الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية

مديرية التربية لولاية سطيف — ثانوية الـ 45 مهدوما بوسلام

منهاج العلوم الفيزيائية للسنة الثانية

الوحدة1: مفهوم الحقل المغناطيسي

الوحدة رقم1 : مفهوم الحقل المغناطيسي		
مؤشرات الكفاءة	أمثلة عن النشاطات	المحتوى المفاهيمي
ـ يعرف الطابع الشعاعي للحقل المغناطيسي و يمثله. ـ يقدر رتبة قيم بعض الحقول المغناطيسية ـ يوظف المغناطيسية في الحياة اليومية.	ـ إنجاز تجارب تبين تراكب الحقول المغناطيسية. ـ قياس قيمة حقل مغناطيسي (باستعمال تسلامتر و/أو بوصلة) ـ نشاطات توثيقية حول الحقل المغناطيسي الأرضي وتأثيراته. ـ نشاطات توثيقية حول تطبيقات المغناطيسية في الحياة اليومية (أقراص لينة، بطاقات بنكية، توجه بعض الحيوانات...).	ـ المبدأ التراكبي للحقول المغناطيسية. ـ شعاع الحقل المغناطيسي. ـ التماثل مغناطيس-وشيعة ـ قياس قيمة الحقل المغناطيسي. التسلا (T). ـ قيم بعض الحقول المغناطيسية ـ الحقل المغناطيسي الأرضي وتطبيقاته. ـ تطبيقات المغناطيسية.

ـ بطاقة تربوية(01- أ-)ـ

المستوى : 2 علوم تجريبية + رياضي المجال : الظواهر الكهربائية الوحدة(1) : مفهوم الحقل المغناطيسي	الرقم : 1 نوع النشاط : المدة : دقيقة

الموضوع	
الكفاءات المستهدفة	ـ يعرف الطابع الشعاعي للحقل المغناطيسي و يمثله. ـ يقدر رتبة قيم بعض الحقول المغناطيسية ـ يوظف المغناطيسية في الحياة اليومية. ـ يفسر توجه البوصلات على كوكب الأرض
النشاطات المقترحة	موضحة في العرض
الوسائل و المراجع التعليمية	ـ مغانط ـ وشائع ـ برادة الحديد ـ بطاريات ـ أسلاك ناقلة.

مراحل النشاط	التوقيت
1ـ مفاهيم عامة ا ـ تعريف المغناطيس ب ـ المغانط الدائمة و المغانط المؤقتة ج ـ قطبا المغناطيس د ـ تعيين قطبي المغناطيس 2ـ مفهوم الحقل المغناطيسي ا ـ تعريف الحقل المغناطيسي ب ـ التماثل (مغناطيس وشيعة) ج ـ خطوط الحقل المغناطيسي د ـ شعاع الحقل المغناطيسي هـ ـ الحقل المغناطيسي المنتظم 3ـ الحقل المغناطيسي الأرضي 4ـ ـ الحقل المغناطيسي المتولد عن تيار كهربائي ا ـ تجربة ارستد ب ـ تحديد جهة الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار كهربائي ج ـ الحقل المغناطيسي المتولد عن تيار مستقيم د ـ الحقل المتولد عن تيار حلقي هـ ـ الحقل المتولد عن تيار حلزوني 5ـ تراكب حقلين مغناطيسيين	

ملاحظات :	

العرض النظري

1مفاهيم عامة :

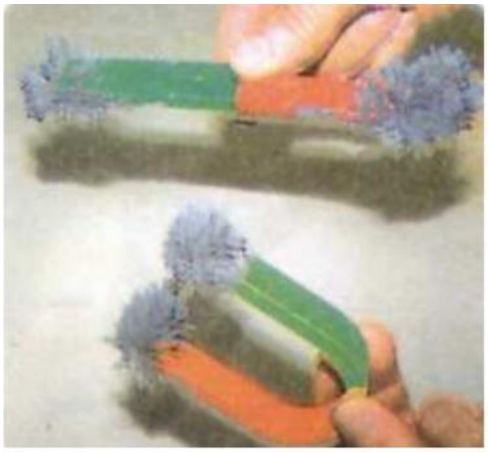
أ تعريف المغناطيس :

- المغناطيس هو كل جسم يمتاز بخاصية جذب برادة الحديد وله قطبان لايمكن فصلهما قطب شمالي وقطب جنوبي.

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

الشكل1

الشكل2



ب المغانط الدائمة والمغانط المؤقتة :

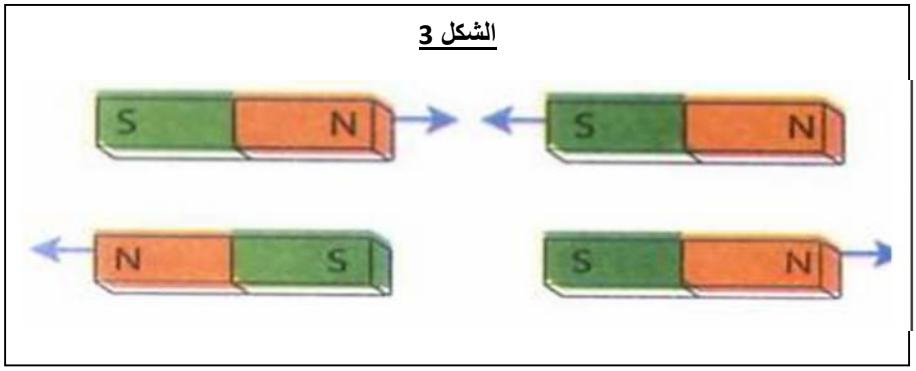
- المغناطيس الدائم هو كل جسم يمتلك خاصية المغانط (جذب برادة الحديد) و يحافظ عليها .

- المغناطيس المؤقت هو كل جسم يكتسب خاصية المغانط في ظروف معينة أو تحت تأثير مغناطيس ويفقد هذه الخاصية عند غياب هذه الظروف تدرجيا.

جـ قطبا المغناطيس :

- للمغناطيس قطبين من نوعين مختلفين شمالي (N) وجنوبي (S) و لايمكن فصلهما عن بعضهما البعض ، حيث أن قطبين من نفس النوع يتنافران وقطبين من نوعين مختلفين يتجاذبان .

الشكل 3

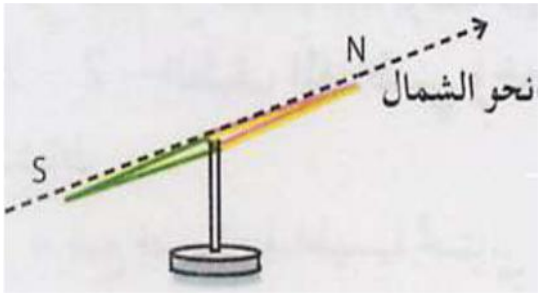


د-تعيين قطبي المغناطيس :

- الإبرة المغناطيسية عبارة عن إبرة فولاذية ممغنطة يمكنها الدوران حول محور .

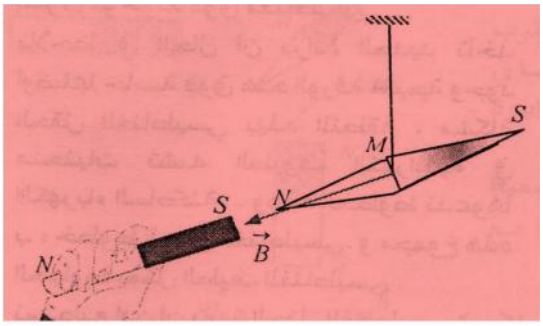
- عندما تكون الإبرة المغناطيسية بعيدة عن كل التأثيرات المغناطيسية ، مثل مغناطيس بجواها أو قطعة حديدية ، أو تيار كهربائي فإن الإبرة تأخذ وضعا موازيا تقريبا للخط الجغرافي (شمال- جنوب) لذا اصطلح تسمية قطبها الموجه نحو الشمال بالقطب الشمالي (N) والآخر قطبها الجنوبي (S) .

الشكل 4



- عند وضع إبرة مغناطيسية أمام مغناطيس تأخذ الإبرة وضعا 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) .

الشكل 5 :



2. مفهوم الحقل المغناطيسي :

أ. تعريف الحقل المغناطيسي : الحقل المغناطيسي هو حيز من الفضاء بحيث تتجلى فيه التأثير على برادة الحديد .

للحقل المغناطيسي ثلاثة مصادر أساسية :

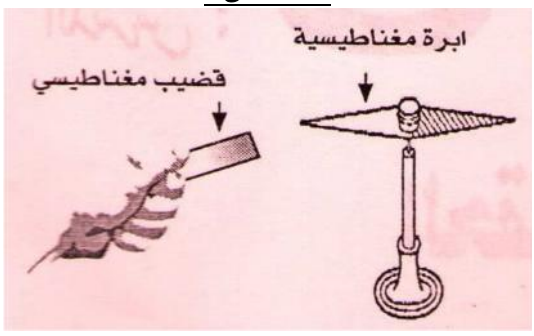
- مغناطيس طبيعي.
- تيار كهربائي .
- الأرض (حقل مغناطيسي أرضي) .

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 .

مثال01:

نقرب من إبرة مغناطيسية حرة الحركة وقابلة للدوران حول محورها قضيبا مغناطيسيا ، نلاحظ أن الإبرة المغناطيسية تتحرك و تدور حول محورها محاولة الاقتراب من المغناطيس ، يدل هذا على أن الإبرة المغناطيسية موجودة ضمن حقل مغناطيسي .

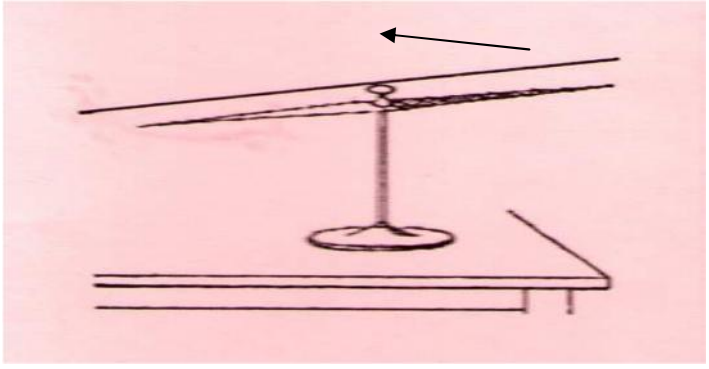
الشكل6



مثال 02 :

نجعل تيارا كهربائيا يجتاز سلكا ناقلا موازيا لمحور إبرة مغناطيسية بعد استقرارها بحيث تكون حركة الحركة و قابلة للدوران حول محورها ، نلاحظ حالا انحراف هذه الإبرة في جهة معينة ، مما يدل على أن الإبرة المغناطيسية موجودة ضمن حقل مغناطيسي .

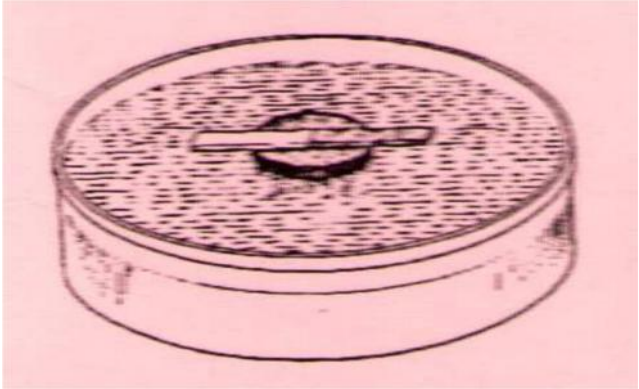
الشكل7



مثال 03 :

نضع مغناطيس فوق قطعة فلين تسبح على سطح الماء ونتركها حرة ، نلاحظ أن قطعة الفلين تدور بزاوية معينة حتى يصبح المغناطيس في اتجاه الشمال فتستقر في هذه الوضعية ، يدل هذا على أن الإبرة المغناطيسية موجودة ضمن حقل مغناطيسي .

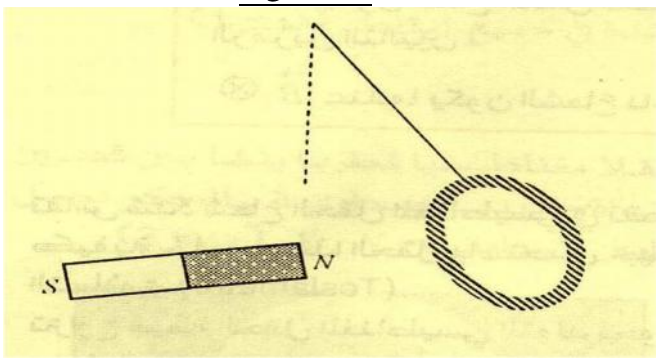
الشكل 8



ب- التماثل (مغناطيس وشيعة) :

لوحظ تجريبيا أن وشيعة دائرية خفيفة يجتازها تيار كهربائي تسلك تماما سلوك مغناطيسي فهي تتميز بوجه جنوبي ووجه شمالي ، كما أنها تتفاعل مع الوشائع الأخرى والمغانط مثلما تتفاعل المغانط فيما بينها (تجاذب ، تنافر) .

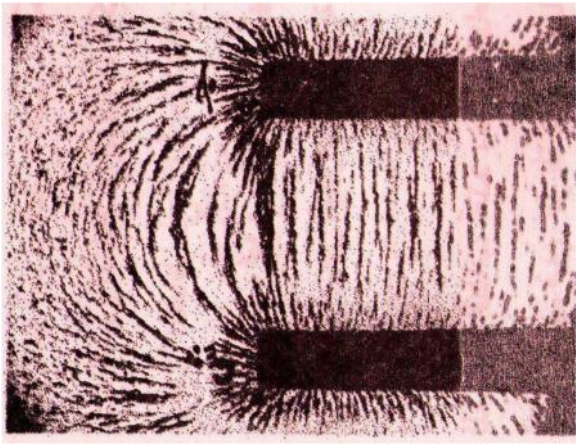
الشكل 9



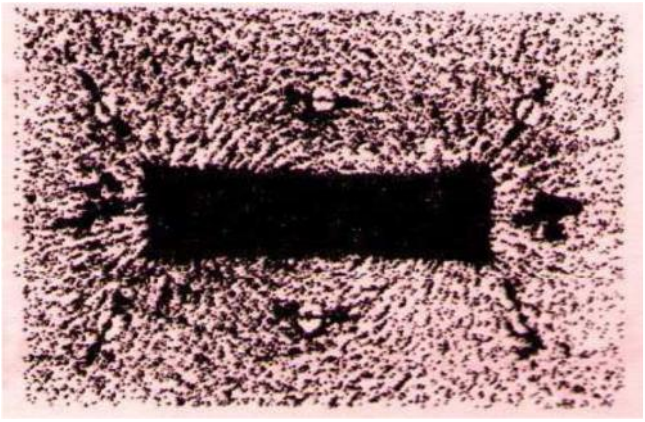
ـ ج ـ خطوط الحقل المغناطيسي :

- عند ذر برادة الحديد على سطح يحتوي تحته مغناطيسا، نلاحظ توزيع حبيبات البرادة فق خطوط وهمية تربط بين القطبين تسمى خطوط الحقل المغناطيسي أو طيف الحقل المغناطيسي ، وشكل هذه الخطوط يتغير بتغير مصدر الحقل المغناطيس .

مثال : يمثل (الشكل 10) خطوط حقل مغناطيسي متولد عن قضيب مغناطيسي ويمثل (الشكل 11) خطوط حقل مغناطيسي متولد عن قضيب مغناطيسي على شكل حرف U .



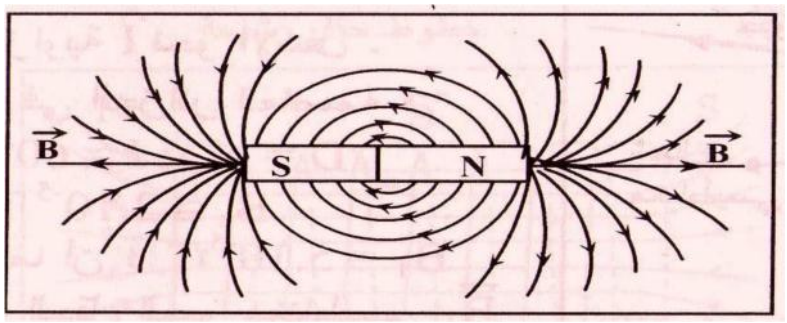
الشكل 10



الشكل 11

- لخطوط الحقل المغناطيسي جهة تكون بشكل تدخل فيه من القطب الجنوبي للمغناطيس وتخرج من القطب الشمالي له، أي جهتها من القطب الشمالي (N) للمغناطيس إلى القطب الجنوبي (S) له.

الشكل 12

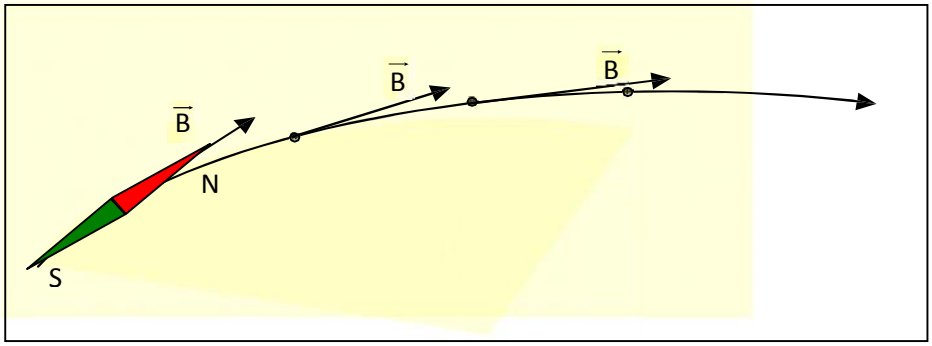


د- شعاع الحقل المغناطيسي :

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

- نقطة تطبيقه هي النقطة M المعتبرة .
- حامله منطبق على حامل الإبرة المغناطيسية الموضوعة في النقطة المعتبرة .
- جهته من الجنوب نحو شمال الإبرة المغناطيسية ($S \rightarrow N$) .

الشكل 13



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

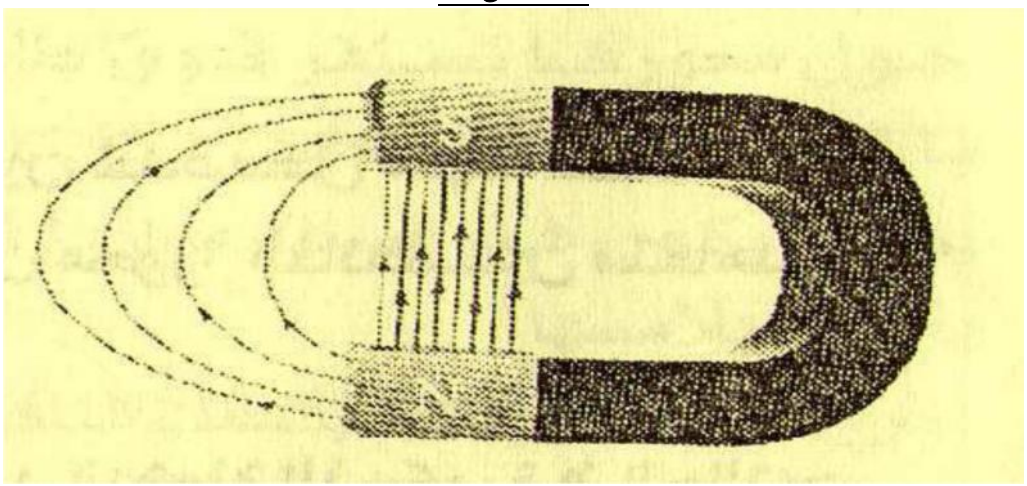
هـ الحقل المغناطيسي المنتظم :

يكون الحقل المغناطيسي منتظما، عندما تكون خطوطه متوازية، وعندها تنطبق أشعة الحقل المغناطيسي على خطوطه ويكون لها نفس الشدة في جميع النقاط.

مثال :

بين فكي مغناطيس على شكل حرف U يكون الحقل المغناطيسي منتظما (الشكل 14).

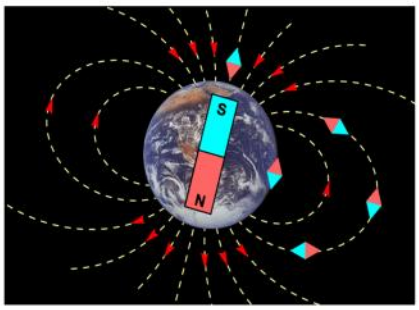
الشكل 14



3ـ الحقل المغناطيسي الأرضي :

أ – تعريف الحقل المغناطيسي الأرضي :

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



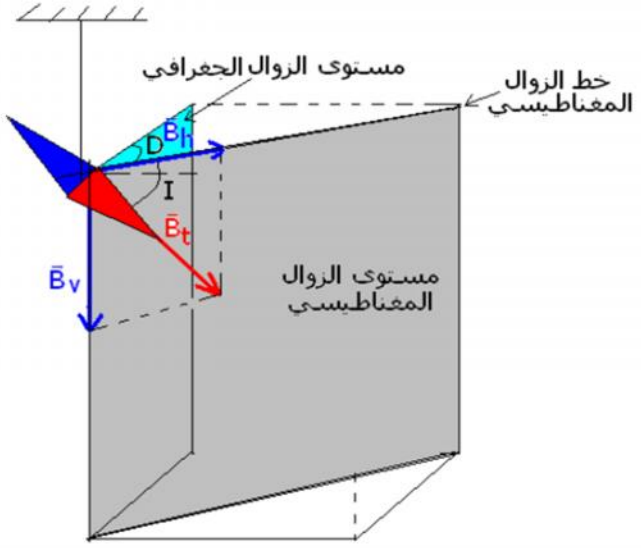
الشكل 15

- الدراسة التجريبية للحقل المغناطيسي أدت إلى أنه يمكن اعتبار الأرض كمغناطيس ضخم (الشكل 15) .

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

بـ زاوية الانحراف :

- أثبتت الدراسات أن الإبرة المغناطيسية في الحقل المغناطيسي الأرضي لا تتجه تماما نحو القطب الشمالي الجغرافي بل تنحرف عنه بزاوية d وتميل مع الأفق بزاوية i ، كما تكون ضمن مستوي يدعى مستوى الزوال المغناطيسي (الشكل 16).



المركبة الشاقولية لشعاع الحقل المغناطيسي الارضى B_v

زاوية الانحراف المغناطيسي d

déclinaison magnétique

زاوية الميل المغناطيسي i

inclinaison magnétique

مستوى الزوال المغناطيسي

Méridien magnétique

مستوى الزوال الجغرافي

Méridien géographique

من الشكل $\sin i = B_{v/B}$ $tg\ i = B_{v/Bh}$ $\cos i = B_{h/B}$

- درس الحقل المغناطيسي الأرضي بدقة وتم تحديد قيمة زاويتي الميل والانحراف في جميع مناطق الأرض ودونت في جداول و خرائط وهي تميز بكل دقة الموقع الجغرافي لكل بقعة من كوكب الأرض وتستعمل خاصة في الملاحة البحرية والجوية .

قيم B , d , i 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 الضار 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 والقطب 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 وآلاف المرات نصف قطرها من الجهة المعاكسة .

- لم يتوصل الإنسان إلى اكتشاف أعماق الأرض ، لذا لجأ إلى وضع فرضيات لتفسير خواصها المغناطيسية ، حيث افترض أن جوف الأرض يتشكل من نواة (اللب) معدنية نصف قطرها يساوي حوالي 3500 Km ، وهي مكونة أساسا من الحديد ، جوفها الداخلي صلب محاط بطبقة خارجية مائعة (سائلة) . ينشأ الحقل المغناطيسي عندما تتحرك هاتان الطبقتان من اللب حول بعضهما البعض .

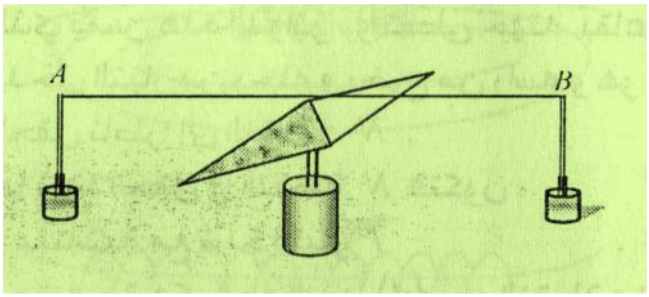
- أظهرت قياسات الحقل المغناطيسي الأرضي التي أجريت في مختلف نقاط الأرض منذ منتصف القرن السادس عشر تغير في شدته ، جهته في نفس المكان . كما أثبتت الدراسات الجيولوجية المتعلقة بحمم البراكين ذات المغنطة الحديدية أن الحقل المغناطيسي الأرضي غير شدته عدة مرات خلال العصور السابقة .

4.الحقل المغناطيسي المتولد عن تيار كهربائي :

أ.تجربة أورستد :

- أول من اكتشف تجريبيا أثر التيار الكهربائي على مغناطيس هو العالم الدانماركي أورستد في سنة 1820 الذي لاحظ انحراف بوصلة كانت موضوعة بجوار سلك ناقل إثر مرور تيار كهربائي فيه .

الشكل 17



و بعد إعادته للتجربة والتأكد من أن سبب الانحراف يعود فقط لمرور التيار، توصل إلى النتيجة التالية:

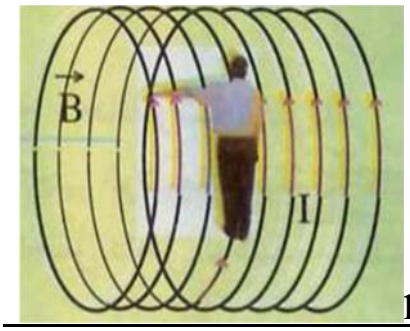
"يمكن للحقل المغناطيسي أن ينشأ عن مرور تيار كهربائي بناقل ، حيث أن إبرة مغناطيسية متوازنة موجودة بجوار الناقل يمكنها أن تنحرف يمينا وشمالا ،كما أن جهة ومقدار الانحراف تتعلق بجهة وشدة التيار الكهربائي المار بالناقل"

ب- تحديد جهة الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار كهربائي :

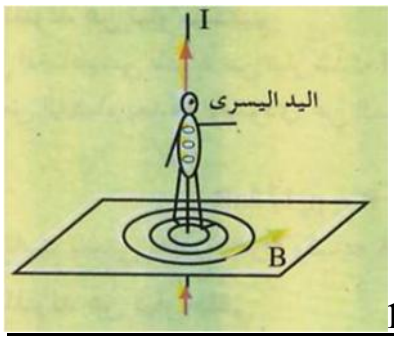
هناك عدة طرق لتحديد جهة الحقل المغناطيسي أهمها:

- **قاعدة رجل أمبير :** تعتمد هذه القاعدة على تخيل رجل مستلق على السلك حيث يدخل التيار من رجليه ويخرج من رأسه وهو ينظر إلى النقطة المعتبرة ويمد يده اليسرى عموديا على جسده مشيرا بها إلى جهة الحقل

مثال : الشكل 19/18

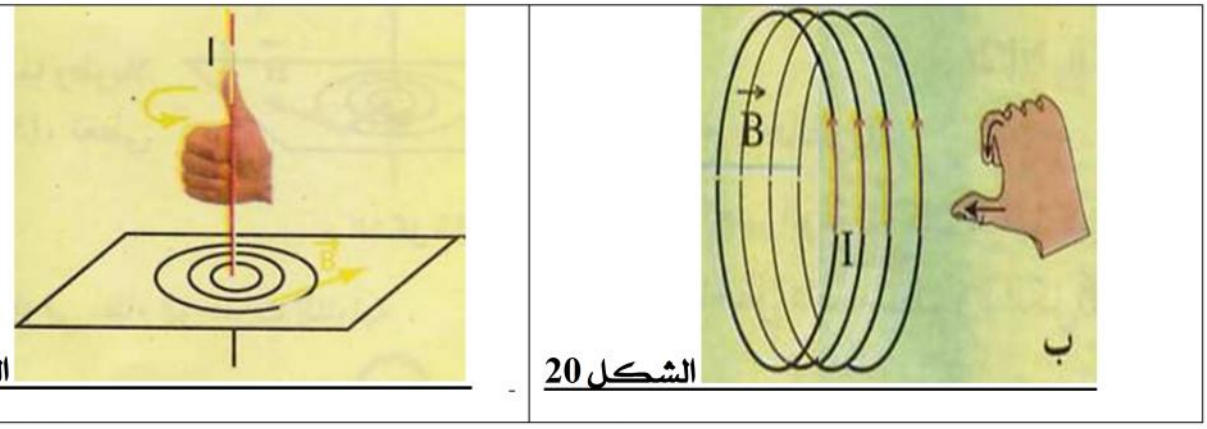


الشكل 18



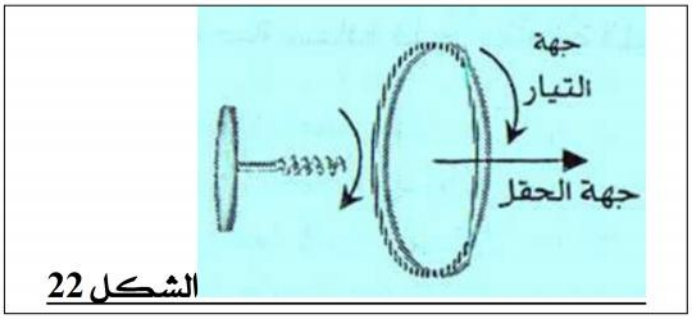
الشكل 19

• **قاعدة اليد اليمنى :** نضع اليد اليمنى مفتوحة أمام السلك بحيث يشير الإبهام لجهة التيار ثم نضم الأصابع الأخرى لغلق اليد على السلك فتنغلق مشيرة لجهة الحقل (الشكل 20 ، 21) .



الشكل 20 — الشكل 21

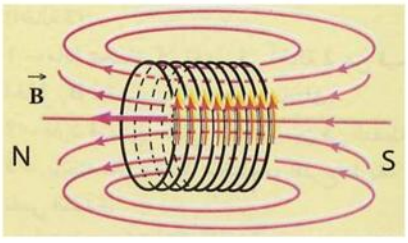
قاعدة ماكسويل (البرغي) : تعتمد هذه الطريقة على برغي نتخيله يدور في جهة التيار ، لتكون جهة انتقاله هي جهة شعاع الحقل المغناطيسي .



الشكل 22

• **تحديد وجهي وشيعة :**

يمكن تحديد وجهي وشيعة من خلال تحديد جهة شعاع الحقل المغناطيسي بالطرق السابقة ، حيث تكون جهة شعاع الحقل المغناطيسي من القطب الجنوبي (S) للوشيعة إلى القطب الشمالي لها (N) . وعليه تخرج خطوط الحقل من الوجه شمالي وتدخل من الوجه جنوبي ، أي أن داخل الوشيعة خطوط الحقل موجهة من الوجه الجنوبي نحو الوجه الشمالي والعكس خارجه .



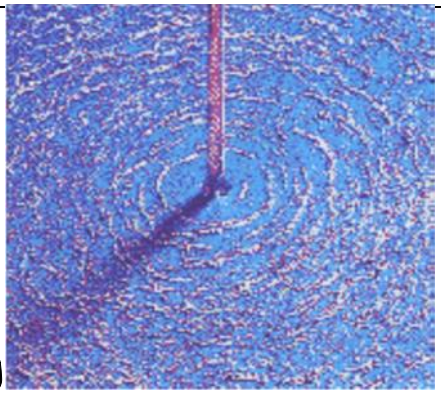
الشكل23

جـ ـ الحقل المغناطيسي المتولد عن تيار مستقيم :

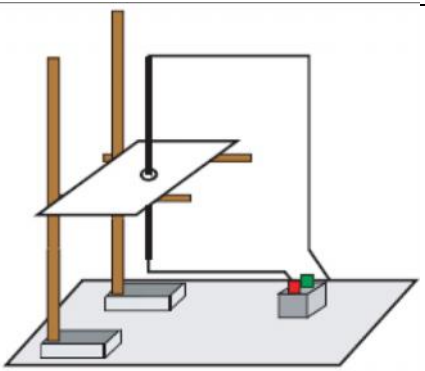
تجربة:

- نأخذ سلكا نحاسيا مستقيما ونثبته في الموضع الشاقولي (الشكل 24) حيث يخترق ورق مقوى أفقي ، ثم نحقق الدارة مثلما هو مبين في الشكل نذر كمية من برادة الحديد على الورق .

ـ عندغلق الدارة مع نقر خفيف على الورقة نلاحظ أن برادة الحديد ترسم على الورقة خطوط الحقل المغناطيسي المتولد عن التيار المار ، حيث تكون على شكل دوائر متمركزة حول الناقل



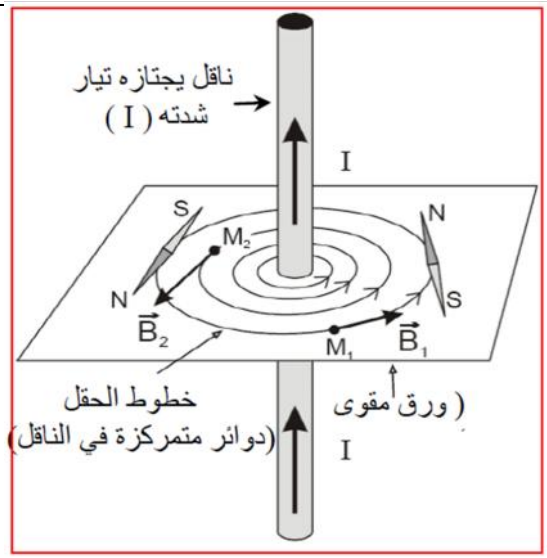
الشكل24



الشكل 25

نتيجة :

- عندما يمر تيار كهربائي شدته I سلكا مستقيما طويلا (الشكل 26) يتولد حوله حقل مغناطيسي خطوطه دائرية مركزها على السلك ومحمولة في مستويات عمودية على السلك.



الشكل26

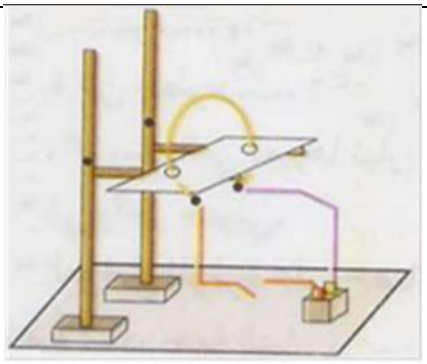
يتميز شعاع الحقل المغناطيسي في نقطة M تبعد عن السلك بمقدار R بالخصائص التالية :

- حامله مماسي لخط الحقل المار من تلك النقطة .
- جهته تتعلق بجهة التيار وتحدد بالقواعد المذكورة سابقا .
- شدته تتعلق بشدة التيار I وبعد النقطة d عن السلك وفق العلاقة التالية: $B = \mu_0 . I / 2\pi d$

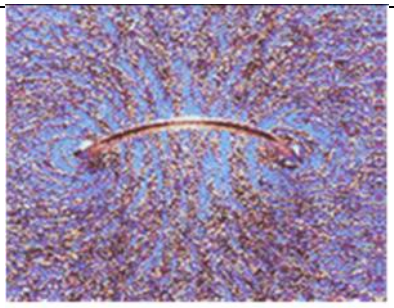
د- الحقل المتولد عن تيار حلقي :

تجربة :

نقوم بلف سلك ناقل ليشكل حلقة تخترق ورق مقوى ونحقق الدارة مثلما مبين في (الشكل 27 ، 28) ، ثم نذر كمية من برادة الحديد على الورق



الشكل 27

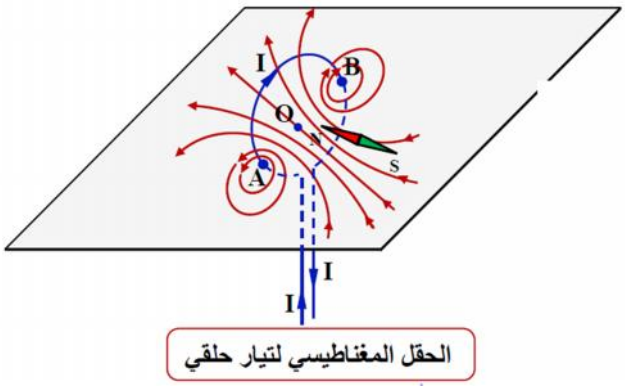


الشكل 28

عند غلق الدارة مع نقر طفيف على الورق نلاحظ أن برادة الحديد ترسم خطوط الحقل المغناطيسي كما هو مبين في الشكل ، ويمكن تعيين جهة هذه الخطوط بوضع إبرة مغناطيسية في نقطة منها ، حيث نلاحظ أن الخطوط تدخل من الوجه الجنوبي وتخرج من الوجه الشمالي للحلقة .

نتيجة :

عندما يعبر تيار كهربائي شدته I سلكا دائريا يتولد حوله حقل مغناطيسي خطوطه كما في (الشكل 29) التالي :



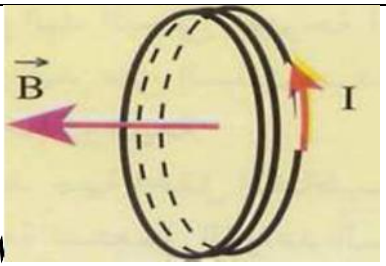
الشكل 29

- 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 وتحدد بالقواعد المذكورة سابقا .
- شدته تتعلق بشدة التيار I ونصف قطر R الحلقة وفق العلاقة التالية:

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

وبالمثل إذا كانت وشيعة مسطحة تتكون [illegible] حقل مغناطيسي خطوطه كما في الشكل المقابل (شكل 30) .



الشكل 30

- تكون شدة الحقل المغناطيسي المتولد في مركز الوشيعة المسطحة متعلقة بالتيار I ونصف قطر الوشيعة R وفق العلاقة التالية :

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

- يمكن كتابة العلاقة السابقة كما يلي :

$$B = 2\pi \cdot 10^{-7} NI$$

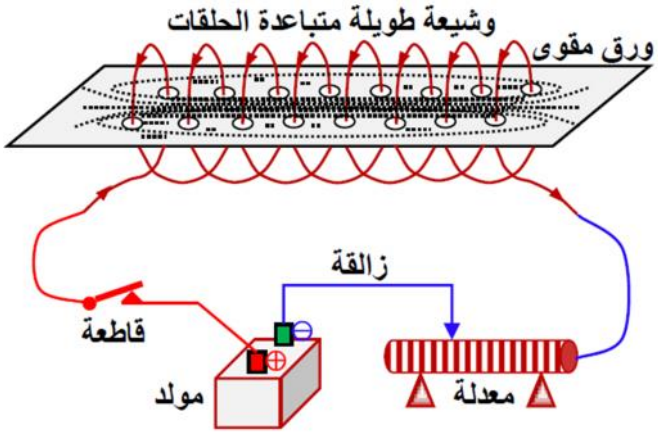
يسمى N عدد الحلقات في المتر .

هـ ـ الحقل المتولد عن تيار حلزوني :

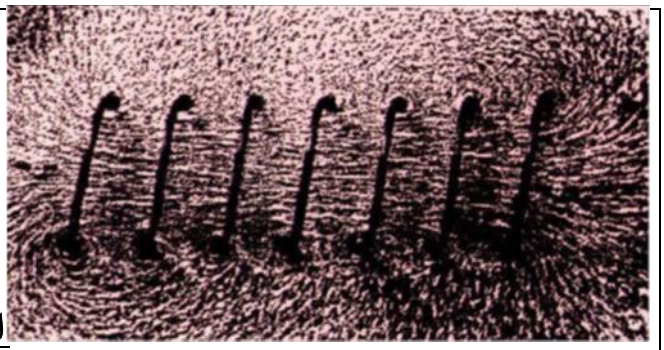
تجربة :

نقوم بلف سلك ناقل ليأخذ شكلا حلزونيا يخترق ورقا مقوى و نحقق الدارة مثلما هو مبين في (الشكل31) ثم نذر كمية من برادة الحديد على الورق .

الشكل 31



عند غلق الدارة مع نقر خفيف على الورق نلاحظ أن برادة الحديد ترسم خطوط الحقل المغناطيسي كما هو مبين في (الشكل 32) التالي :

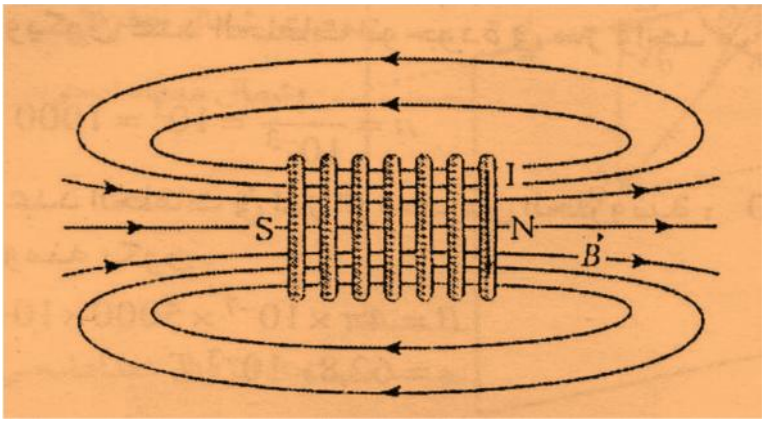


الشكل 32

نتيجة :

- عندما يمر تيار كهربائي شدته I وشيعة طويلة (حلزونية) يتولد عندها حقل مغناطيسي طيفه خارج الوشيعة يشبه تماما طيف قضيب مغناطيسي وداخل الوشيعة عبارة عن خطوط متوازية فتكتسب الوشيعة الخصائصالمغناطيسية التي يمتاز بها القضيب المغناطيسي . نستنتج من ذلك أن الوشيعة التي يعبرها تيار تكافؤ قضيبا مغناطيسيا ويكافئ وجها الوشيعة قطبا المغناطيس . فيكون لها قطب شمالي وآخر جنوبي .

الشكل 33



- يتميز شعاع الحقل المغناطيسي في مركز حلقة بطولها L وعدد حلقاتها n بالخصائص التالية :

- نقطة تأثيره مركز الوشيعة .
- حامله عمودي على مستوى الوشيعة .
- جهته تتعلق بجهة التيار وتحدد بالقواعد المذكورة سابقا .
- شدته تتعلق بشدة التيار I وطول الوشيعة L وعدد حلقاتها n وفق العلاقة التالية :

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

- يمكن كتابة العلاقة السابقة كما يلي:

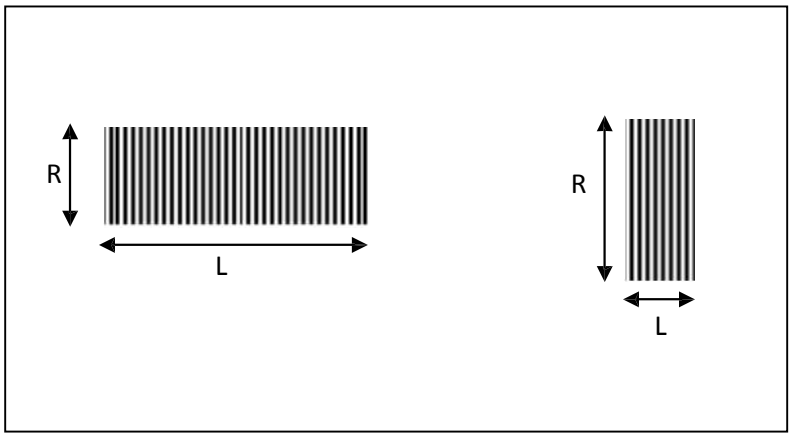
$$B = 4\pi.10^{-7}.N.I$$

يسمى N عدد الحلقات في المتر .

ملاحظة :

الفرق بين الوشيعة المسطحة والوشيعة الطويلة يكمن في العلاقة بين طول الوشيعة L ونصف قطرها R حيث إذا كان $L > R$ يقال عن الوشيعة أنها مسطحة ، بينما إذا كان $L < R$ يقال عن الوشيعة أنها طويلة

الشكل 34



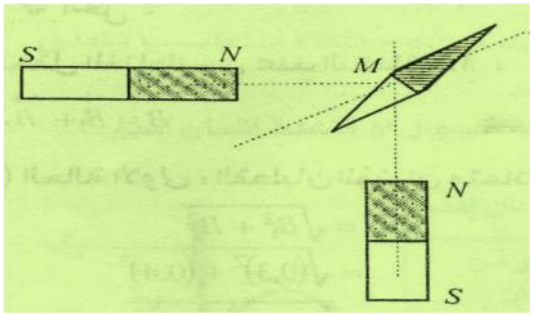
5. تراكب حقلين مغناطيسيين :

تجربة :

نضع مغناطيسين متماثلين على طاولة بالقرب من بعضها بحيث يتعامد محوراهما كما في الشكل ثم نضع بينهما وعلى نفس البعد إبرة مغناطيسية قابلة للدوران حول محورها .

نلاحظ أن هذه الإبرة تدور وتستقر في وضعية يصنع فيها محورها زاويتين متماثلتين ($45°$) مع محوري المغناطيسين.

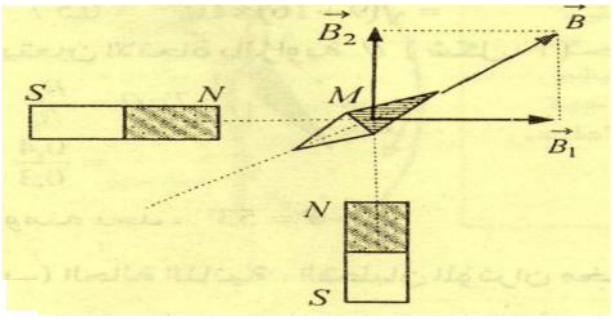
الشكل 35



تفسير الظاهرة:

في النقطة M مكان وجود الإبرة المغناطيسية يولد المغناطيسين حقلين B_1 ، B_2 بحيث تتأثر الإبرة المغناطيسية بالحقل $\vec{E}$ الكلي الناشئ عن الحقلين المذكورين حيث : $\vec{B}=\vec{B}_1+\vec{B}_2$ وتستقر بحيث ينطبق محورها على حامل الحقل $\vec{B}$.

الشكل 36



تعميم :

- في نقطة كيفية M من الفراغ حيث يتراكم عدد من الحقول المغناطيسية $\vec{B}_1$ ، $\vec{B}_2$ ، $\vec{B}_3$ ..... (ناتجة عن مغانط أو عن تيار كهربائي أو الحقل المغناطيسي الأرضي) يكون الحقل الناشئ عن هذه الحقول هو المجموع الشعاعي لها أي :

$$\vec{B}=\vec{B}_1+\vec{B}_2+\vec{B}_3+\ldots.$$