سلسلة دروس و تمارين في مادة العلوم الفيزيائية- ثانية ثانوي

إعداد الأستاذ : فرقاني فارس

08 عرض نظري مفصل

الشعب : علوم تجريبية
رياضيات ، تقني رياضي

الظواهر الكهربائية

مفهوم الحقل المغناطيسي

****

www.sites.google.com/site/faresfergani

تاريخ آخر تحديث : 2013/03/22

1- مفاهيم عامة :

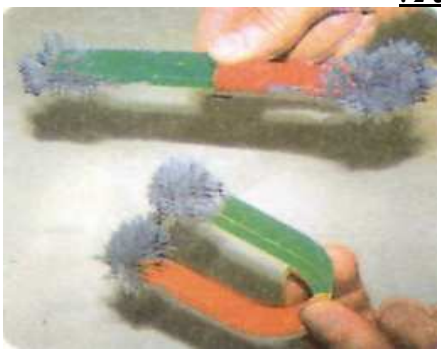
أ- تعريف المغناطيس :

- المغناطيس هو كل جسم يمتاز بخاصية جذب برادة الحديد و يجذب أيضا الحديد و الفولاذ و النيكل و الكوبالت و كل السبائك التي تحتوي على هذه المعادن .

- يمتاز المغناطيس مهما كان شكله (الشكل-1) بمنطقتين تتمركز فيها برادة الحديد عند تقريبه منها ، نسمي هاتين المنطقتين قطبي المغناطيس (الشكل-2) .

الشكل-1 :

الشكل-2 :



ب- المغانط الدائمة و المغانط المؤقتة :

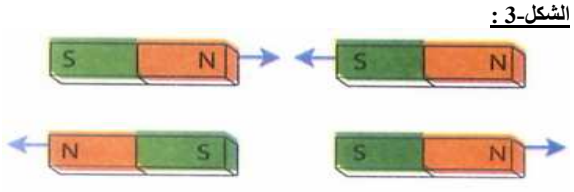
- المغناطيس الدائم هو كل جسم يمتلك خاصية المغانط (جذب برادة الحديد) و يحافظ عليها .

- المغناطيس المؤقت هو كل جسم يكتسب خاصية المغانط في ظروف معينة أو تحت تأثير مغناطيس و يفقد هذه الخاصية عند غياب هذه الظروف أو زوال التأثير .

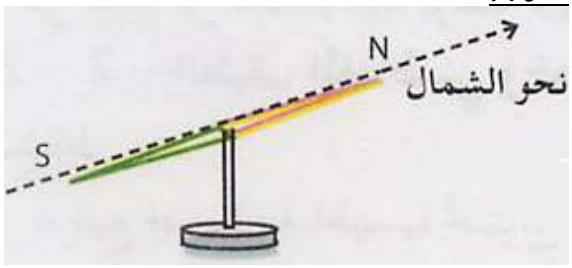
جـ- قطبا المغناطيس :

- للمغناطيس قطبين من نوعين مختلفين شمالي (N) و جنوبي (S) ، حيث أن قطبين من نفس النوع يتنافران و قطبين من نوعين مختلفين يتجاذبان .

الشكل-3 :



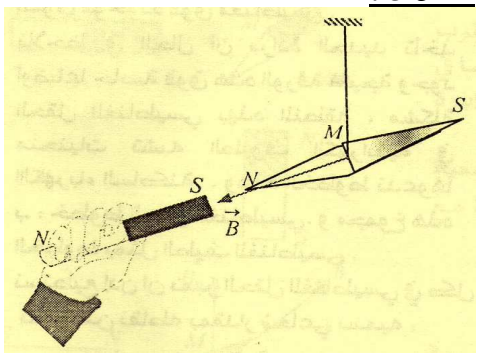
الشكل-4 :



د- تعيين قطبي المغناطيس :

- الإبرة المغناطيسية عبارة عن إبرة فولاذية ممغنطة يمكنها الدوران حول محور .
- عندما تكون الإبرة المغناطيسية بعيدة عن كل التأثيرات المغناطيسية ، مثل مغناطيس بجوارها أو قطعة حديدية ، أو تيار كهربائي فإن الإبرة تأخذ وضعا موازيا تقريبا للخط الجغرافي (شمال- جنوب) لذا اصطلح تسمية قطبها الموجه نحو الشمال بالقطب الشمالي N و الآخر الموجه نحو الجنوب بالقطب الجنوبي .

الشكل-5 :



ملاحظة :

- عند وضع إبرة مغناطيسية أمام مغناطيس تأخذ الإبرة وضع تكون فيه مع المغناطيس في نفس الحامل ، كما يتجه دوما وجهها الشمالي إلى القطب الجنوبي للمغناطيس ، وعليه يمكن تحديد قطبي مغناطيس من خلال الإبرة المغناطيسية حيث يتجه القطب الجنوبي للإبرة إلى القطب الشمالي للقضيب المغناطيسي (الشكل-5) .

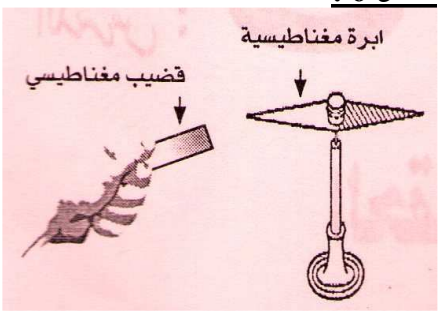
2- مفهوم الحقل المغناطيسي :

أ- تعريف الحقل المغناطيسي :

نشاط :

1- نقرب من إبرة مغناطيسية حرة الحركة و قابلة للدوران حول محورها قضيبا مغناطيسيا . ماذا تلاحظ ؟ بماذا تفسر ذلك .

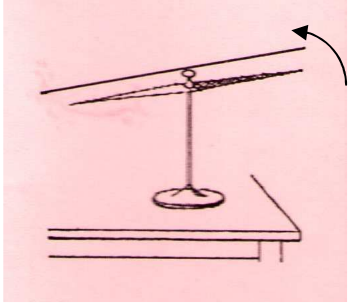
الشكل-6 :



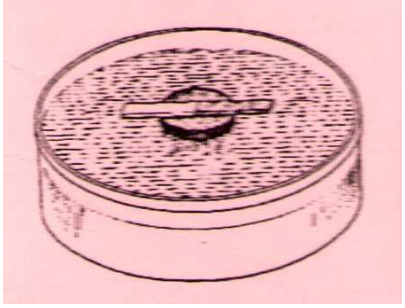
2- نجعل تيارا كهربائيا يجتاز سلكا ناقلا موازيا لمحور إبرة مغناطيسية بعد استقرارها . ماذا تلاحظ ؟ بماذا تفسر ذلك ؟

3- نضع مغناطيس فوق قطعة فلين تسبح على سطح الماء و نتركها حرة ، ماذا تلاحظ ؟ بماذا تفسر ذلك ؟

الشكل-7 :



الشكل-8 :



تحليل النشاط :

1- نلاحظ أن الإبرة المغناطيسية تتحرك و تدور حول محورها محاولة الاقتراب من المغناطيس ، يدل هذا على أن الإبرة المغناطيسية موجودة ضمن حقل مغناطيسي .

2- نلاحظ حالا انحراف هذه الإبرة في جهة معينة ، مما يدل على أن الإبرة المغناطيسية موجودة ضمن حقل مغناطيسي ناتج عن مرور التيار الكهربائي .

3- نلاحظ أن قطعة الفلين تدور بزاوية معينة حتى يصبح المغناطيس في اتجاه الشمال فتستقر في هذه الوضعية ، يدل هذا على أن المغناطيس موجودة ضمن حقل مغناطيسي ناتج عن الأرض .

نتيجة- تعريف :

- الحقل المغناطيسي هو حيز من الفراغ ، لو يوضع في جسم ممغنط مثل إبرة مغناطيسية أو جسم قابل للتمغنط مثل برادة الحديد يخضع إلى قوة تسمى قوة مغناطيسية .

- للحقل المغناطيسي ثلاث مصادر أساسية .

- مغناطيس طبيعي .
- تيار كهربائي .
- الأرض (حقل مغناطيسي أرضي) .

- نكشف عن وجود حقل مغناطيسي في منطقة ما بواسطة إبرة مغناطيسية أين تأخذ وضع مستقر معين ، بمعنى لو نحرك إبرة مغناطيسية في حالة توازن تعود إلى وضع توازنها الأصلي .

ب- خطوط الحقل المغناطيسي :

نشاط :

1- ضع قضيبا مغناطيسيا تحت ورق شفاف أو ورق مقوى . ذر كمية من برادة الحديد حول موضع المغناطيس ثم انقر على الورقة بلطف ، ماذا تلاحظ ؟

2- خذ إبرة ممغنطة صغيرة و ضعها في نقاط مختلفة بجانب المغناطيس ، ثم قم بتجويلها وفق أحد الخطوط المتشكلة . ماذا تلاحظ ؟ قارن تجاه الإبرة المغناطيسية بالنسبة لقطبي المغناطيس .

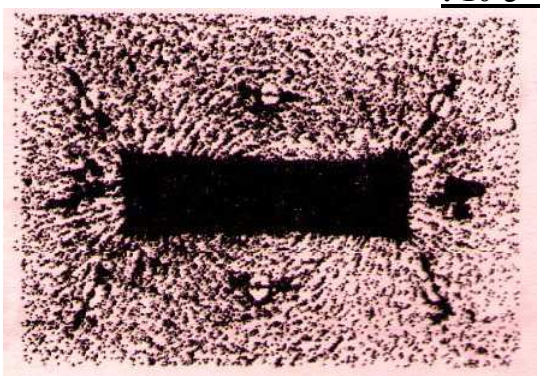
3- أعد نفس خطوات التجربة باستعمال مغناطيسي على شكل الحرف U و أجب على نفس الأسئلة . ماذا تستنتج ؟

تحليل النشاط :

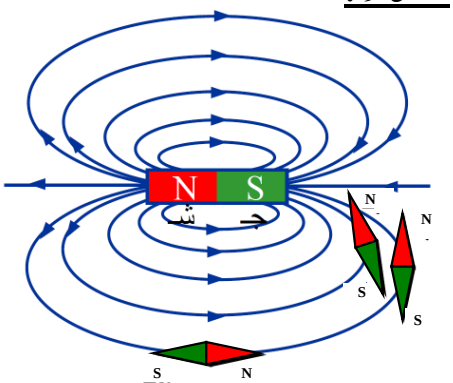
1- نلاحظ اصطفاف و ترتيب البرادة وفق خطوط وهمية منحنية متوازية بين القطبين و متباعدة عندهما مشكلة أشكالا مميزة كما في (الشكل-10)

2- نلاحظ أن الإبرة المغناطيسية تستقر دوما في وضع تكون فيه مماسية للخط الذي تشكله برادة الحديد ، و هي متجهة دوما بشكل يكون فيه الخط الخارج من القطب الشمالي N للمغناطيس داخل من قطبها الشمالي و خارج من قطبها الجنوبي متجها نحو القطب الجنوبي S للمغناطيس (الشكل-9) .

الشكل-10 :

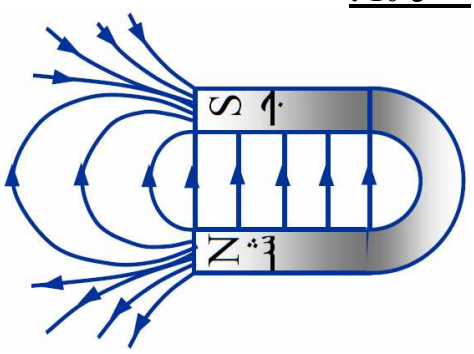


الشكل-9 :

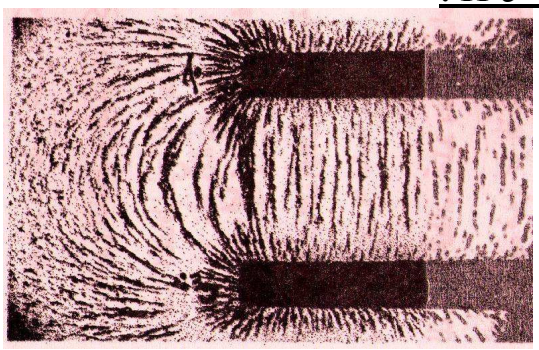


3- عند إعادة التجربة باستعمال مغناطيس على شكل حر U نحصل على نفس الملاحظة السابقة مما يدل على أن لخطوط الحقل المغناطيسي اتجاه معين يتعلق بقطبي المغناطيس المولد لهذا الحقل .

الشكل-10 :



الشكل-11 :



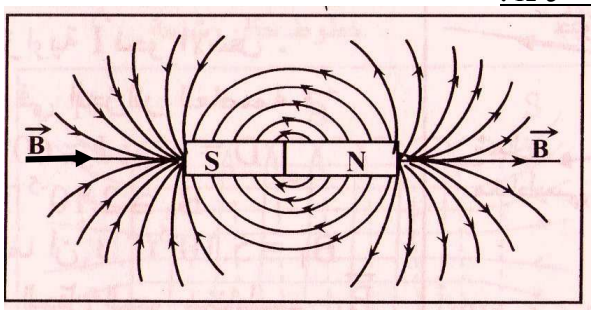
نتائج :

- عند ذر برادة الحديد على سطح يحتوي تحته مغناطيسيا ، نلاحظ توزيع حبيبات البرادة وفق خطوط وهمية تربط بين القطبين و شكل هذه الخطوط يتغير بتغير مصدر الحقل المغناطيس .
- من مميزات هذه الخطوط استقرار إبرة مغناطيسية صغيرة ، موضوعة في إحدى نقاطها في وضع مماسي للخط المار من تلك النقطة .
- عند تغيير موضع الإبرة المغناطيسية على نفس الخط تبقى هذه الأخيرة دائما مماسية له محافظة على نفس الإتجاه .

تعريف :

- عند ذر برادة الحديد على سطح يحتوي تحته مغناطيسيا ، نلاحظ توزيع حبيبات البرادة وفق خطوط وهمية تربط بين القطبين تسمى **خطوط الحقل المغناطيسي** أو **طيف الحقل المغناطيسي** ، و شكل هذه الخطوط يتغير بتغير مصدر الحقل المغناطيس .
- لخطوط الحقل المغناطيسي جهة تكون بشكل تخرج فيه من القطب الشمالي للمغناطيس و تدخل من القطب الجنوبي له ، (الشكل-12)

الشكل-12 :



د- الحقل المغناطيسي مقدار شعاعي :

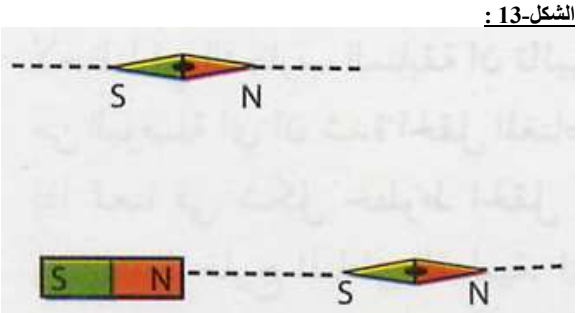
نشاط :

1- ضع ابرة مغناطيسية صغيرة بعيدة عن كل تأثير مغناطيسي و دعها تستقر ، ثم قرب منها وفق محورها S-N القطب الشمالي لقضيب مغناطيسي (الشكل-13) . ماذا يحدث ؟

2- قرب من الإبرة المغناطيسية وفق محورها S-N القطب الجنوبي للقضيب . ماذا يحدث ؟

3- أبعد القضيب و اترك الإبرة المغناطيسية تستقر ثم قرب منها القطب الشمالي للمغناطيس وفق خط يصنع زاوية كيفية مع محورها S-N . ماذا تلاحظ ؟ وقف القضيب عندما ينطبق محور الإبرة المغناطيسية على محوره . علم هذا الوضع .

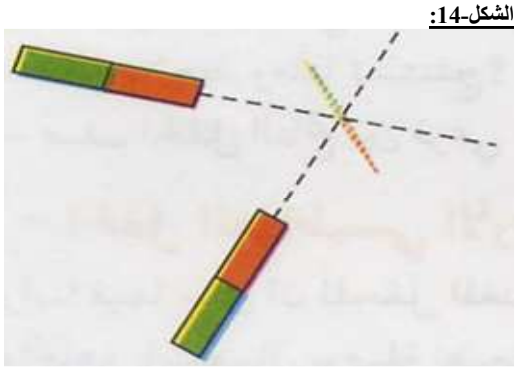
الشكل-13 :



4- أبعد القضيب الأول ثم أعد التجربة بتقريب القطب الشمالي لقضيب آخر وفق خط كيفي يختلف عن السابق ، ماذا تلاحظ ؟ علم الوضع الذي عنده ينطبق محور البوصلة على محوره .

5- ضع الآن القضيبين في الموضعين المحددين سابقا ليؤثرا معا على البوصلة (الشكل-14) . كيف يكون وضع الإبرة المغناطيسية في هذه الحالة ؟

الشكل-14:



تحليل النشاط :

1- تتوجه الإبرة المغناطيسية وفق محور المغناطيس بحيث يتجه قطبها الجنوبي S نحو قطبها الشمالي N للمغناطيس كما في (الشكل-13) .

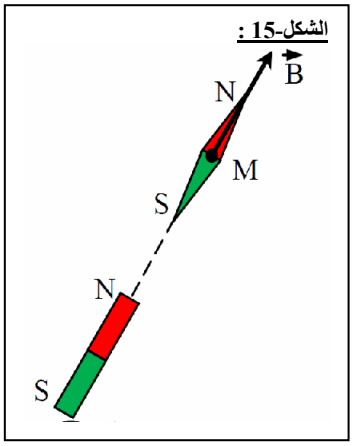
2- تدور الإبرة ليتجه قطبها الشمالي باتجاه القطب الجنوبي للمغناطيس .

3- تدور الإبرة بمقدار الزاوية الكائنة بين محورها و محور القضيب لتستقر في الوضع الذي ينطبق فيه محورها مع محور القضيب المغناطيسي (الشكل-15) .

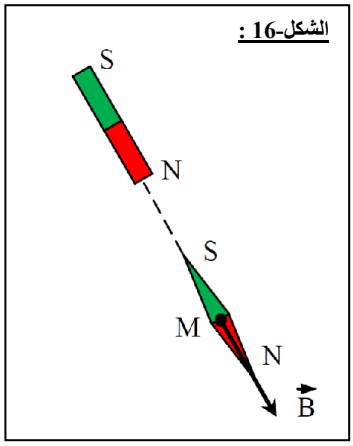
4- تدور الإبرة بمقدار الزاوية الكائنة بين محورها و محور القضيب لتستقر في الوضع الذي ينطبق فيه محورها مع محور القضيب المغناطيسي (الشكل-16)

5- يكون وضع الإبرة المغناطيسية في هذه الحالة وفق محصلة التأثيرين السابقين (الشكل-17) .

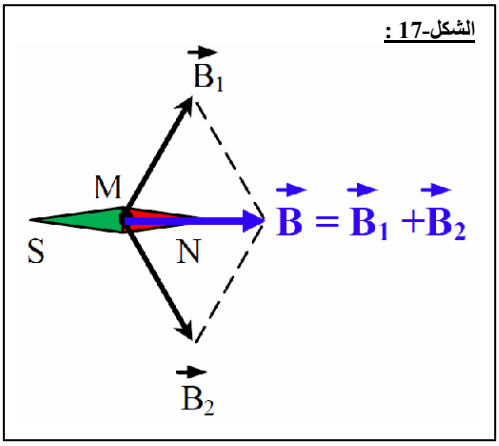
الشكل-15 :



الشكل-16 :



الشكل-17 :



نتيجة :

للحقل المغناطيسي شدة و حامل و جهة ومنه يمكن نمذجته في نقطة من نقاط الفضاء بشعاع ، هذا ما تبينه نتائج التجربة الأخيرة حيث لا يمكن تفسير الوضع الذي تأخذه البوصلة تحت تأثير حقلين مغناطيسيين إلا باعتبار أنها خاضعة لحقل واحد ناتج عن المجموع الشعاعي لحقلي القضيبين .

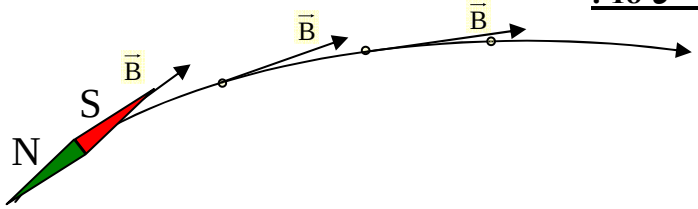
تعريف :

- يتميز الحقل المغناطيسي في كل نقطة M من نقاطه بشعاع يسمى شعاع الحقل المغناطيسي يرمز له بـ $\vec{B}$ و وحدة طويلته التسلا يرمز لها بـ T ، يتميز بالخواص التالية :

- نقطة تطبيقه هي النقطة M المعتبرة .
- حامله منطبق على حامل إبرة مغناطيسية موضوعة في النقطة المعتبرة .
- جهته من جنوب نحو شمال الإبرة المغناطيسية (S→N) .

- شعاع الحقل المغناطيسي يكون مماسي لخط الحقل المغناطيسي في كل نقطة من نقاطع ، كما أن جهته هي جهة الحقل المغناطيسي .

الشكل-18 :



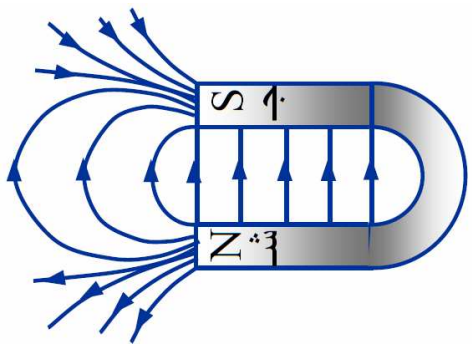
هـ- الحقل لمغناطيسي المنتظم :

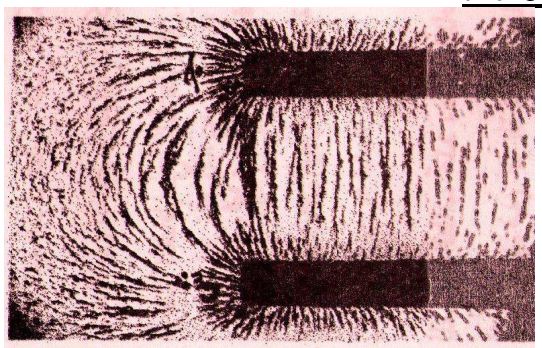
- يكون الحقل المغناطيسي منتظما ، عندما تكون خطوطه متوازية ، و عندها تنطبق أشعة الحقل المغناطيسي على خطوطه و يكون لها نفس الشدة في جميع النقاط .

مثال :

بين فكي مغناطيس على شكل حرف U يكون الحقل المغناطيسي منتظم (الشكل-19) .

الشكل-19 :





3- الحقل المغناطيسي الأرضي :

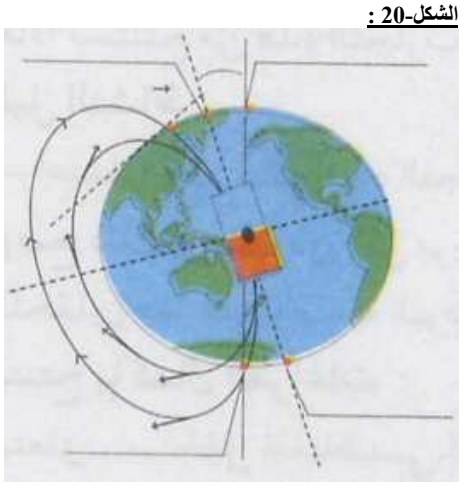
أ- تعريف الحقل المغناطيسي الأرضي :

- إذا وضعنا إبرة مغناطيسية بعيدا عن أي تأثير مغناطيس أو تيار كهربائي ، نلاحظ أن الإبرة تأخذ وضع مستقر و إذا قمنا بتحريكها تعود إلى وضعها الأصلي ، هذا يدل أن الإبرة المغناطيسية موجودة ضمن حقل مغناطيسي ناتج عن الأرض يسمى الحقل المغناطيسي الأرضي .

- الدراسة التجريبية للحقل المغناطيسي أدت إلى أنه يمكن اعتبار الأرض عبارة عن مغناطيس ضخم (الشكل-20) .

- تتغير شدة الحقل المغناطيسي الأرضي من بقعة لأخرى على كوكب الأرض حسب موضعها الجغرافي و لكن يمكن اعتبار شدة الحقل المغناطيسي الأرضي في تلك المنطقة منتظما بتقريب معقول و هذا ما نلاحظه عند وضع عددا من البوصلات موزعة في منطقة ، فتبدو كلها متوازية .

الشكل-20 :

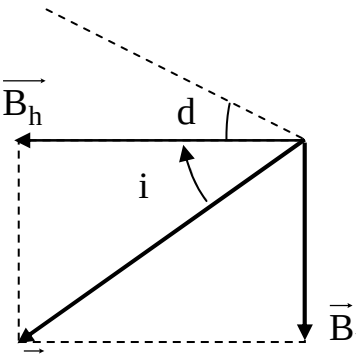


ب- زاوية الإنحراف :

- أثبتت القياسات أن الإبرة المغناطيسية في الحقل المغناطيسي الأرضي لا تتجه تماما نحو القطب الشمالي الجغرافي بل تنحرف عنه بزاوية d و تميل مع الأفق بزاوية i ، كما تكون ضمن مستوي يدعى مستوى الزوال المغناطيسي (الشكل-21) .

الشكل-21 :

الشكل-22:



$\vec{B}$: شعاع الحقل المغناطيسي الأرضي ، $\vec{B_h}$: المركبة الأفقية لشعاع الحقل المغناطيسي الأرضي ، $\vec{B_v}$: المركبة الشاقولية لشعاع الحقل المغناطيسي ، d : مقدار الإنحراف ، i : زاوية الميل .

- دُرس الحقل المغناطيسي الأرضي بدقة و تم تحديد قيمة زاويتي الميل و الانحراف في جميع مناطق الأرض و دونت في جداول و خرائط و هي تميز بكل دقة الموقع الجغرافي لأي بقعة من كوكب الأرض و تستعمل خاصة في الملاحة البحرية و الجوية .

قيم i ، d ، B في بعض المناطق :

الموقع	d(°)	I(°)	B(nT)
الجزائر	5	50	40000
باريس	5	64	47000
القطب الشمالي	0	90	56000

ملاحظات :

- يشكل الحقل المغناطيسي الأرضي غلافا واقيا حيث أنه يحمي الأرض من تأثيرات الإشعاع الكوني الظار الوارد من الفضاء الخارجي خاصة الشمسية منها فهو ذو أهمية كبيرة على إمكانية الحياة على كوكب الأرض .
- يقع حاليا القطب الشمالي المغناطيسي في شمال كندا تقريبا و القطب الجنوبي في جنوب المحيط الهندي .
- يبقى تأثير المجال المغناطيسي معتبرا في منطقة واسعة من الفضاء أبعادها المتغيرة خلال الزمن تقدر بحوالي عشرة أضعاف نصف قطر الأرض من جهة الشمس و ألاف المرات نصف قطرها من الجهة المعاكسة .
- لم يتوصل الإنسان إلى إكتشاف أعماق الأرض ، لذا لجأ إلى وضع فرضيات لتفسير خواصها المغناطيسية ، حيث افترض أن جوف الأرض يتشكل من نواة (اللب) معدنية نصف قطرها يساوي حوالي 3500Km و هي مكونة أساسا من الحديد ، جوفها الداخلي صلب محاط بطبقة خارجية مائعة (سائلة) . ينشأ الحقل المغناطيسي عندما تتحرك هاتان الطبقتان من اللب حول بعضهما البعض .
- أظهرت قياسات الحقل المغناطيسي الأرضي التي أجريت في مختلف نقاط الأرض منذ منتصف القرن السادس عشر تغير في شدته و جهته في نفس المكان . كما أثبتت الدراسات الجيولوجية المتعلقة بحمم البراكين ذات المغنطة الحديدية أن الحقل المغناطيسي الأرضي غير جهته عدة مرات خلال العصور السابقة .

4- الحقل المغناطيسي المتولد عن تيار كهربائي :

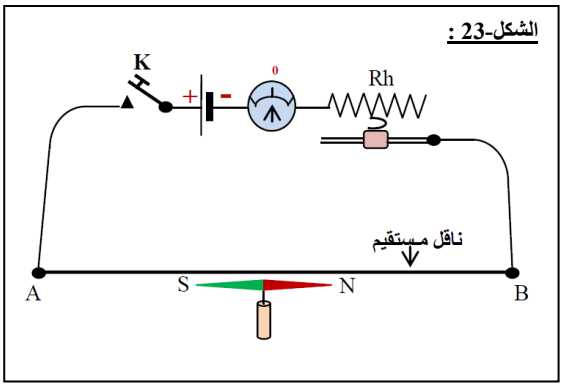
أ- تجربة أورستد :

- أول من اكتشف تجريبيا أثر التيار الكهربائي على مغناطيس هو العالم الدانماركي أرستد في سنة 1820 الذي لاحظ انحراف بوصلة كانت موضوعة بجوار سلك ناقل إثر مرور تيار كهربائي فيه ، و بعد إعادته للتجربة و التأكد من أن سبب الانحراف يعود فقط لمرور التيار ، توصل إلى النتيجة التالية :

" يمكن للحقل المغناطيسي أن ينشأ عن مرور تيار كهربائي بناقل ، حيث أن ابرة مغناطيسية متوازنة موجودة بجوار الناقل يمكنها أن تنحرف يمينا و شمالا ، كما أن جهة ومقدار الإنحراف تتعلق بجهة و شدة التيار الكهربائي المار بالناقل "

نشاط :

الشكل-23 :



بواسطة بطارية ، أسلاك توصيل ، إبرة مغناطيسية . نحقق التركيب الموضح في (الشكل-23) التالي :

1- ضع الإبرة المغناطيسية على طاولة بعيدة عن كل تأثير مغناطيسي و اتركها تستقر ثم اجعل سلكا مستقيما فوق البوصلة في وضع يوازي المحور N-S للإبرة المغناطيسية ، بعد ذلك اربط أحد طرفي السلك بالقطب السالب للبطارية . هل يؤثر السلك على الإبرة المغناطيسية ؟

2- أغلق الدارة بلمس القطب الموجب بالطرف الثاني للسلك (وصل قصير) ، ثم أعد فتحها . ماذا تلاحظ ؟

3- في رأيك ما هو سبب انحراف الإبرة المغناطيسية عن وضعها ؟ علل .

4- كيف تفسر انحراف الإبرة المغناطيسية عن وضعها إثر مرور التيار و رجوعها إلى وضعها الابتدائي بعد فتح الدارة ؟

5- أعد التجربة بتغيير وضعية السلك بالنسبة للإبرة المغناطيسية (موازيا لها ومن تحتها ، موازيا لها و في نفس المستوي الأفقي ، السلك عمودي على المحور S-N للإبرة المغناطيسية ....) ماذا تلاحظ ؟

6- أعد التجربة باستعمال سلك مغطى بعازل ثم بآخر معرى من العازل . ماذا تلاحظ ؟

7- استبدل السلك النحاسي بسلك من الألمنيوم . ماذا تلاحظ ؟

8- هل يمكن استعمال سلك من حديد ؟ علل .

تحليل النشاط :

1- لا يؤثر السلك على الإبرة المغناطيسية .

2- نلاحظ انحراف الإبرة المغناطيسية عند غلق الدارة و عودتها إلى وضع استقرارها عند فتح الدارة .

3- سبب انحراف الإبرة عن وضعها هو مرور التيار الكهربائي في السلك بدليل استقرارها في وضع جديد عند غلق الدارة و مرور تيار في السلك و عودتها إلى وضعها الابتدائي أثناء قطع التيار .

4- إنحراف الإبرة عن وضعها إثر مرور التيار يرجع إلى نشوء حقل مغناطيسي جديد إضافة إلى الحقل المغناطيسي الأرضي لذلك تنحرف الإبرة لتأخذ الوضع المحصل الناجم عن مجموع الحقلين (المركبة الأفقية للحقل الأرضي + حقل التيار) أما عودة الإبرة إلى وضعها الإبتدائي بعد فتح الدارة فهو بسبب إنعدام حقل التيار و خضوع الإبرة فقط لتأثير المركبة الأفقية للحقل الأرضي .

5- نلاحظ في جميع الحالات تأثر الإبرة بمرور التيار في السلك مما يدل على نشوء حقل مغناطيسي في الفضاء المحيط بالسلك اثناء مرور التيار فيه .

6- نلاحظ انحراف الإبرة المغناطيسية حتى بوجود العازل مما يدل على أن الحقل المغناطيسي المتولد عن التيار لا يتعلق بالعازل .

7- تتأثر كذلك الإبرة افبرة بسبب نشوء حقل مغناطيسي ناتج عن التيار المار بسلك الألمنيوم لأن الألمنيوم معدن غير ممغنط مثل النحاس .

8- لا يمكن استعمال سلك من الحديد أو فولاذ أو كوبالت .... لأن هذه المواد تمتاز بخاصية التمغنط (انجذاب نحو الإبرة المغناطيسية و المغانط بصفة عامة) .

نتيجة :

- يتولد حقل مغناطيسي إثر مرور تيار كهربائي في النواقل غير الممغنطة و تصبح بذلك هذه النواقل عبارة عن مغانط مؤقتة .
- تتعلق خصائص الحقل المغناطيسي الناتج عن التيار الكهربائي بشكل الدارة التي يجتازها و كذا بشدة و جهة مرور التيار فيها كما سنرى لاحقا .

ب- تحديد جهة الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار كهربائي :

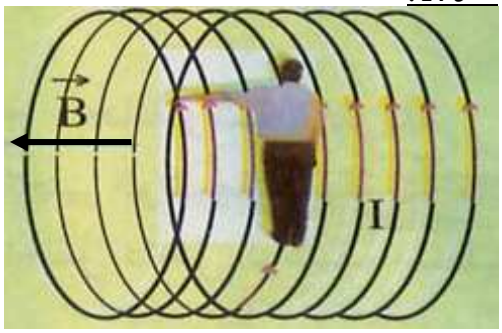
هناك عدة طرق لتحديد جهة شعاع الحقل المغناطيسي أهمها :

• قاعدة رجل أمبير :

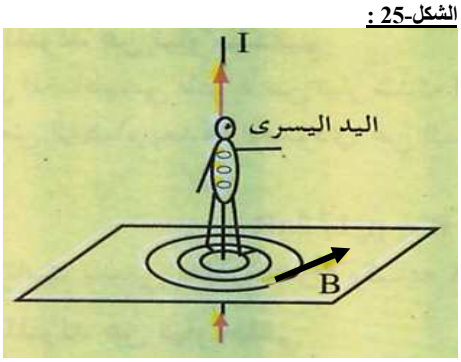
تعتمد هذه القاعدة على تخيل رجل مستلق على السلك حيث يدخل التيار من رجليه و يخرج من رأسه و هو ينظر إلى النقطة المعتبرة و يمد يده اليسرى عموديا على جسده مشيرا بها إلى جهة الحقل .

مثال :

الشكل-24 :



الشكل-25 :

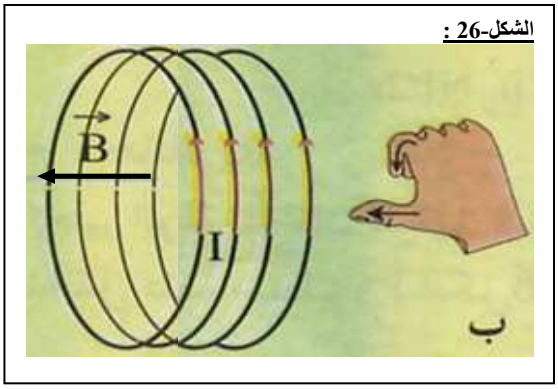


• قاعدة اليد اليمنى :

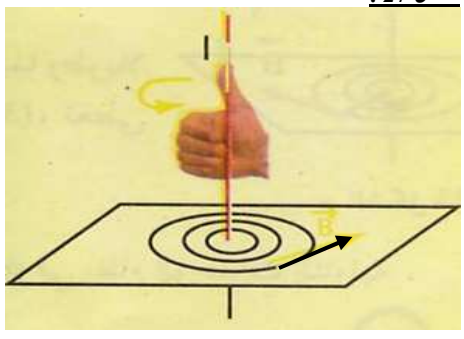
نضع اليد اليمنى مفتوحة أمام السلك بحيث يشير الإبهام لجهة التيار في السلك ثم نضم الأصابع الأخرى لغلق اليد على السلك فتنغلق مشيرة لجهة الحقل (الشكل-26 ، 27) .

مثال :

الشكل-26 :



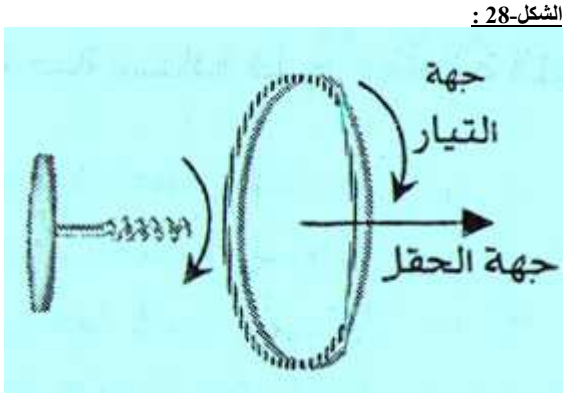
الشكل-27 :



• قاعدة ماكسوال (البرغي) :

تعتمد هذه الطريقة على برغي نتخيله يدور في جهة التيار ، لتكون جهة انتقاله هي جهة شعاع الحقل المغناطيسي (الشكل-28) :

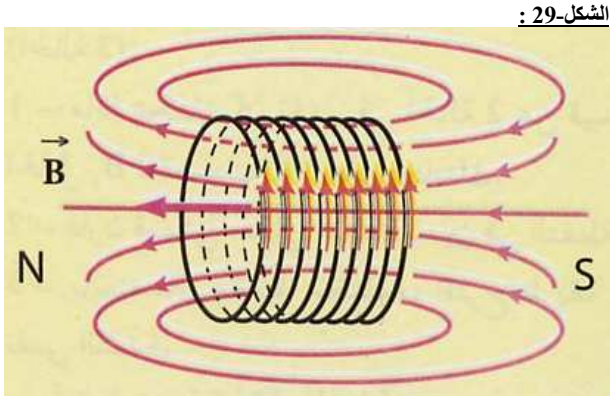
الشكل-28 :



• تحديد وجهي وشيعة :

يمكن تحديد وجهي وشيعة من خلال تحديد جهة شعاع الحقل المغناطيسي بالطرق السابقة ، حيث تكون جهة شعاع الحقل المغناطيسي في مركز الوشيعة من القطب الجنوبي (S) للوشيعة إلى القطب الشمالي لها (N) . و عليه تخرج خطوط الحقل من الوجه الشمالي و تدخل من الوجه الجنوبي ، أي أن داخل الوشيعة خطوط الحقل موجهة من الوجه الجنوبي نحو الوجه الشمالي و العكس خارجه .

الشكل-29 :



جـ- الحقل المغناطيسي المتولد عن تيار مستقيم :

نشاط :

1- خذ سلكا نحاسيا مستقيما و ثبته في الموضع الشاقولي (الشكل-25) حيث يخترق ورق مقوى أفقي ثم أربط أحد طرفي السلك بالقطب السالب لبطارية و أمسك الطرف الآخر بيدك ، ذر كمية من برادة الحديد على الورق حول السلك ثم أغلق الدارة . ماذا تلاحظ ؟

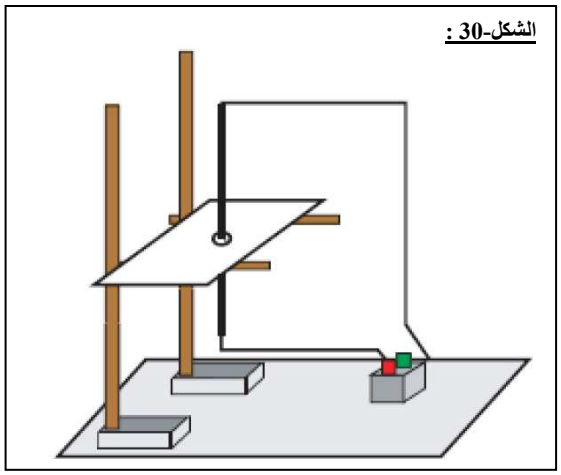
2- ضع إبرة مغناطيسية في نقطة من خطوط هذا الحقل بعد غلق الدارة ثانية . ماذا تلاحظ ؟

3- مثل برسم خطوط الحقل المغناطيسي الناتج ، مرفق بأشعته في بعض نقاطه .

4- غير جهة سريان التيار في السلك بقلب توصيل البطارية . ماذا تلاحظ ؟ ماذا تستنتج فيما يخص شكل و جهة خطوط الحقل ؟

5- ماذا يحدث لخطوط الحقل المغناطيسي إذا ازدادت شدة التيار ؟

الشكل-30 :



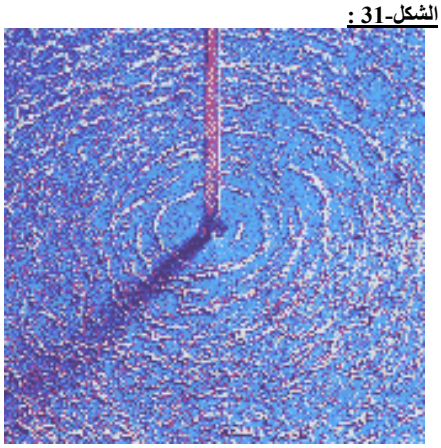
تحليل النشاط :

1- نلاحظ ترتيب دقائق البرادة و اصطفافها وفق دوائر متمركز في السلك بشكل منتظم مشكلة خطوط حقل مغناطيسي عبارة عن دوائر تتمركز في نقطة من السلك الناقل للكهرباء .

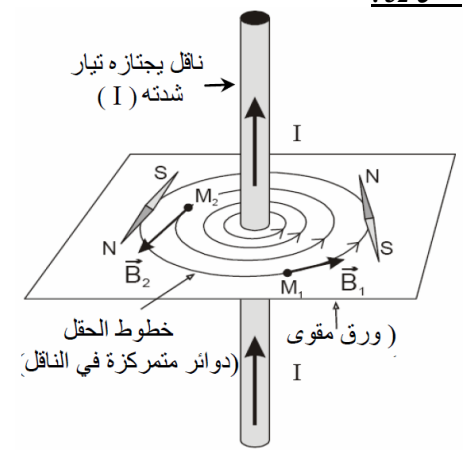
2- نلاحظ أن حامل الإبرة المغناطيسية يكون مماسي للدائرة ، في كل نقطة من محيط هذه الدوائر .

3- شكل خطوط الحقل المغناطيسي و تمثيل بعض أشعته في بعض نقاطه :

الشكل-31 :



الشكل-32 :



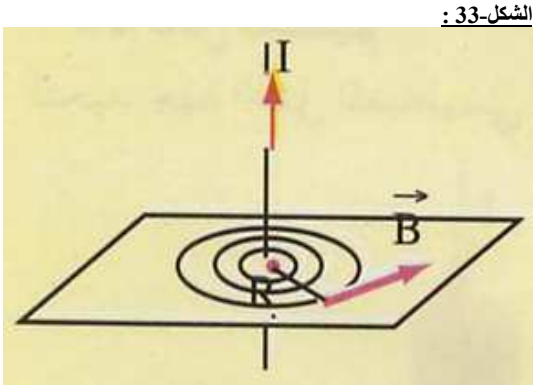
4- عند تغيير جهة سريان التيار في السلك تنقلب جهة الإبرة المغناطيسية مع بقائها مماسية لخط الحقل ، كما أن خطوط الحقل تبقى ثابتة دون تغيير في شكل الدوائر المتمركزة في نقطة من السلك ، نستنتج من ذلك أنه عندما تتغير جهة التيار الكهربائي لا يتغير شكل خطوط الحقل بينما تتغير جهة أشعة الحقل المغناطيسي .

5- إذا ازدادت شدة التيار تزداد الدوائر المشكلة لخطوط الحقل اتساعا (أي يزداد نصف قطرها) .

نتيجة :

- عندما يعبر تيار كهربائي شدته I سلكا مستقيما طويلا (الشكل-33) يتولد حوله حقل مغناطيسي خطوطه دائرية مركزها على السلك و محمولة في مستويات عمودية على السلك .

الشكل-33 :



- يتميز شعاع الحقل المغناطيسي في نقطة M تبعد عن السلك بمقدار R بالخصائص التالية :
  - حامله مماسي لخط الحقل المار من تلك النقطة .
  - جهته تتعلق بجهة التيار و تحدد بالقواعد المذكورة سابقا .
  - شدته تتعلق بشدة التيار I و بعد النقطة d عن السلك وفق العلاقة التالية :

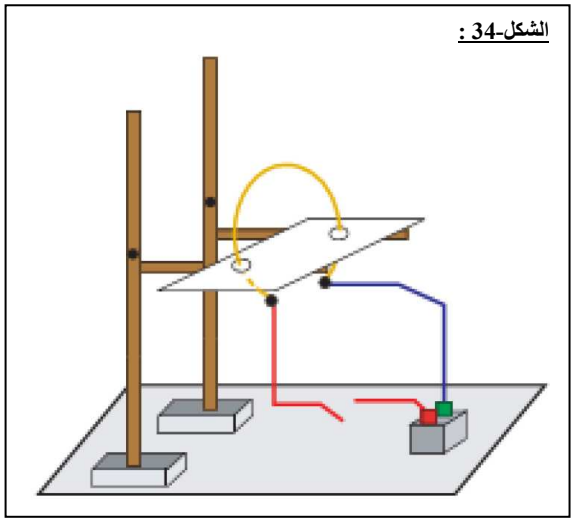
$$B = \frac{2.10^{-7}}{d} I$$

د- الحقل المتولد عن تيار حلقي :

تجربة :

نقوم بلف سلك ناقل ليشكل حلقة تخترق ورق مقوى و نحقق الدارة مثلما مبين في (الشكل-34) ثم نذر كمية من برادة الحديد على الورق .

الشكل-34 :

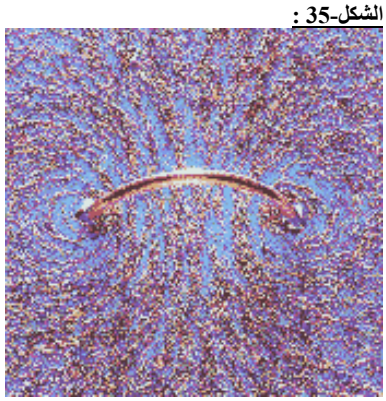


1- هل تتشكل خطوط الحقل ؟
2- أرسم شكل الحقل المغناطيسي الذي يتكون على الورقة .
3- ما هو شكل خطوط الحقل في جوار السلك ؟ و ما هو شكلها في المنطقة وسط الحلقة ؟
4- قرب إبرة مغناطيسية من أحد وجهي الحلقة ثم قربها من الوجه الآخر ، ماذا تلاحظ ؟ ماذا تستنتج ؟
5- غير جهة سريان التيار في الحلقة . ماذا يحدث لشكل خطوط الحقل المغناطيسي ؟
6- أعد تقريب الإبرة المغناطيسية من الوجهين على التوالي . ماذا تلاحظ ؟
7- ما تستنتج .
8- قارن خطوط هذا الحقل المغناطيسي مع خطوط الحقل المغناطيسي لقضيب مغناطيسي و خطوط الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار يجتاز ناقل مستقيم ، أين يكمن التشابه و أين يكمن الإختلاف ؟

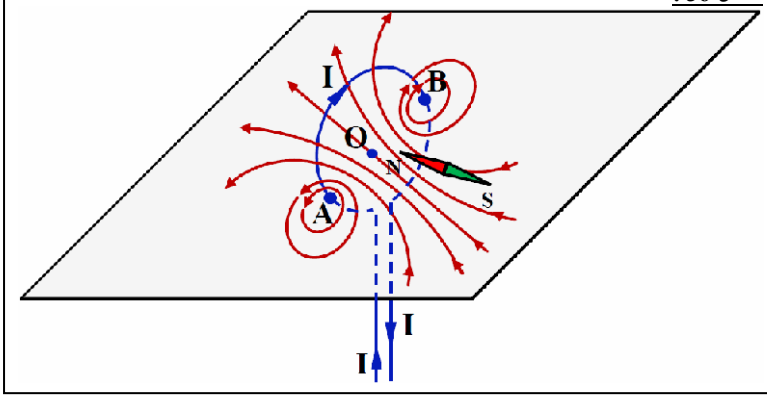
تحليل النشاط :

1- نعم تتشكل خطوط الحقل و ذلك باصطفاف برادة الحديد على الورق مشكلة خطوط الحقل المغناطيسي بجوار السلك .
2- شكل الحقل المغناطيسي الذي يتكون على الورقة :

الشكل-35 :



الشكل-36 :



3- خطوط الحقل في جوار السلك عبارة عن دوائر و في وسط الحلقة تكون خطوط الحقل عبارة عن دوائر منحنية بشكل قطوع ناقصة متناظرة بالنسبة لمحور الحلقة المار من مركزها (الشكل-36) .
4- عند تقريب إبرة مغناطيسية من أحد وجهي الحلقة تتوجه عكس الجهة التي تأخذها عند تقريبها من الوجه الآخر بحيث تكون عمودية على مستوى سطح الحلقة و مماسية لخط الحقل المغناطيسي في كل نقطة من الحقل المغناطيسي المتولد . نستنتج أن للحلقة وجهان مغناطيسيان مختلفان .
5- يبقى شكل خطوط الحقل المغناطيسي كما في الحالة الأولى .
6- عند تغيير جهة سريان التيار في الحلقة و تقريب إبرة مغناطيسية من وجهيها على التوالي تأخذ الإبرة المغناطيسية وجهة معاكسة لوجهتها السابقة .

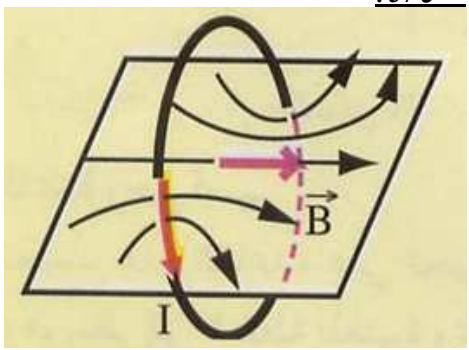
7- نستنتج أن خطوط الحقل المغناطيسي الناتج عن مرور التيار بالحلقة يتعلق بجهة سريان التيار الكهربائي في هذه الحلقة حيث يكون لهذه الخطوط جهة ثابتة دوما من الوجه المغناطيسي الجنوبي للحلقة نحو وجهها المغناطيسي الشمالي .

8- لخطوط الحقل المغناطيسي أشكال مختلفة بحسب طبيعة الجملة المغناطيسية التي يتولد عنها الحقل المغناطيسي الموافق إلا أن خطوطهما لها جهة ثابتة دوما (جنوب- شمال) المغناطيسين ، كما أن أشعة الحقل المغناطيسي دوما مماسية لخطوط الحقل في جميع نقاط الحقل .

نتيجة :

- عندما يعبر تيار كهربائي شدته I سلكا دائريا يتولد حوله حقل مغناطيسي خطوطه كما في (الشكل-37) التالي :

الشكل-37 :

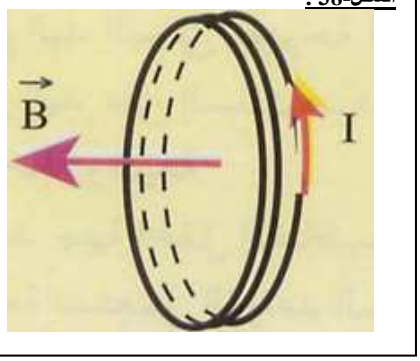


- يتميز شعاع الحقل المغناطيسي في مركز حلقة نصف قطرها R بالخصائص التالية :
  - نقطة تأثيره مركز الحلقة .
  - حامله عمودي على مستوى الحلقة .
  - جهته تتعلق بجهة التيار و تحدد بالقواعد المذكورة سابقا .
  - شدته تتعلق بشدة التيار I و نصف قطر الحلقة R وفق العلاقة التالية :

$$B = \frac{2\pi.10^{-7}}{R} I$$

و بالمثل في حالة وشيعة مسطحة تتكون من N حلقة يتولد حولها حقل مغناطيسي خطوطه كما في الشكل التالي :

الشكل-38 :



تكون شدة الحقل المغناطيسي المتولد في مركز الوشيعة المسطحة متعلقة التيار I و نصف قطر الحلقة R و عدد حلقاتها N وفق العلاقة التالية :

$$B = \frac{2\pi.10^{-7} N}{R} I$$

- يمكن كتابة العلاقة السابقة كما يلي :

$$B = 2\pi .10^{-7} . n . I$$

يسمى $n = \frac{N}{R}$ عدد الحلقات في وحدة الطول (المتر) .

هـ- الحقل المتولد عن تيار حلزوني :

نشاط :

حقق الدارة الموضحة في (الشكل-39) ثم ذر برادة الحديد داخل و خارج الوشيعة الطويلة (الحلزونية) مع نقر طفيف على الورقة .

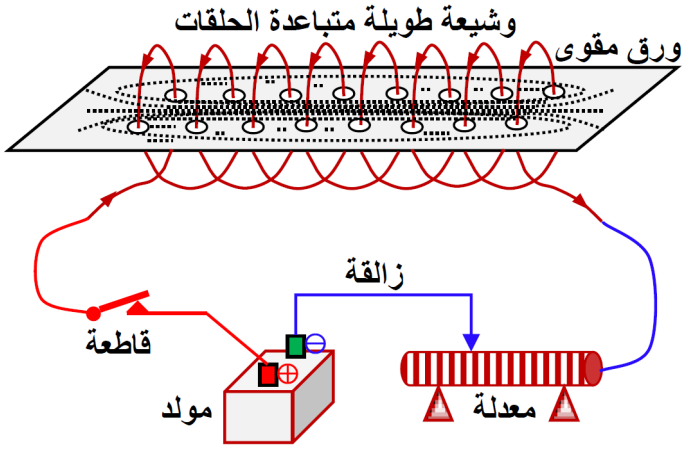
1- ارسم شكل خطوط الحقل المغناطيسي المتشكل . ماذا تلاحظ ؟

2- قرب إبرة مغناطيسية من أحد أوجه الوشيعة ثم الأخرى ، جولها داخل و خارج الوشيعة ، ماذا تلاحظ ؟

3- قرب قضيبا مغناطيسيا معلقا بخيط في مركزه من أحد وجهي الوشيعة ، ماذا يحدث ؟ ماذا تستنتج ؟

4- ارسم شكل خطوط الحقل داخل و خارج الوشيعة مع توجيهها و تمثيل بعض أشعة الحقل داخل و خارج الوشيعة باعتماد سلم كيفي .

الشكل-39 :

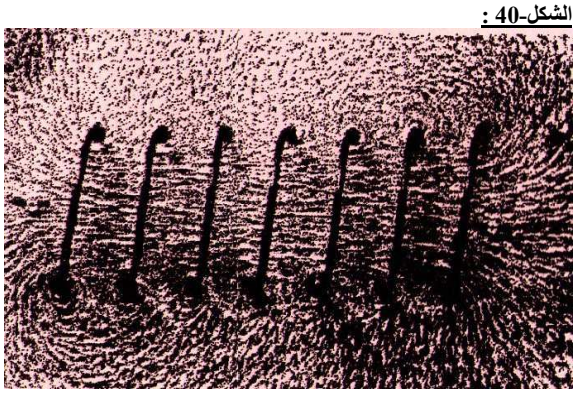


تحليل النشاط :

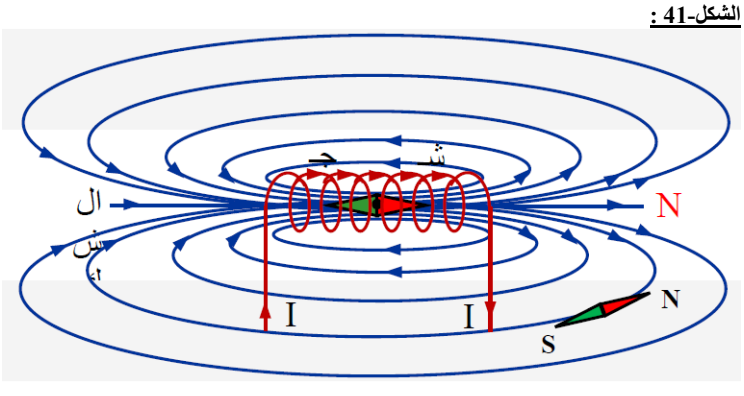
1- شكل خطوط الحقل المغناطيسي :

نلاحظ أن خطوط الحقل المغناطيسي الناتج عن مرور تيار كهربائي بوشيعة طويلة يشبه تماما خطوط الحقل المغناطيس المتولد عن قضيب مغناطيسي .

الشكل-40 :



الشكل-41 :

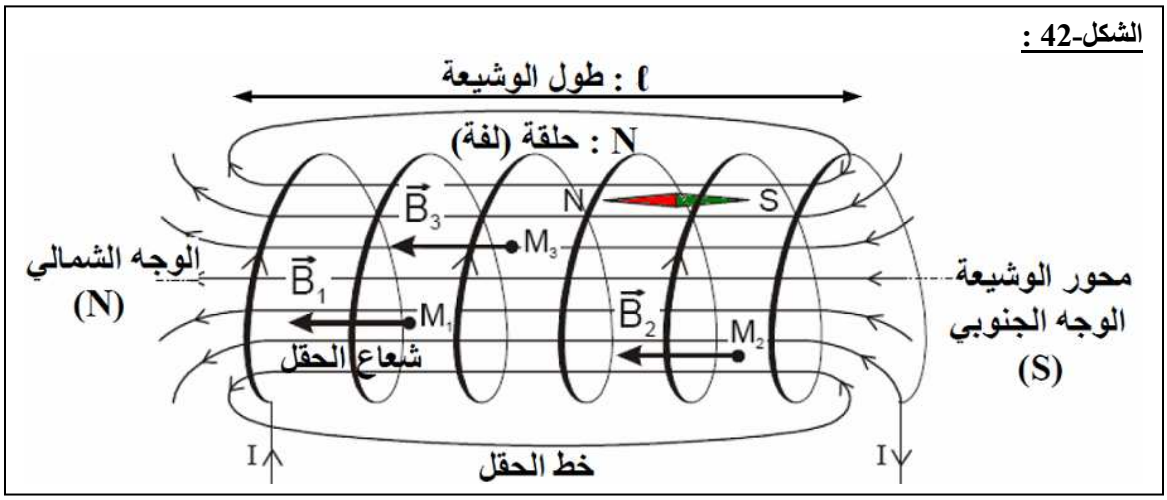


2- عند تقريب إبرة مغناطيسية من أحد أوجه الوشيعة تتوجه الإبرة المغناطيسية عكس الجهة التي تأخذها عند تقريبها من الوجه الآخر ، كما أنها تكون مماسية لخطوط الحقل في كل نقطة منه خارج الوشيعة ، و في داخل الوشيعة تتوجه الإبرة المغناطيسية وفق محور الوشيعة في كل نقطة من الحقل المغناطيسي ، مما يعني أن خطوط الحقل المغناطيسي تكون متوازية و موازية لمحور الوشيعة في الداخل .

3- عند تقريب أحد وجهي المغناطيس إلى أحد وجهي الوشيعة تحدث أفعال متبادلة (تجاذب أو تنافر) مما يدل على أن الوشيعة تسلك سلوك مغناطيس عندما يجتازها تيار كهربائي .

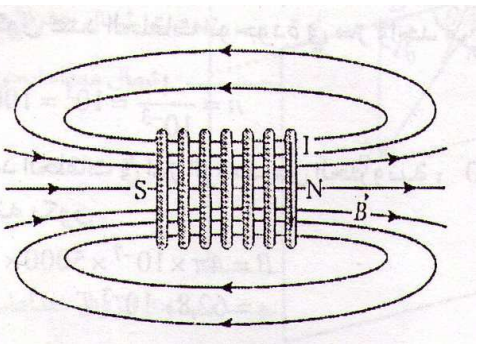
4- شكل خطوط الحقل داخل و خارج الوشيعة مع توجيهها و تمثيل بعض أشعة الحقل داخل و خارج الوشيعة :

الشكل-42 :



نتيجة :

الشكل-43 :



- عندما يجتاز تيار كهربائي شدته I وشيعة طويلة (حلزونية) يتولد عندها حقلا مغناطيسيا خطوطه خارج الوشيعة تشبه تماما خطوط الحقل المغناطيسي المتولد عن قضيب مغناطيسي و داخل الوشيعة عبارة عن خطوط متوازية . نستنتج أن الوشيعة التي يجتازها تيار تيار كهربائي تكافيء قضيبا مغناطيسيا و يكافيء وجها الوشيعة قطبا المغناطيس . فيكون لها وجه شمالي و آخر جنوبي .
- يتميز شعاع الحقل المغناطيسي في مركز حلقة بطولها L و عدد حلقاتها N بالخصائص التالية :
  - نقطة تأثيره مركز الوشيعة .
  - حامله عمودي على مستوى الوشيعة .
  - جهته تتعلق بجهة التيار و تحدد بالقواعد المذكورة سابقا .
  - شدته تتعلق بشدة التيار I و نصف قطر الوشيعة R وطول الوشيعة L و عدد حلقاتها N وفق العلاقة التالية :

$$B = \frac{4\pi.10^{-7}.N}{L} I$$

- يمكن كتابة العلاقة السابقة كما يلي :

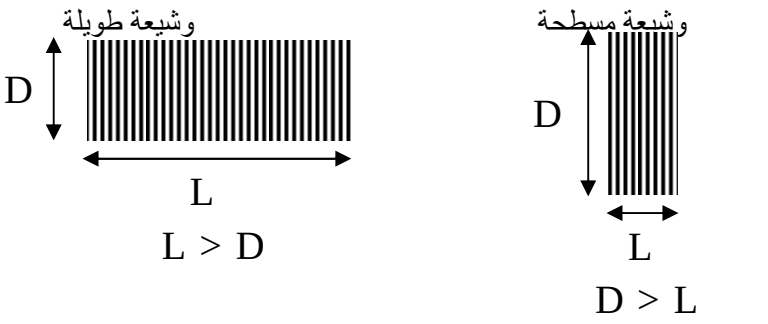
$$B = 4\pi.10^{-7}.n.I$$

يسمى $n = \frac{N}{L}$ عدد الحلقات في المتر .

ملاحظة :

الفرق بين الوشيعة المسطحة و الوشيعة الطويلة يكمن في العلاقة بين طول الوشيعة L و قدرها D حيث إذا كان D > L يقال عن الوشيعة أنها مسطحة ، بينهما إذا كان L > D يقال عن الوشيعة أنها طويلة .

الشكل-44 :

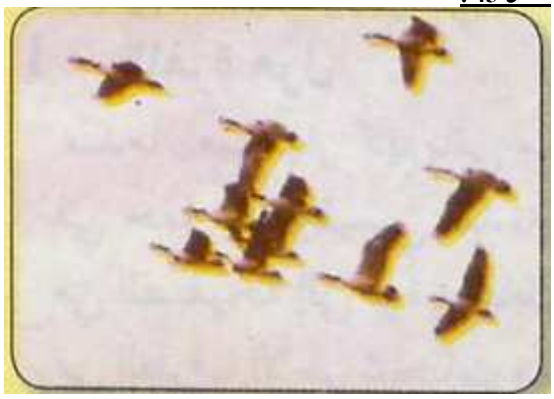


5- تطبيقات المغناطيسية في الحياة اليومية :

أ- أثر الحقل المغناطيسي الأرضي على بعض الكائنات الحية :

- يعتبر الحقل المغناطيسي الأرضي معلما موثوقا و مستقرا (في فترات زمنية طويلة إذ أنه لا يتأثر بالتقلبات و التغيرات المناخية ، لذا تستعمل بعض الكائنات الحية (بعض الباكتريات ، النحل ، بعض الطيور و الأسماك المهاجرة .....) خصائص هذا الحقل لتنقلاتها و توجهاتها من منطقة إلى أخرى (الشكل-45) .

الشكل-45 :



- إن تغير الحقل المغناطيسي الأرضي من منطقة إلى أخرى (الشدة ، زاوية الميل ، زاوية الإنحراف) و كذا خصائصه في أعماق المحيطات هي العوامل التي توظفها هذه الكائنات للتوجه و المتوضع في الكرة الأرضية .
- أكدت بعض البحوث البيولوجية احتواء خلايا بعض البكتيريات على بلورات حديدية ممغنطة تكافئ مغانط صغيرة دائمة .

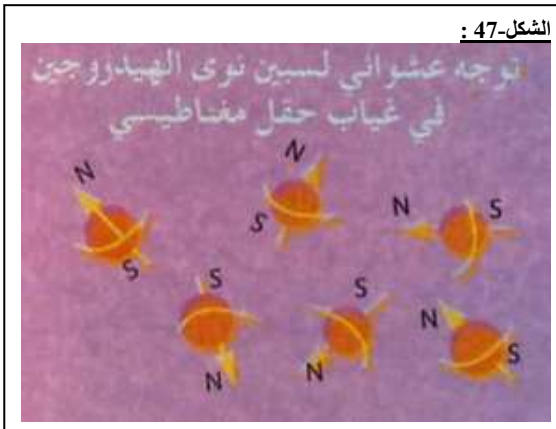
ب- المصورة بالرنين المغناطيسي (IRM) :

- وظفت التكنولوجيا الظواهر المغناطيسية في ميدان الطب حيث مكنت الأطباء من كشف و فحص ما بداخل جسم الإنسان ، باستعمال التصوير بالرنين المغناطيسي (IRM) (الشكل-46) . يرجع تاريخ اكتشاف هذه الوسيلة إلى بداية سنة 1970 .

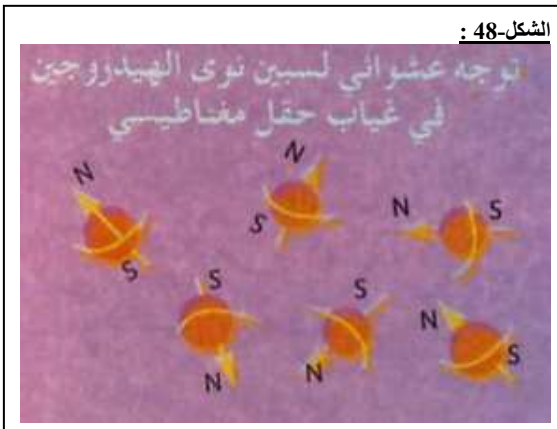
الشكل-46 :

- تعتمد هذه الطريقة على استعمال الخصائص المغناطيسية لبعض الأنوية الذرية كنواة ذرة الهيدروجين مثلا الموجودة في الماء الذي يتكون منه أساسا جسم الإنسان ، و التي تتصرف كمغانط صغيرة . أو سبين .

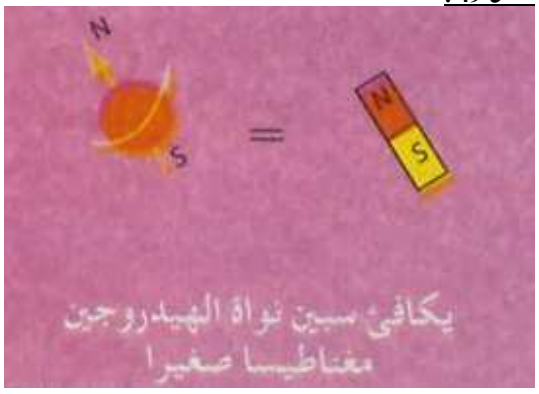
الشكل-47 :



الشكل-48 :



الشكل-49 :



- عندما يخضع جسم الإنسان لحقل مغناطيسي قيمته حوالي 30000 مرة قيمة الحقل المغناطيسي الأرضي (من رتبة 1T) ، فإن سبين نوى الهيدروجين تتجه باتجاه هذا الحقل و تتغير جهات سبين بعض النوى تحت تأثير موجة

كهرومغناطيسية مضبوطة التواتر (تواتر الرنين) ثم تسترجع هذه الأخيرة وضعها الابتدائي بعد فترة زمنية (زمن الاسترخاء مرسلة إشارة كهربائية تستقبلها وشيعة على مستوى جهاز الاستقبال .

- يقوم جهاز حاسوب بقراءة و معالجة مختلف الإشارات مكونا صورة تسمح بتمييز مختلف الأنسجة المكونة لجسم الإنسان لأن اختلاف كثافة الأنسجة يؤدي إلى اختلاف أزمنة الاسترخاء .

** الأستاذ : فرقاني فارس **
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم
الخروب - قسنطينة
Fares_Fergani@yahoo.Fr
Tel : 0771998109

نرجو إبلاغنا عن طريق البريد الإلكتروني بأي خلل في الدروس أو التمارين و حلولها .
وشكرا مسبقا

لتحميل نسخة من هذه الوثيقة و للمزيد . أدخل موقع الأستاذ ذو العنوان التالي :

www.sites.google.com/site/faresfergani