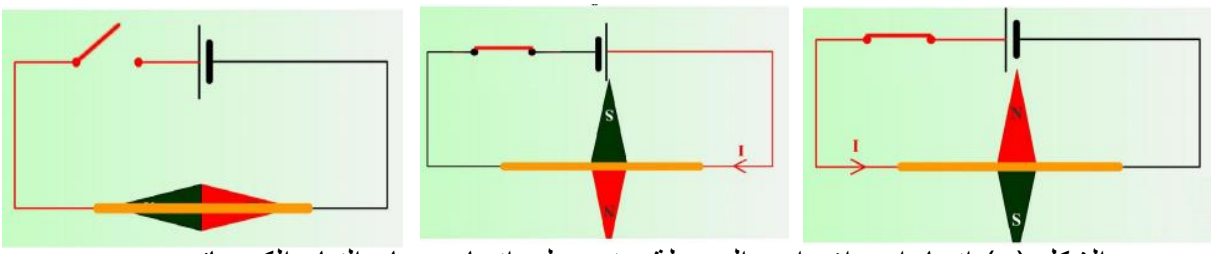
6- 1-المجال المغناطيسي (Magnetic Field)

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

يطلق المجال المغناطيسي على المنطقة المحيطة بالمغناطيس أو الموصل الذي يمر فيه تيار كهربائي، حيث يعبر عن توزيع القوة المغناطيسية. فأذا مر تيار كهربائي خلال موصل طويل . ثم وضعت بوصلة قريباً من هذا الموصل نلاحظ أن عند بدء امرار التيار فان البوصلة تنحرف .كما نلاحظ بأن اتجاه هذا الانحراف يعتمد على اتجاه سريان التيار كما موضح في الشكل (1).



الشكل (1) اتجاه انحراف ابرة البوصلة يعتمد على اتجاه سريان التيار الكهربائي

ان الحيز المحيط بالموصل والذي يمكن فيه ملاحظة هذا التأثير يدعى بالمجال المغناطيسي (magnetic field) للموصل. كما تدعى القوة المسببة لانحراف ابرة البوصلة بالقوة المغناطيسية . واذا قمنا بتجربة تحريك بوصلة بشكل مستمر باتجاه قطبها الشمالي يمكن الحصول على صورة للمجال المغناطيسي . واذا ما اجرى ذلك دون اي انحراف بابرة البوصلة حصلنا على ممر كامل بشكل دائرة حولة الموصل ويقال عن هذا الممر بأنه يوصل (link) الموصل (يعني ان خطوط المجال المغناطيسي تحيط بالموصل وبهذا تشكل حلقة وصل او حلقات وصل حوله) .

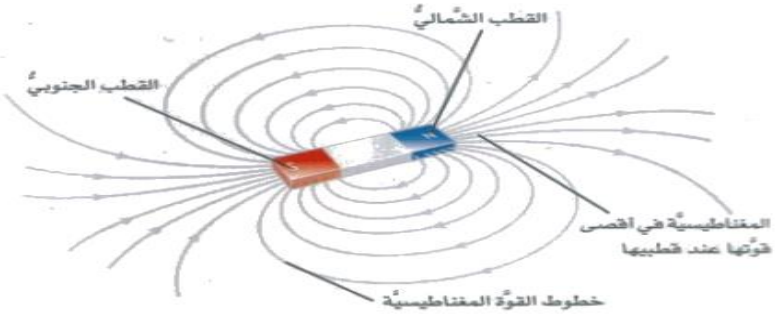
❖ خصائص المجال المغناطيسي

يمتاز المجال المغناطيسي بعدد من الخصائص موضحة في الشكل (2) وأهمها ما يلي:

1- تؤثر قوة خطوط المجال المغناطيسي داخل المغناطيس من القطب الجنوبي إلى الشمالي بينما تؤثر خارج المغناطيس من القطب الشمالي إلى الجنوبي، حيث إنّ خطوط المجال بحد ذاتها لا تتحرك لكنها كميات متجهة تمتلك قوة وإتجاهاً.
2- من المستحيل أن تتقاطع خطوط المجال المغناطيسي.
3- يمتاز المجال المغناطيسي بتساوي القوى في أي نقطة فيه، حيث إنّ جميع خطوط المجال المغناطيسي تمتلك نفس القوة.

4- تقل قوة المجال المغناطيسي بزيادة المسافة ما بين القطبين.
5- يمكن رؤية المجال المغناطيسي بما في ذلك خطوط المجال بسهولة باستعمال براده الحديد المنثورة على سطح ورقة تقع داخل المجال المغناطيسي. كما تم التطرق له مسبقاً .

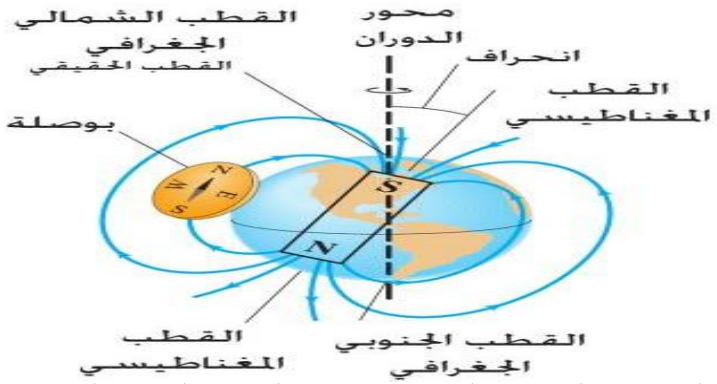
لا يوجد نقطة بداية أو نقطة نهاية لخطوط المجال المغناطيسي بحيث دائماً تشكل حلقة مغلقة ما بين داخل المغناطيس وخارجه



2-6– المجال المغناطيسي للأرض

المجال المغناطيسي للأرض موضح في الشكل ادناه حيث يكون نمط خطوط المجال كما لو كان هناك قضيب مغناطيسي تخيلي داخل الأرض. ولان القطب الشمالي (N) لأبرة البوصلة يشير الى الشمال ، فأن القطب المغناطيسي الأرضي الذي يكون باتجاه الشمال الجغرافي هو القطب الجنوبي (S) ، كما يستنتج من الشكل (3).تذكر ان القطب الشمالي لمغناطيس يتجاذب مع القطب الجنوبي لمغناطيس اخر.القطب الارضي الموجود في الشمال ما زال يسمى القطب الشمالي المغناطيسي او القطب الشمالي الجيومغناطيسي ببساطة لانه يقع في الشمال .ويندرج هذا الكلام على القطب الجنوبي المغناطيسي الذي يكون بالقرب من القطب الجنوبي الجغرافي مع انه في الواقع من الناحية المغناطيسية قطب شمالي (N) .ان الاقطاب المغناطيسية الارضية لا تتطابق مع الاقطاب الجغرافية التي تقع على محور دوران الارض .فالقطب الشمالي المغناطيسي مثلاً يقع في منطقة كندية،

ويبعد (900 Km) عن القطب الشمالي الجغرافي (او القطب الحقيقي) وهذا الفرق يجب ان يؤخذ الحسبان عند استخدام البوصلة .



الشكل(3) تبدو الارض كمغناطيس ضخم ولكن اقطابها المغناطيسية ليس باتجاة الاقطاب الجغرافية التي تقع على محور دوران الارض

لاحظ الشكل ان المجال المغناطيسي الارضي في معظم المواقع ليس مماساً على سطح الارض تعرف الزاوية التي يصنعها المجال المغناطيسي مع الاتجاه الافقي عند اي نقطة بزاوية الانحدار (angle of dip)

3-6-شدة المجال المغناطيسي Magnetic Field Strength

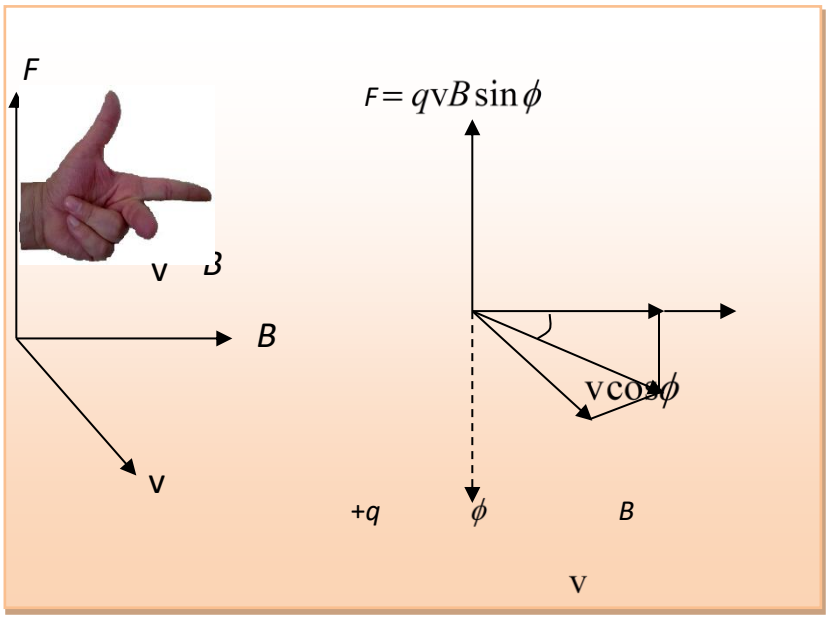
ذكرنا سابقا أن الإبرة المغناطيسية تنحرف عند وضعها بالقرب من سلك يحمل تياراً كهربائياً، والتيار كما عرفناه هو نتيجة لحركة شحنات كهربائية وان انحراف الإبرة المغناطيسية هو بسبب تأثرها بقوة المجال المغناطيسي الذي أنتجته هذه الشحنات الكهربائية المتحركة. وهكذا ساد الاعتقاد منذ ذلك الوقت على أن جميع الظواهر المغناطيسية تتولد من قوى تنتج من شحنات كهربائية متحركة، لذا وجدنا من الأفضل البحث في المجال المغناطيسي المتولد في الفضاء حول شحنة متحركة ثم في القوى التي يسلطها هذا المجال على شحنة أخرى تتحرك فيه.

أن أي شحنة متحركة تولد مجالاً مغناطيسياً في الفضاء المحيط بها إلى جانب المجال الكهربائي المحيط بها في حالتي الحركة والسكون. وهنا لابد من الإشارة إلى أن أي شحنة كهربائية سواء كانت ساكنة أم متحركة داخل مجال كهربائي سوف تتأثر به بينما يشترط أن تكون هذه الشحنة متحركة لكي تتأثر بالمجال المغناطيسي. كما أن المجال الكهربائي المتولد من الشحنات الكهربائية المتحركة أو من التيارات الكهربائية، غالباً ما يكون صغيراً بحيث يمكن إهمال القوة الكهربائية التي يسلطها هذا المجال على شحنة متحركة إذا ما قورنت بالقوة المغناطيسية المؤثرة على تلك الشحنة.

تتأثر المواد المغناطيسية وكذلك الشحنات الكهربائية المتحركة بقوة المجال المغناطيسي عند تواجدها في المجال المؤثر لمغناطيس. فإذا ما تحركت شحنة كهربائية خلال ذلك المجال لتأثرت بقوة جانبية بالإضافة إلى ما كان عليها من قوى سابقة (إلا إذا كانت الشحنة الكهربائية متحركة باستقامة المجال حيث مقدار القوة المؤثرة عليها صفراً) تحرفها عن اتجاه حركتها الأصلي.

أن هذه القوة التي تدعى بالقوة المغناطيسية تبلغ أقصى قيمة لها عندما تكون حركة الشحنة الكهربائية باتجاه عمودي على المجال، أي الحالة التي تكون بها سرعة الشحنة المتحركة v تصنع زاوية $\phi = 90$ مع المجال.

أما إذا كانت سرعة الشحنة ليست عمودية على اتجاه المجال وإنما تصنع زاوية $0 < \phi > 90$ مع المجال فعندئذ يكون مقدار القوة المغناطيسية يتناسب طردياً مع مركبة السرعة العمودية على المجال ومقدارها $v\sin\theta$ إضافة إلى مقدار الشحنة q كما في الشكل.



كما هو الحال في تعريف شدة المجال الكهربائي سوف نعطي تعريفاً لشدة المجال المغناطيسي B في أية نقطة بدلالة القوة المغناطيسية المؤثرة على شحنة متحركة في المجال وعلى النحو الآتي:

$$B = \frac{F}{qv\sin\phi}$$

$$F = B(qv\sin\phi) \qquad (1)$$

ويمكن كتابة المعادلة (1) بجبر المتجهات على النحو الآتي:

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

ومن خصائص هذه المعادلة أن القوة $\vec{F}$ تكون دائماً عمودية على كل من $\vec{B}$ و $\vec{v}$. ويمكن تحديد اتجاه القوة المغناطيسية باستعمال قاعدة اليد اليسرى الموضحة في الشكل ، حيث يشير الإبهام إلى اتجاه F أما الإصبع الوسطى فيشير إلى اتجاه حركة الشحنة أي السرعة v فيما تشير السبابة إلى اتجاه المجال المغناطيسي B.

ويجب الانتباه إلى أن قاعدة اليد اليسرى تطبّق على الشحنات الموجبة، أما في حالة تطبيقها على الشحنات المتحركة السالبة فيتحتم عكس اتجاه القوة كما في الشكل (11). عند قياس F بالنيوتن و q بالكولوم و v بالمتر/ثانية تصبح وحدة B $\frac{\text{نيوتن}}{\text{كولوم . متر / ثانية}}$ أو $\frac{\text{نيوتن}}{\text{امبير - متر}}$ وهذا يساوي تسلا وفي نظام الوحدات cgs يقاس B بوحدة الكاوس حيث أن 1 تسلا تعادل 10^4 كاوس.

مثال

ما مقدار واتجاه القوة المؤثرة على إلكترون يتحرك بسرعة $12\times10^5 m/\sec$ شاقولياً إلى الأعلى حال دخوله مجال مغناطيسي منتظم $B=0.5T$ يؤثر باتجاه الغرب.

الحل :

من المعادلة (1) نجد أن مقدار القوة التي تؤثر على إلكترون هي :

$$F = qvB\sin 90$$
$$= 1.6\times10^{-19}\times12\times10^5\times0.5\times1$$
$$= 2.6\times10^{-14}\,N$$

واتجاه القوة نحو الشمال.