ) لايوجد تيار والبوصلة في وضعها الطبيعي (ب) التيار مار والبوصلة تنحرف

ولاحظ أورستيد ايضا أن قطبي البوصلة لايتجهان نحو أو بعيدا عن السلك بل يأخذان منحى دائريا، كما في الشكل أدناه ، فاستنتج أن خطوط المجال المغناطيسي الناتج عن السلك تتجه بعكس عقارب الساعة عندما يتحرك التيار فيه للأعلى ومع عقارب الساعة إذا تحرك للأسفل.



(أ) التيار يتحرك للأعلى (ب) التيار يتحرك للأسفل

ويمكن أن نجد خطوط المجال المغناطيسي لتيار مار في سلك مستقيم بواسطة **قاعدة اليد اليمنى** وذلك بتوجيه إبهام اليد اليمنى باتجاه التيار فيكون اتجاه خطوط المجال المغناطيسي مع حركة بقية أصابع اليد حول التيار، كما هو موضح بالشكل

فأصل الخاصية المغناطيسية في الأجسام إذا هي التيارات الكهربائية. ويتم عادة الحصول على مجالات مغناطيسية بعدة طرق من أشهرها **الملفات الاسطوانية** حيث يلف سلك على محيط اسطوانة طويلة فيتولد مجال مغناطيسي على امتداد محورها وكأنه قضيب مغناطيسي، كما في الشكل