سلاسل المنجد - دروس و تمارين

السلسلة 2-08-1

علوم فيزيائية

مفهوم الحقل المغناطيسي

عرض نظري و تمارين

يمكن تحميل نسخة من هذا الملف من الموقع :
www.sites.google.com/site/faresfergani

للمزيد (عرض نظري مفصل – تمارين – فيديوهات .....)
يرجى زيارتنا على صفحة الوحدة في الموقع الإلكتروني

لكي يصلك جديد الموقع تابع صفحة الفايسبوك التالية :
الأستاذ فرقاني فارس أستاذ العلوم الفيزيائية Fergani Fares

الأستاذ فرقاني فارس
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم - الخروب - قسنطينة
fares_fergani@yahoo.fr

الإصدار : أفريل/2022

العلوم الفيزيائية

سلاسل المنجد في العلوم الفيزيائية – ثانية ثانوي – الوحدة 08

مفهوم الحقل الكهرومغناطيسي

إعداد الأستاذ فرقاني فارس
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم - الخروب - قسنطينة
www.sites.google.com/site/faresfergani

****

السلسلة 2 –08– 01

عرض نظري و تمارين

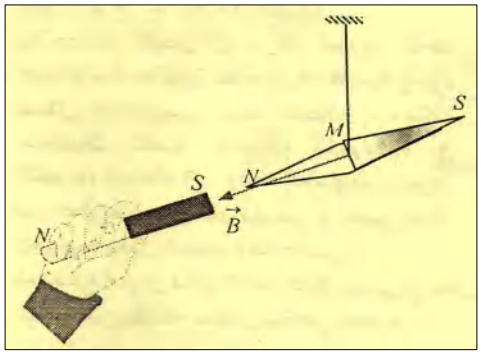
1- مفهوم الحقل المغناطيسي

• 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 .

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

- عند وضع إبرة مغناطيسية أمام مغناطيس تأخذ الإبرة وضع تكون فيه مع المغناطيس في نفس الحامل و يتجه دوما وجهها الشمالي إلى القطب الجنوبي للمغناطيس و عليه يمكن تحديد قطبي مغناطيس اعتمادا على الإبرة المغناطيسية حيث يتجه القطب الجنوبي للإبرة إلى القطب الشمالي للمغناطيسي أو يتجه القطب الشمالي للإبرة إلى القطب الجنوبي للمغناطيس (الشكل) .

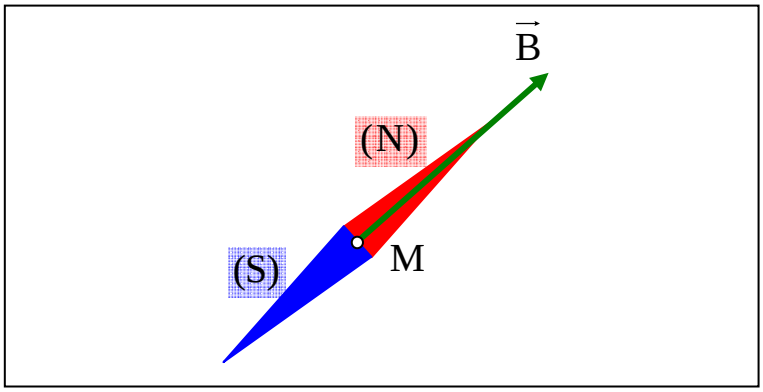


• الحقل المغناطيسي :

- الحقل المغناطيسي هو حيز من الفراغ ، لو يوضع فيه جسم ممغنط مثل إبرة مغناطيسية أو جسم قابل للتمغنط مثل برادة الحديد يخضع إلى تأثير ميكانيكي (قوة) .
- للحقل المغناطيسي ثلاث مصادر أساسية .
  - مغناطيس طبيعي .
  - تيار كهربائي .
  - الأرض .
- نكشف عن وجود حقل مغناطيسي في منطقة ما بواسطة إبرة مغناطيسية أين تأخذ هذه الأخيرة وضع مستقر معين ، بمعنى لو نحرك إبرة مغناطيسية في حالة توازن ثم تعود إلى وضع توازنها الأصلي المستقر نقول أنها موجودة ضمن حقل مغناطيسي .

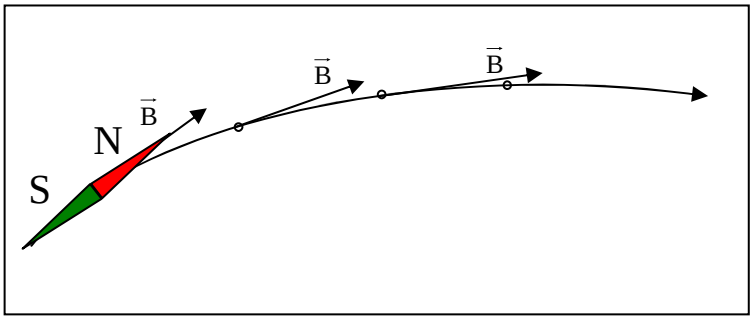
• شعاع الحقل المغناطيسي :

- يتميز الحقل المغناطيسي في كل نقطة M من نقاطه بشعاع يسمى شعاع الحقل المغناطيسي يرمز له بـ $\vec{B}$ ، وحدة طويلته تدعى **التسلا** يرمز لها بـ **T** و تقاس بجهاز يدعى **التسلا متر** .
- يتميز شعاع الحقل المغناطيسي بالخواص التالية :
  - نقطة تطبيقه هي النقطة M المعتبرة .
  - حامله يكون منطبق على حامل إبرة مغناطيسية موضوعة في النقطة M .
  - جهته تكون من جنوب الابرة المغناطيسية نحو شمالها (S→N) .



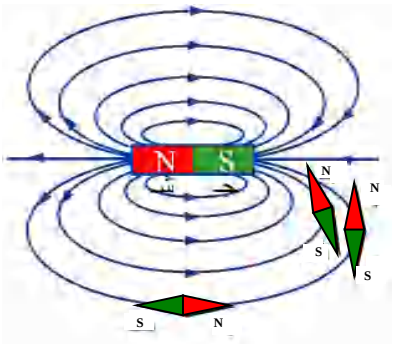
• خطوط الحقل المغناطيسي :

- خطوط الحقل المغناطيسي هي خطوط و همية موجهة يكون شعاع الحقل المغناطيسي مماسيا لها في جميع نقاطها ، كما تكون لها نفس جهة شعاع الحقل .



- يمكن تجسيد خطوط الحقل المغناطيسي بذر برادة الحديد على ورقة بيضاء موجودة في هذا الحقل المغناطيسي مع تحريك الورقة قليلا أو النقر عليها .

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

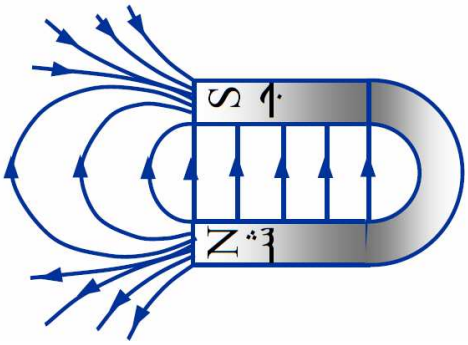


• الحقل لمغناطيسي المنتظم :

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

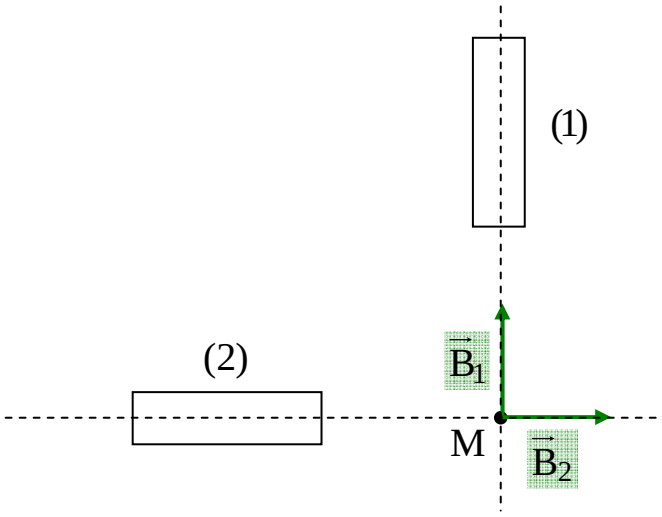
مثال :

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



التمرين (1) : (التمرين : 001 في بنك التمارين على الموقع) (*)

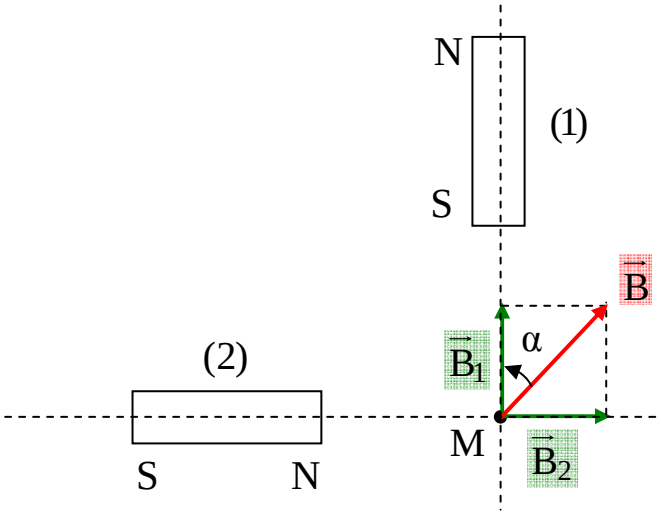
في نقطة M يحدث تراكب حقلين مغناطيسيين ناتجين عن قضيبين مغناطيسيين متعامدين كما في (الشكل) . حيث شدتي الحقلين هي : $B_1 = 32mT$ ، $B_2 = 43mT$.



1- حدد أسماء أقطاب القضيبين و أرسم شعاع الحقل $\vec{B}$ الناتج عن تراكب الحقلين في النقطة M .
2- أحسب شدته B و الزاوية α التي يصنعها مع القضيب (1) .
3- ما هو اتجاه إبرة مغناطيسية موضوعة في النقطة M إذا أهملنا الحقل المغناطيسي الأرضي ؟
يعطى : $\tan 53° = 1.34$

الأجوبة :

1- أ- أسماء أقطاب القضيب و رسم شعاع الحقل المحصل :



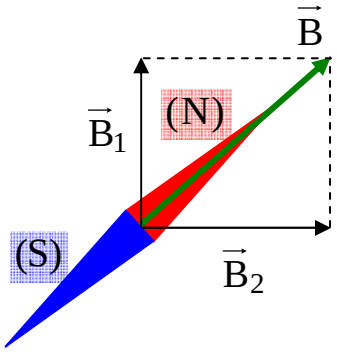
2- شدة شعاع الحقل $\vec{B}$ و الزاوية α التي يصنعها مع القضيب (1) :

- $B = \sqrt{(B_1)^2 + (B_2)^2}$

$$B = \sqrt{(32.10^{-3})^2 + (43.10^{-3})^2} = 5.36.10^{-2}\ T = 53.6\ mT$$

- $\tan\alpha = \dfrac{B_2}{B_1} = \dfrac{43.10^{-3}}{32.10^{-3}} = 1.34 \rightarrow \alpha = 53°$

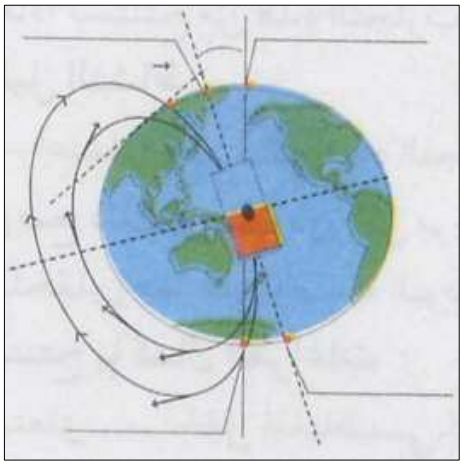
3- اتجاه ابرة مغناطيسية في الموضع M يكون وفق اتجاه الشعاع المحصل $\vec{B}$ من الوجه الجنوبي إلى الوجه الشمالي .



و هذا عند إهمال الحقل المغناطيسي الأرضي .

2- الحقل المغناطيسي الأرضي

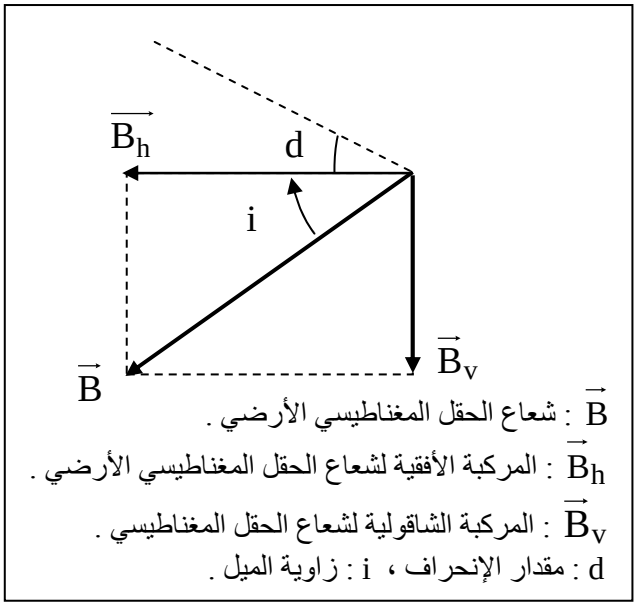
• تعريف الحقل المغناطيسي الأرضي :



- إذا وضعنا إبرة مغناطيسية بعيدا عن أي تأثير مغناطيس أو تياركهربائي ، نلاحظ أن الإبرة تأخذ وضع مستقر و إذا قمنا بتحريكها تعود إلى هذا الوضع (المستقر) ، هذا يدل على أن الإبرة المغناطيسية موجودة ضمن حقل مغناطيسي ناتج عن الأرض يسمى الحقل المغناطيسي الأرضي .
- الدراسة التجريبية للحقل المغناطيسي الأرضي أدت إلى أنه يمكن اعتبار الأرض عبارة عن مغناطيس ضخم (الشكل) .
- 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 الإبر المغناطيسية موزعة في منطقة ، فتبدو كلها متوازية .

• الانحراف d و زاوية الميل i :

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



$\vec{B}$: 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 .

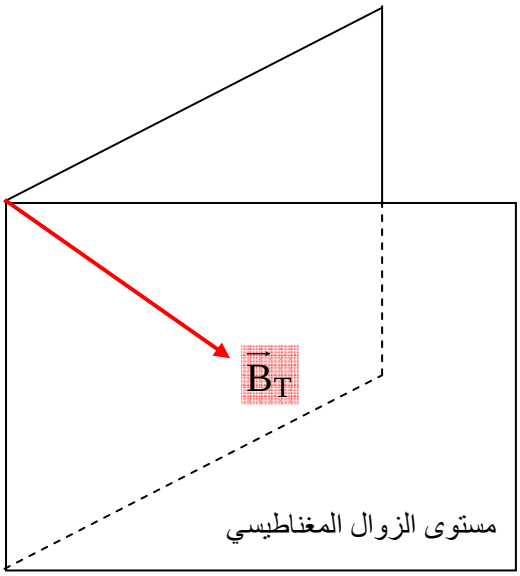
- دُرس الحقل المغناطيسي الأرضي بدقة و تم تحديد قيمة زاويتي الميل و الانحراف في جميع مناطق الأرض و دونت في جداول و خرائط و هي تميز بكل دقة الموقع الجغرافي لأي بقعة من كوكب الأرض و تستعمل خاصة في الملاحة البحرية و الجوية .

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

التمرين (2) : (التمرين : 002 في بنك التمارين على الموقع) (*)

1- أنقل الشكل المقابل و عين عليه : زاويتي الانحراف D و زاوية الميل i ، المركبة الأفقية $\vec{B}_h$ و المركبة الشاقولية $\vec{B}_v$ للحقل المغناطيسي الأرضي .



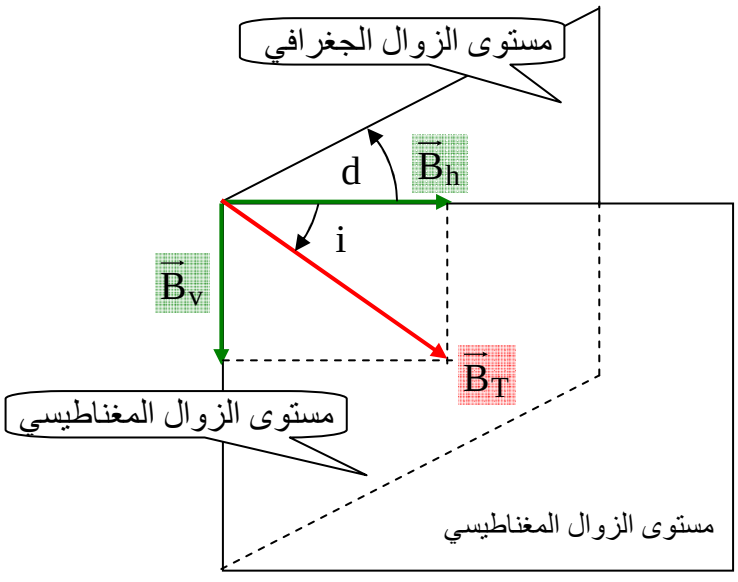
2- في نقطة من الفضاء حيث زاوية الميل 60° و شدة المركبة الأفقية لشعاع الحقل المغناطيسي الأرضي هي $B_h = 22\ \mu T$ أحسب :

أ- شدة المركبة الشاقولية $\vec{B}_v$.

ب- شدة الحقل المغناطيسي الأرضي $\vec{B}_T$.

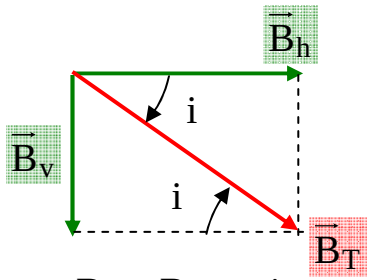
الأجوبة :

1- الشكل :



2- أ- شدة المركبة الشاقولية :

$i = 60°$, $B_h = 22 . 10^{-6}\ T$



$$\tan i = \frac{B_v}{B_h} \rightarrow B_v = B_h \tan i$$

$B_v = 22.10^{-6} . \tan 60° = 3.81.10^{-5} = 38.1\,\mu T$

ب- قيمة B_T :

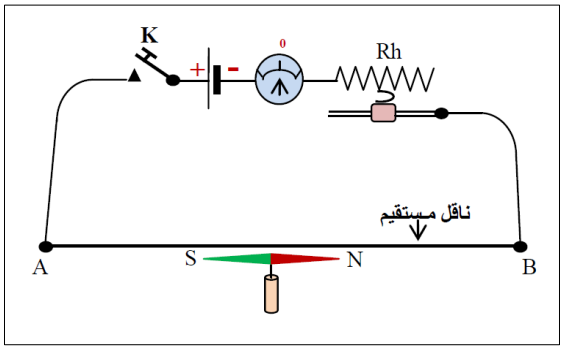
$B_T = \sqrt{(B_h)^2 + (B_v)^2}$

$B = \sqrt{(22.10^{-6})^2 + (3.81.10^{-5})^2} = 4.40.10^{-5}\ T = 44\,\mu T$

3- الحقل المغناطيسي المتولد عن تيار كهربائي

● تجربة أرستد :

- أول من اكتشف تجريبيا أثر التيار الكهربائي على مغناطيس هو العالم الدانماركي أرستد في سنة 1820 الذي لاحظ انحراف إبرة مغناطيسية كانت موضوعة بجوار سلك ناقل إثر مرور تيار كهربائي فيه (الشكل) .



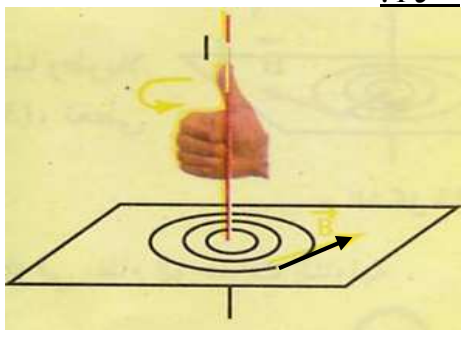
- بعد إعادته للتجربة و التأكد من أن سبب الانحراف يعود فقط لمرور التيار توصل أرستد إلى النتيجة التالية :

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

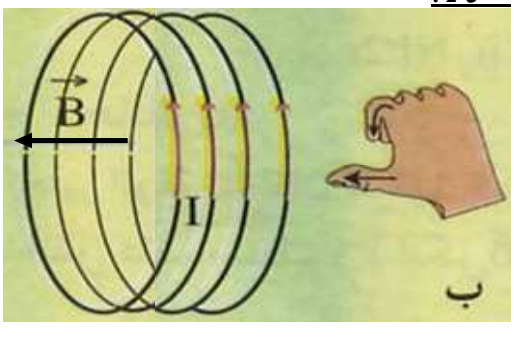
● تحديد جهة الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار كهربائي :

هناك عدة طرق لتحديد جهة شعاع الحقل المغناطيسي أهمها قاعدة اليد اليمنى أين توضع اليد اليمنى مفتوحة ، عندها تشير الأصابع الثلاثة إلى جهة الحقل المغناطيسي عندما يشير الإبهام إلى جهة التيار المستقيم (الشكل-1) و العكس صحيح ، أي يشير الإبهام إلى جهة الحقل المغناطيسي عندما تشير الأصابع الثلاثة إلى جهة التيار الدائري (الشكل-2) .

الشكل-1 :

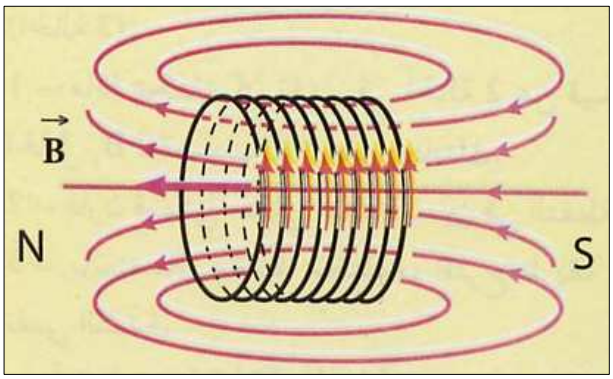


الشكل-2 :



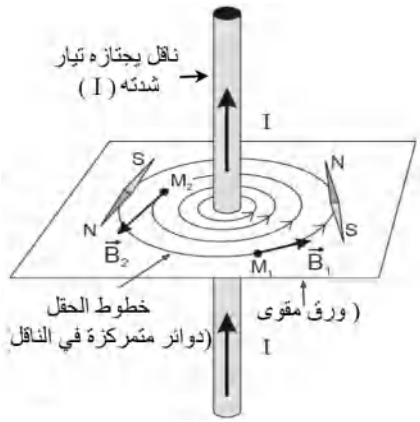
ملاحظة :

- الوشيعة عندما يجتازها تيار كهربائي تسلك سلوك مغناطيس تماما بحيث وجهيها الشمالي و الجنوبي يتعلقان بجهة التيار .
- يمكن تحديد وجهي وشيعة من خلال تحديد جهة شعاع الحقل المغناطيسي بالطرق السابقة ، حيث تكون جهة شعاع الحقل المغناطيسي داخل الوشيعة من وجهها الجنوبي (S) إلى وجهها 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) .



• الحقل المغناطيسي المتولد عن تيار مستقيم :

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

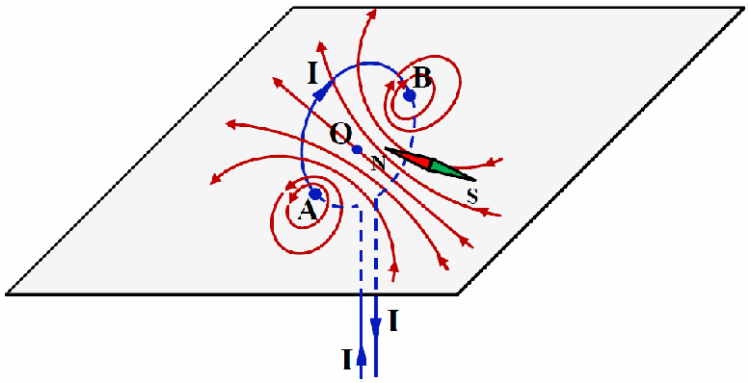


- يتميز شعاع الحقل المغناطيسي في نقطة M تبعد عن السلك بمقدار d بالخصائص التالية :
  - حامله مماسي لخط الحقل المار من تلك النقطة .
  - جهته تتعلق بجهة التيار و تحدد بالقواعد المذكورة سابقا .
  - شدته تتعلق بشدة التيار I و البعد d للنقطة M عن السلك وفق العلاقة التالية :

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

● الحقل المتولد عن تيار حلقي :

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



- 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 إذا كانت وشيعة مسطحة تتكون من N حلقة يتولد حولها حقل مغناطيسي تكون شدته في مركز الوشيعة المسطحة تتعلق بشدة التيار I و نصف قطر الوشيعة R و عدد حلقاتها N وفق العلاقة التالية :

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

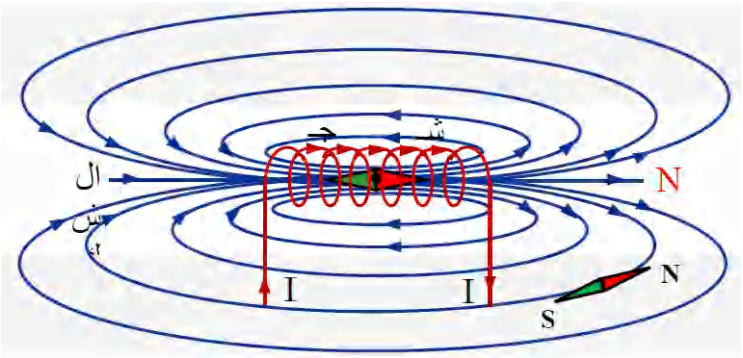
- يمكن كتابة العلاقة السابقة كما يلي :

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

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

● الحقل المتولد عن تيار حلزوني :

- 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 تكافئ مغناطيسا و يكافئ وجها الوشيعة قطبا هذا المغناطيس . فيكون لها وجه شمالي و آخر جنوبي .



- يتميز شعاع الحقل المغناطيسي في مركز وشيعة طويلة (حلزونية) 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 :

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

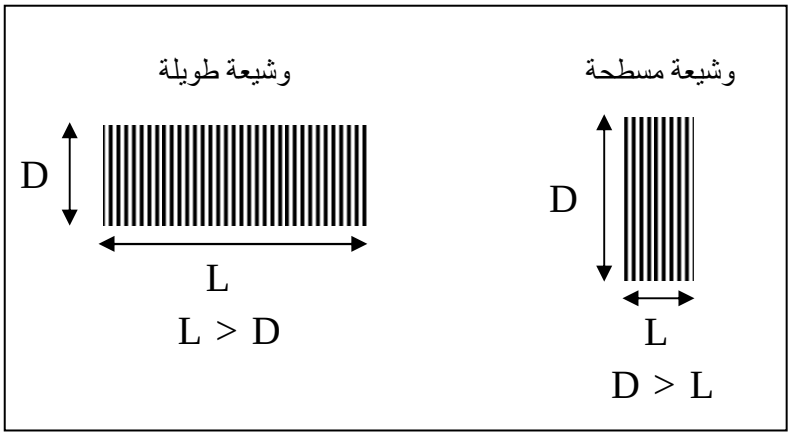
- يمكن كتابة العلاقة السابقة كما يلي :

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

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

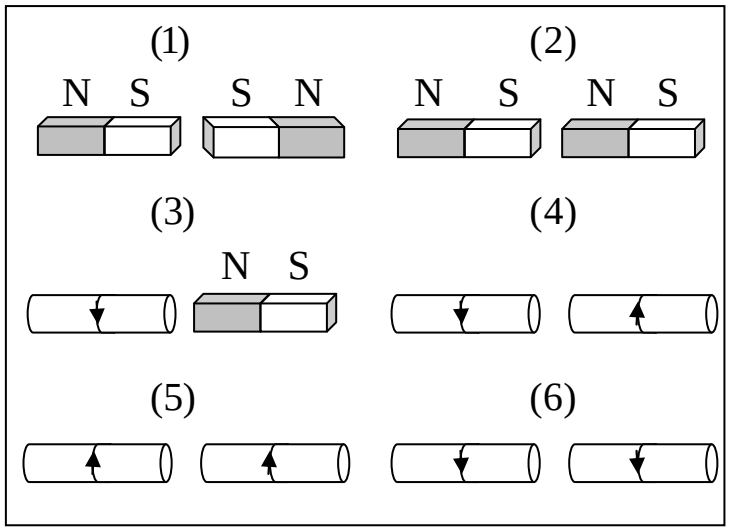
ملاحظة :

الفرق بين الوشيعة المسطحة و الوشيعة الطويلة يكمن في العلاقة بين طول الوشيعة L و قطرها D حيث إذا كان $D > L$ يقال عن الوشيعة أنها مسطحة ، بينهما إذا كان $L > D$ يقال عن الوشيعة أنها طويلة (أو حلزونية) .



التمرين (3) : (التمرين : 003 في بنك التمارين على الموقع) (*)

1- بين ماذا يحدث (تجاذب أو تنافر) في الحالات المبينة في الشكل المقابل ، حيث يمثل السهم في الوشيعة جهة التيار الكهربائي .



الأجوبة :

1- ما يحدث :

(1) تنافر ، (2) تجاذب ، (3) تنافر ، (4) تنافر ، (5) تجاذب ، (6) تجاذب .

التمرين (4) : (التمرين : 004 في بنك التمارين على الموقع) (*)

أحسب شدة الحقل المغناطيسي المتولد نتيجة مرور تيار كهربائي في الحالات التالية :

1- في نقطة M تبعد بمسافة $d = 10\ cm$ عن ناقل مستقيم كبير الطول يجتازه تيار شدته $I = 12\ A$.

2- في مركز وشيعة مسطحة نصف قطرها $R = 4\ cm$ و عدد حلقاتها $N = 50$ ، يجتازها تيار كهربائي شدته $I = 5A$.

3- في المنطقة المركزية لوشيعة تحتوي على 400 حلقة في المتر ، يجتازها تيار شدته 16A .

الأجوبة :

شدة الحقل :

1- في نقطة M تبعد بـ $d = 10\ cm$ عن ناقل مستقيم :

$$B = 2.10^{-7}\frac{I}{d} \rightarrow B = 2.10^{-7}\frac{12}{0.1} = 2.4\ .10^{-5}\ T$$

2- في مركز وشيعة مسطحة :

$$B = 2\pi.10^{-7}\ N\frac{I}{R} \rightarrow B = 2\pi.10^{-7}.50\frac{5}{0.04} = 3.93.10^{-3}\ T$$

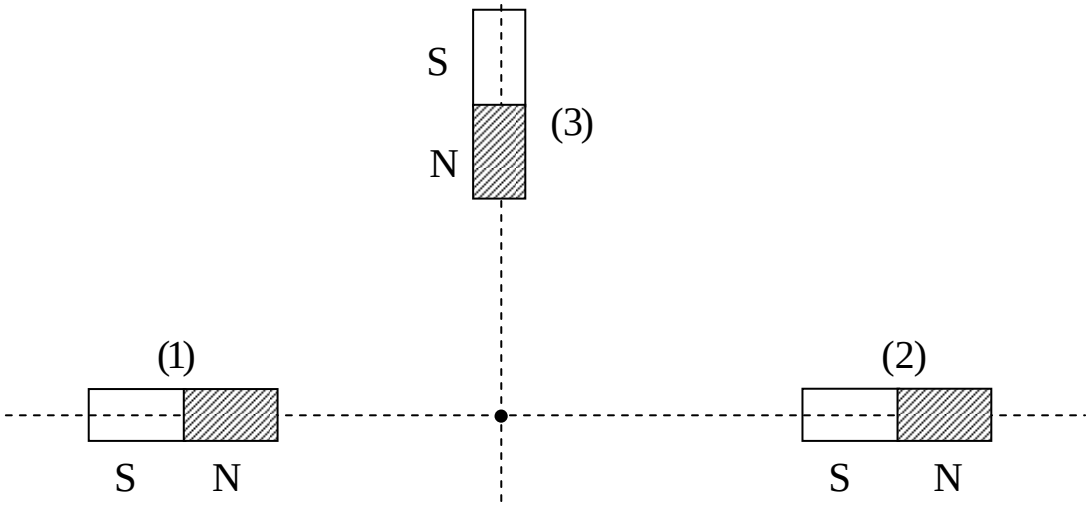
3- في مركز وشيعة طويلة :

$$B = 4\pi.10^{-7}\ n\ I \rightarrow B = 4\pi.10^{-7}.400\ .\ 16 = 8.04.10^{-3}\ T$$

4- تمارين متنوعة

التمرين (5) : (التمرين : 005 في بنك التمارين على الموقع) (**)

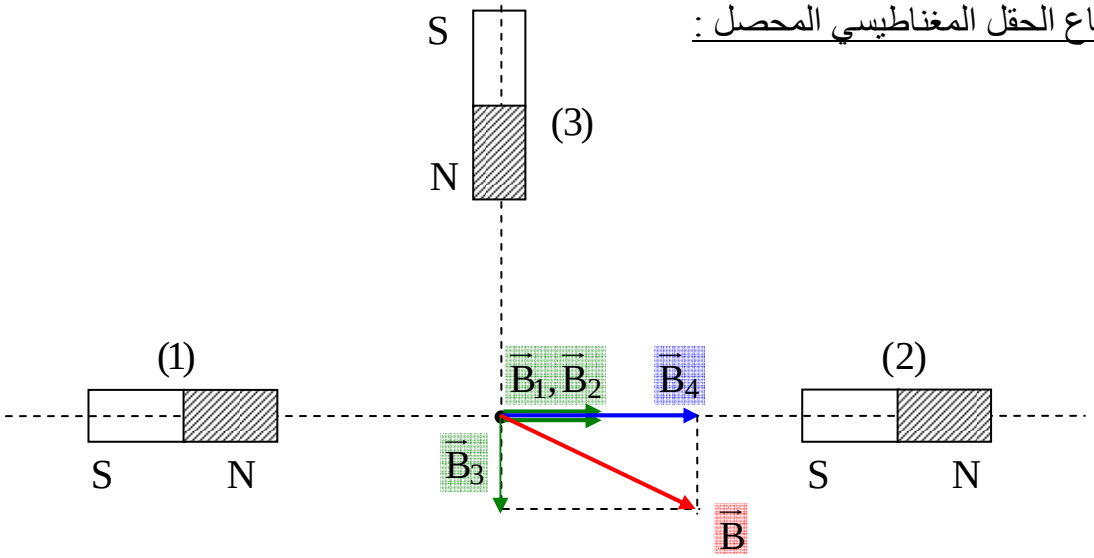
تولد في النقطة (O) من الفضاء ثلاث قطع مغناطيسية ثلاثة حقول متساوية الشدة قيمة كل منها $B_1 = 0.5\ mT$ بحيث تكون محاورها و أقطارها حسب (الشكل) .



1- أرسم عند النقطة (O) شعاع الحقل $\vec{B}$ الناتج عن تراكب الحقول الثلاثة و بين جهته ، ثم أحسب شدته .
2- أعد حساب قيمة B إذا أدرنا القضيب (1) بـ $180°$.

الأجوبة :

2- شعاع الحقل المغناطيسي المحصل :



$\vec{B} = \vec{B}_3 + \vec{B}_4 \qquad (\vec{B}_4 = \vec{B}_1 + \vec{B}_2)$

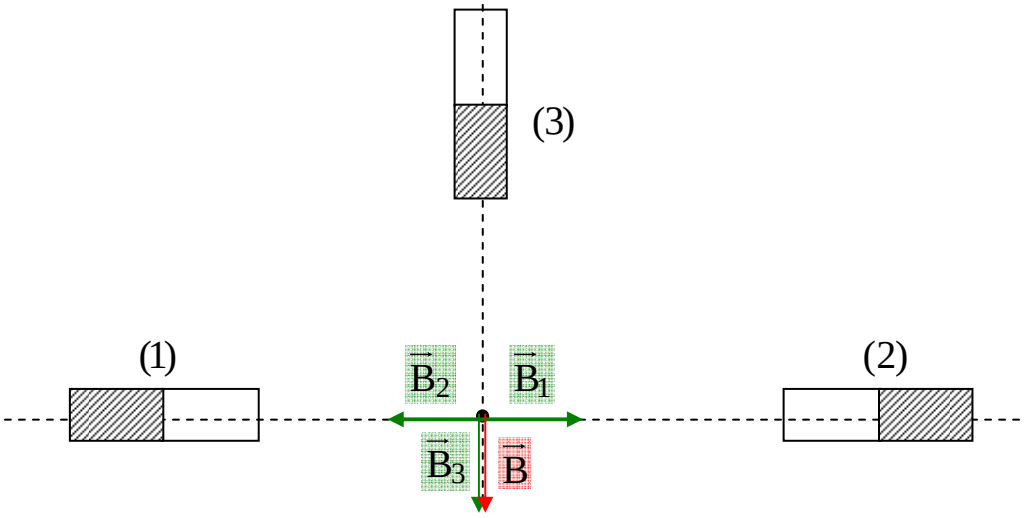
كون أن $\vec{B}_1$ و $\vec{B}_2$ في نفس الجهة يكون :

$$B_4 = B_1 + B_2 = 0.5 \,.\, 10^{-3} + 0.5 \,.\, 10^{-3} = 10^{-3}\ T$$

$$B = \sqrt{(B_3)^2 + (B_4)^2} \quad \rightarrow \quad B = \sqrt{(0.5.10^{-3})^2 + (10^{-3})^2} = 1.12.10^{-3}\ T = 1.12\ mT$$

2- قيمة B إذا أدرنا القصيب (1) بزاوية 180° :

يصبح الشكل كما يلي :

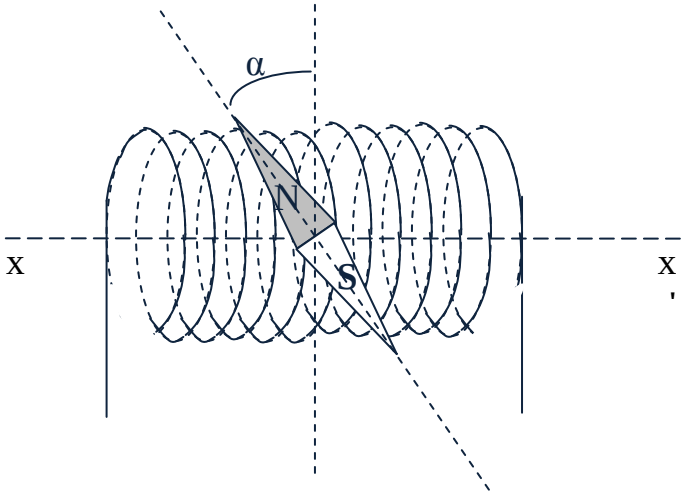


في هذه الحالة $\vec{B}_1$ و $\vec{B}_2$ متعاكسين في الاتجاه ، و كون $B_1 = B_2$ يكون : $\vec{B}_4 = 0$ و عليه :

$B = B_3 = 0.5 \cdot 10^{-3}\ T = 0.5\ mT$

التمرين (6) : (التمرين : 022 في بنك التمارين على الموقع) (**)

داخل وشيعة طويلة على مستوي الزوال المغناطيسي نضع إبرة مغناطيسية بحيث يكون محور الوشيعة (XX') عموديا على حامل الإبرة في غياب التيار الكهربائي .



نمرر تيارا كهربائيا شدته $I = 20mA$ عبر الوشيعة التي عدد لفاتها في وحدة الطول هو $n = 1000$ فتنحرف الإبرة في اتجاه عكس عقارب الساعة (الشكل)

1- مثل في مركز الوشيعة مع التعليل :

- المركبة الأفقية $\vec{B}_h$ لشعاع الحقل المغناطيسي .
- شعاع الحقل المغناطيسي المتولد عن الوشيعة ، ثم مثل جهة التيار المار في الوشيعة .

2- استنتج جهة التيار المار في الوشيعة . (مثل ذلك على الرسم)

3- أحسب شدة الحقل $\vec{B}_b$ المتولد من طرف الوشيعة و كذا شدة الحقل المغناطيسي الكلي $\vec{B}$ في مركزها

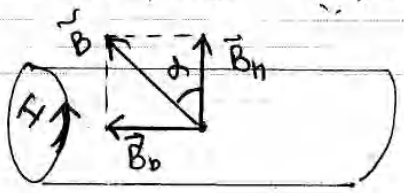
5- أحسب زاوية الانحراف α

يعطى:

• المركبة الأفقية لشدة الحقل المغناطيسي الأرضي: $B_h = 2 \cdot 10^{-5}\ T$

الأجوبة :

1- تمثيل $\vec{B_b}$ شعاع الحقل المغناطيسي المتولد عن الوشيعة :
عند إمرار التيار الكهربائي في الوشيعة تخضع الابرة المغناطيسية في مركز الوشيعة لتأثير حقلين مغناطيسيين
• الحقل المغناطيسي الأرضي مركبته الافقية $\vec{B_h}$.
• الحقل المغناطيسي الناتج عن الوشيعة $\vec{B_b}$.
والابرة المغناطيسية في هذه الحالة تنحرف في اتجاه الحقل المغناطيسي المحصل $\vec{B}$ حيث $\vec{B} = \vec{B_h} + \vec{B_b}$ لذلك يكون:



2- جهة التيار :
بتطبيق قاعدة اليد اليمنى ومن خلال جهة شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B_b}$ في مركز الوشيعة تكون جهة التيار كما في الشكل السابق .

3- حساب B_b :
الوشيعة طويلة لذا يكون:

$$B_b = 4\pi.10^{-7}.n.I$$
$$B_b = 4\pi.10^{-7}.1000.20.10^{-3} = 2,51.10^{-5}\ T$$

- شدة الحقل المغناطيسي الكلي $\vec{B}$:

$$B = \sqrt{B_h^2 + B_b^2}$$
$$B = \sqrt{(2.10^{-5})^2 + (2,51.10^{-5})^2} = 3,21.10^{-5}\ T$$

4- زاوية الانحراف:
من الشكل السابق:

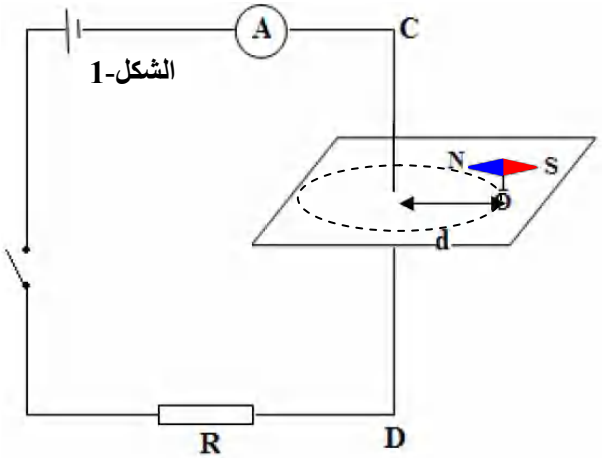
$$\tan\alpha = \frac{B_b}{B_h}$$

$$\tan\alpha = \frac{2,51.10^{-5}}{2\ .10^{-5}} = 1,255 \rightarrow \alpha = 51,5°$$

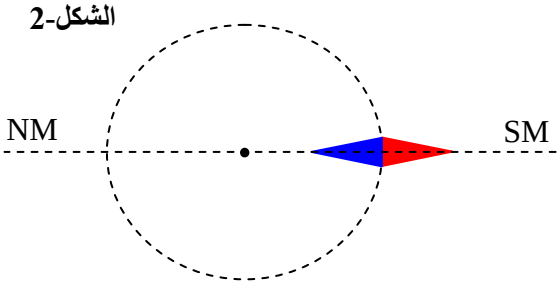
التمرين (7) : (التمرين : 026 في بنك التمارين على الموقع) (**)

توضع إبرة مغناطيسية حرة الحركة حول حاملها عند النقطة O ، حيث d = 5 cm كما هو موضح في (الشكل-1) ، يمثل (الشكل-2) منظر علوي لخط الحقل المغناطيسي المار من النقطة (O) . .

الشكل-1



الشكل-2



- عندما تكون القاطعة مفتوحة ، تكون الإبرة المغناطيسية أفقية و عمودية على السلك CD الشاقولي .
- عندما تكون القاطعة مغلقة ، يدل مقياس الأمبير على مرور تيار كهربائي شدته $I = 8\ A$.
- شدة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي : $B_h = 2 . 10^{-5}\ T$.

1- مثل في (الشكل-1) بعد نقله على ورقة إجابتك جهة شدة التيار الكهربائي الذي يسري في السلك و كذا جهة خط الحقل المغناطيسي الدائري المار من النقطة O .

2- مثل على (الشكل-2) بعد نقله على ورقة إجابتك الأشعة التالية :

- المركبة الأفقية لشعاع الحقل المغناطيسي الأرضي $\vec{B}_h$.
- شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}_f$ المتولد عن مرور التيار الكهربائي بالسلك .
- شعاع الحقل الكهربائي المحصل $\vec{B} = \vec{B}_h + \vec{B}_f$.

3- أحسب ما يلي :

أ- شدة شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}_f$ المتولد عن مرور التيار الكهربائي بالسلك .

ب- شدة شعاع الحقل الكهربائي المحصل $\vec{B} = \vec{B}_h + \vec{B}_f$.

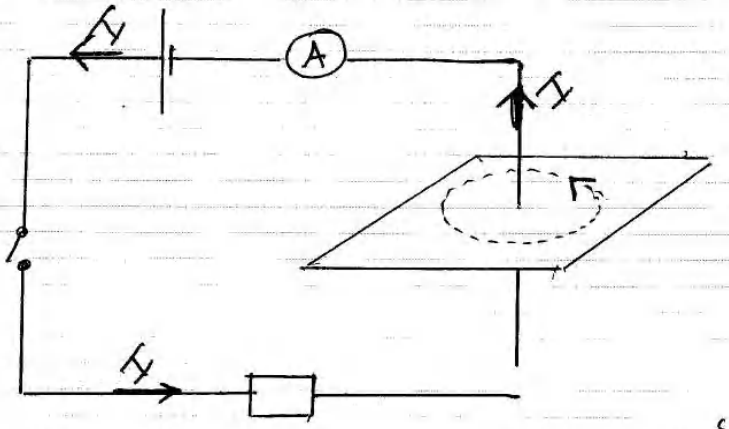
جـ- الزاوية التي تنحرف بها الإبرة المغناطيسية عن وضعها الابتدائي .

الأجوبة :

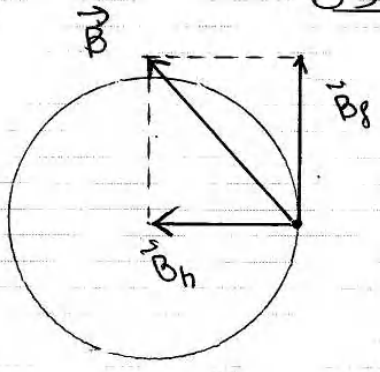
1- تمثيل I وجهة خط الحقل :

- جهة التيار الكهربائي تكون من القطب الموجب للمولد إلى قطبه السالب

- نحدد جهة $\vec{B}$ بالاعتماد على قاعدة اليد اليمنى .



2- تمثيل أشعة الحقول :



3-P- شدة شعاع الحقل $\vec{B}_f$:

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

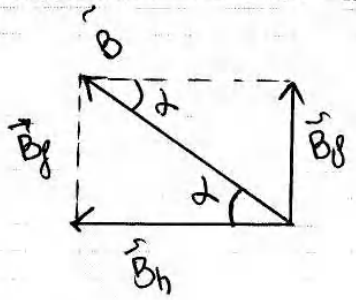
$$B_f = \frac{2.10^{-7}.8}{5.10^{-2}} = 3,2.10^{-5}\,T$$

ب- لنبرة منعاع الحقل المغناطيسي المحصل :

$$B = \sqrt{B_h^2 + B_g^2}$$

$$B = \sqrt{(2.10^{-5})^2 + (3,2.10^{-5})^2} = 3,77.10^{-5}\ T$$

جـ- الزاوية التي تنحرف بها الابرة المغناطيسية عن وضع توازنها الابتدائي :



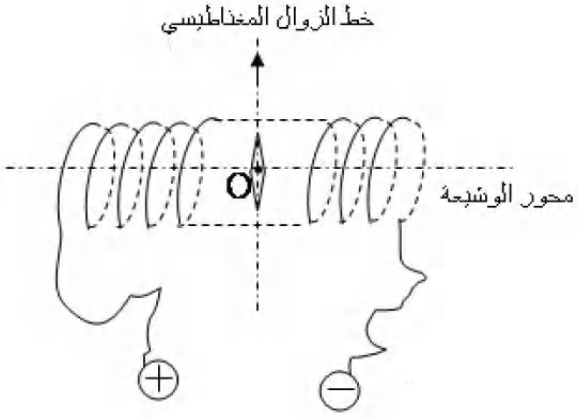
من الشكل :

$$\tan\alpha = \frac{B_g}{B_h}$$

$$\tan\alpha = \frac{3,2.10^{-5}}{2.10^{-5}} = 1,6 \rightarrow \alpha = 58°$$

التمرين (8) : (التمرين : 021 في بنك التمارين على الموقع) (**)

وجدنا في إحدى المجلات التي تتحدث عن الحقل المغناطيسي الأرضي أن قيمة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي عموما تساوي $B_h = 2.0 . 10^{-5}$ T ، للتأكد من هذه القيمة ، نضع إبرة مغناطيسية في مركز وشيعة طويلة تحتوي على 1000 لفة في المتر بحيث تكون لفات هذه الأخيرة موازية لمستوي الزوال المغناطيسي ، نصل هذه الوشيعة على التسلسل مع مولد للتوتر المستمر و معدلة و قاطعة ، عندما تكون القاطعة مفتوحة تكون الإبرة المغناطيسية مستقرة بشكل عمودي على محور الوشيعة (الشكل) .



- نغلق القاطعة و نضبط شدة التيار التي تجتاز الدارة على قيمة معينة . نلاحظ انحراف الإبرة المغناطيسية بزاوية α عن خط الزوال المغناطيسي ، نقيس الزاوية α التي انحرفت بها الإبرة و كذلك شدة التيار الكهربائي التي تجتاز الدارة و الوشيعة .
- نغير بواسطة المعدلة شدة التيار التي تجتاز الوشيعة و نقيس من جديد انحراف الإبرة .

نتائج القياس نلخصها في الجدول التالي :

I (mA)	0	2.8	5.6	9.2	13.4	19.0	27.6	43.7	90.
α (°)	0	10	20	30	40	50	60	70	80
tanα									

1- أكمل الجدول بعد نقله على ورقة الإجابة .

2- أرسم البيان $\tan\alpha = f(I)$.

3- بين على الشكل السابق :

- جهة التيار في الوشيعة .
- شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}_b$ لشعاع الحقل المغناطيسي الأرضي .
- محصلة الحقلين $\vec{B}$.
- زاوية الإنحراف α (التي يصنعها $\vec{B}_h$ مع $\vec{B}$) .

4- بين أن العلاقة النظرية التالية محققة : $\tan\alpha = \dfrac{4\pi.10^{-7}.n_1}{B_h}.I$.

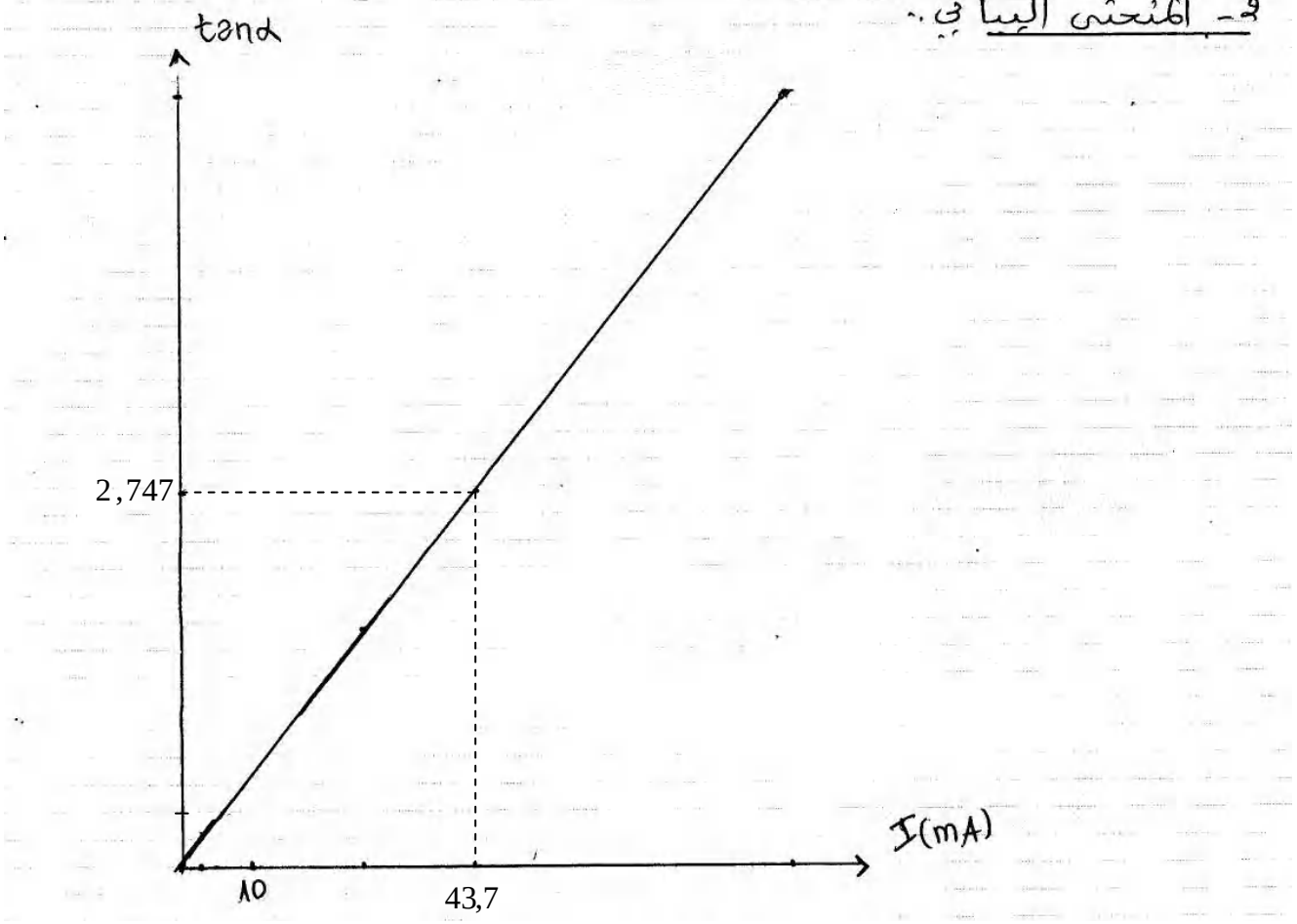
5- استنتج من البيان قيمة المركبة الأفقية B_h لشعاع الحقل المغناطيسي الأرضي . هل تتفق هذه القيمة مع تلك التي تشير إليها المجلة ؟

الأجوبة :

1- إكمال الجدول

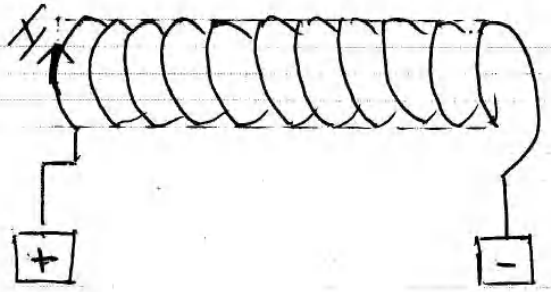
I(mA)	0	2,8	5,6	9,2	13,4	19,0	27,6	43,7	90
α(°)	0	10	20	30	40	50	60	70	80
tanα	0	0,176	0,364	0,577	0,839	1,192	1,732	2,747	5,671

2- المنحنى البياني .

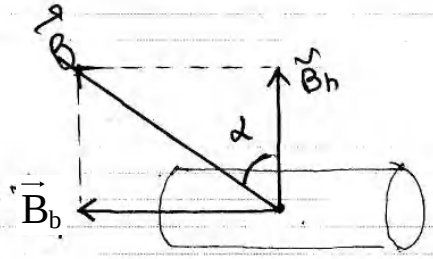


3- جهة التيار في الوشيعة :

يسري التيار الكهربائي في الوشيعة و في الدارة بحيث يخرج من القطب الموجب للمولد و يدخل من قطبه السالب لذلك يكون



- تمثيل $\vec{B_b}$ ، $\vec{B}$ ، α :



4- إثبات العلاقة :

من الشكل :

$$\tan\alpha = \frac{B_b}{B_h}$$

وحيث أن $B_b = 4\pi.10^{-7} n I$ يكون :

$$\tan\alpha = \frac{4\pi.10^{-7} n I}{B_h}$$

5- شدة المركبة الافقية لشعاع الحقل المغناطيسي الارضي $\vec{B_h}$

- بيانيا : المنحنى $\tan\alpha = f(I)$ عبارة عن مستقيم يمر من المبدأ معادلته من الشكل :

$$\tan\alpha = a I$$

- نظريا ومماسيق :

$$\tan\alpha = \frac{4\pi.10^{-7} n}{B_h} I$$

- بالمطابقة :

$$\frac{4\pi.10^{-7} n}{B_h} = a \longrightarrow B_h = \frac{4\pi.10^{-7}.n}{a}$$

من البيان :

$$a = \frac{2,747}{43,7.10^{-3}} = 62,86$$

اذن :

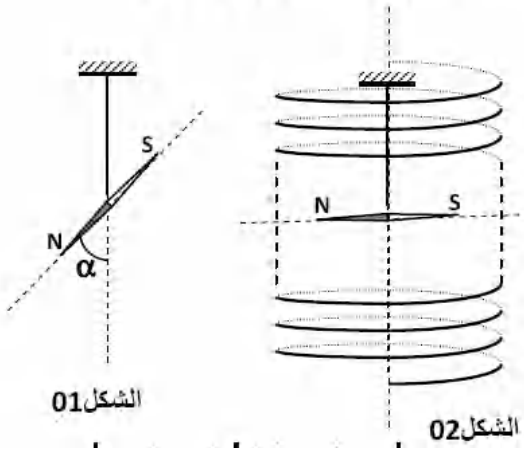
$$B_h = \frac{4\pi.10^{-7}.1000}{62,86} = 2.10^{-5}\ T$$

نعم القيمة المتحصل عليها تتفق مع القيمة التي تشير اليها المجلة

التمرين (9) : (التمرين : 029 في بنك التمارين على الموقع) (**)

نعلق إبرة مغناطيسية من مركزها بحيث تكون حرة الحركة في جميع الإتجاهات ، عند التوازن تصنع إبرة زاوية $\alpha = 30°$ مع الشاقول (الشكل-1) .

- شدة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي : $B_h = 2 \cdot 10^{-5}\ T$.



الشكل01 الشكل02

1- أحسب شدة شعاع الحقل المغناطيسي الأرضي B_T بجوار الإبرة و كذا شدة المركبة الشاقولية $\vec{B}_v$.

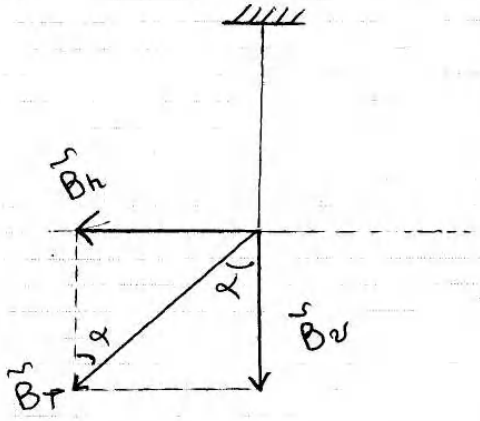
2- نضع الإبرة المغناطيسية داخل وشيعة حلزونية (طويلة) تتكون من 1250 حلقة لكل متر ، محورها شاقولي و يجتازها تيار كهربائي شدته ثابتة فتتوازن الإبرة الممغنطة في وضع أفقي (الشكل-2) .

أ- ما هي خصائص شعاع الحقل المغناطيسي الذي تولده الوشيعة في مركزها .

ب- استنتج اتجاه و شدة التيار الذي تولده الوشيعة .

الأجوبة :

1- حساب B_T ، B_v :



$$\sin\alpha = \frac{B_h}{B_T} \rightarrow B_T = \frac{B_h}{\sin\alpha}$$

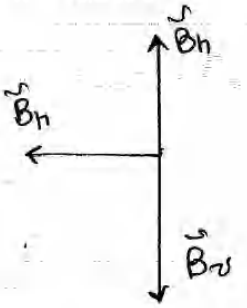
$$B_T = \frac{2.10^{-5}}{\sin 30°} = 4.10^{-5}\ T$$

$$\tan\alpha = \frac{B_h}{B_v} \rightarrow \vec{B}_v = \frac{B_h}{\tan\alpha}$$

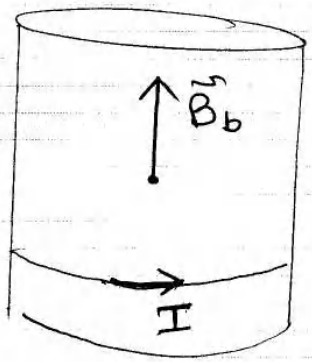
$$B_v = \frac{2.10^{-5}}{\tan 30^\circ} = 3,46.10^{-5}\,T$$

2- خصائص متجه الحقل المغناطيسي الذي تولده الوشيعة:

الوضع الافقي للابرة المغناطيسية يدل على أن متجه الحقل المغناطيسي $\vec{B}_b$ الذي تولده الوشيعة في مركزها يتميز بالخواص التالية:



- المبدأ: مركز الابرة ومنطبق على مركز الوشيعة
- الحامل: منطبق على محور الوشيعة.
- الجهة: متجه شاقوليا نحو الأعلى.
- الشدة: تكون مساوية لشدة المركبة الشاقولية لمتجه الحقل المغناطيسي الأرضي أي: $B_b = B_v = 3,46.10^{-5}\,T$

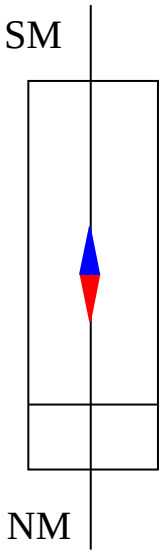


$$B_b = 4\pi.10^{-7} n I \rightarrow I = \frac{B_b}{4\pi.10^{-7} n}$$

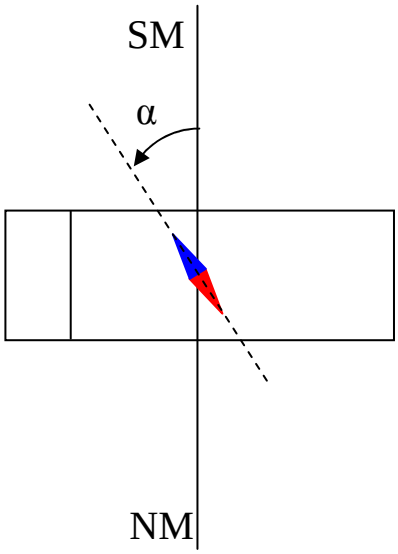
$$I = \frac{3,46.10^{-5}}{4\pi.10^{-7} \times 1250} = 2,20.10^{-2}\,A = 22\,mA$$

التمرين (10) : (التمرين : 014 في بنك التمارين على الموقع) (**)

وشيعة طويلة تحتوي على 500 حلقة في المتر الواحد ، نضع في مركزها إبرة مغناطيسية صغيرة ، فتستقر في منحنى مستوى الزوال المغناطيسي (SM-NM) .



الشكل-1



الشكل-2

1- نجعل محور الوشيعة يوازي مستوي الزوال المغناطيسي (الشكل-1) ، عندما نجري في الوشيعة تيار كهربائي نلاحظ أن الإبرة المغناطيسية لا تنحرف و عند تحريكها باليد لا تعود إلى وضعها الأصلي .

أ- كيف تفسر عدم إنحراف الإبرة في هذه الحالة .

ب- مثل جهة التيار المار في الوشيعة على الشكل .

2- نغير شدة التيار الكهربائي الذي يجري في الوشيعة دون تغيير جهته ابتداءا من أصغر قيمة ممكنة إلى أكبر قيمة ممكنة ، نلاحظ إنحراف الإبرة المغناطيسية بزاوية $\alpha = 180°$ عن وضع توزانها عندما تصبح شدة التيار الكهربائي أكبر من قيمة معينة I_m .

أ- أحسب الشدة I_m .

ب- نجري في الوشيعة تيار كهربائي شدته $I = 40\ mA$ ، أحسب في مركز الوشيعة شدة الحقل المغناطيسي $\vec{B}_b$ الناتج عن مرور التيار الكهربائي و كذا شدة الحقل المغناطيسي الكلي $\vec{B}_b$. أحسب شدة هذا الأخير $\vec{B}_b$.

3- نجعل محور الوشيعة عموديا على مستوي الزوال المغناطيسي ثم نجري فيها نفس شدة التيار الكهربائي السابقة $I = 40\ mA$ ، نلاحظ أن الإبرة المغناطيسية تنحرف عكس جهة دوران عقارب الساعة بزاوية α (الشكل-2) .

أ- مثل على الشكل بشكل كيفي شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}_b$ الناتج عن مرور التيار الكهربائي في الوشيعة ، ثم حدد على نفس الشكل قطبي الوشيعة الشمالي N و الجنوبي S و كذا جهة التيار I .

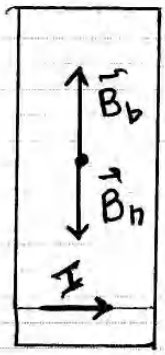
ب- أحسب قيمة الزاوية α و شدة شعاع الحقل المغناطيسي الكلي في مركز الوشيعة .

يعطى : $B_h = 2 . 10^{-5}\ T$.

الأجوبة :

1- P- تفسير عدم انحراف الابرة:
عدم انحراف الابرة المغناطيسية يدل على انعدام الحقل المغناطيسي في النقطة التي تتواجد فيها الابرة المغناطيسية ، وكون أن الحقل المغناطيسي الأرضي موجود في نقطة من سطح الأرض ؛ فإن انعدام الحقل المغناطيسي يدل على وجود حقل مغناطيسي آخر شعاعه $\vec{B}_b$ عند مركز الابرة يساوي المركبة الافقية $\vec{B}_h$ لشعاع الحقل المغناطيسي الارضي و يعاكسه في الاتجاه أي محصلتهما معدومة : $(\vec{B}_b + \vec{B}_h = \vec{0})$.

ب- جهة التيار المار بالوشيعة:
جهة المركبة الافقية للحقل المغناطيسي الارضي $\vec{B}_h$ تكون من الجنوب SM إلى الشمال NM وفق مستوي الزوال المغناطيسي و الشعاع $\vec{B}_b$ المتولد عن الحقل المغناطيسي نتيجة مرور التيار بالوشيعة يكون معاكس له و بتطبيق قاعدة اليد اليمنى تكون جهة التيار كما في الشكل التالي .



ج- P- حساب I_m :
- عندما تكون $B_b < B_h$ تكون محصلة الشعاعين $\vec{B}_h$ و $\vec{B}_h$ في جهة $\vec{B}_h$ و عندها تأخذ الإبرة المغناطيسية وضعية معينة وفق مستوي الزوال المغناطيسي ، وعندما يصبح $B_h > B_h$ تكون محصلة الشعاعين $\vec{B}_h$ ، $\vec{B}_b$ في جهة $\vec{B}_b$ أي الجهة المعاكسة للجهة الأولى و هذا ما جعل الابرة المغناطيسية تدور بـ 180° .

وعليه تنحرف الإبرة المغناطيسية عندما تصبح شدة الحقل المغناطيسي في مركز الوشيعة $\vec{B_b}$ أكبر من شدة المركبة الأفقية $\vec{B_h}$ لشعاع الحقل المغناطيسي الأرضي أي :

$$B_b > B_h$$

وكون أن : $B_b = 4\pi \cdot 10^{-7} n I$ يصبح :

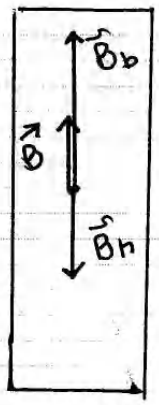
$$4\pi \cdot 10^{-7} n I > B_h \rightarrow I > \frac{B_h}{4\pi \cdot 10^{-7} n}$$

$$I > \frac{2 \cdot 10^{-5}}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 500}$$

$$I > 3{,}18 \cdot 10^{-2} A \rightarrow I_m = 3{,}18 \cdot 10^{-2} A = 31{,}8 \text{ mA}$$

د- تمثيل $\vec{B_b}$ ، $\vec{B}$ من أجل $I = 40 \text{ mA}$:

وعليه $I = 40 mA > I_m$ تكون جهة $\vec{B_b}$ معاكسة لجهة $\vec{B_h}$ وأكبر في الشدة ($B_b > B_h$) لذلك تكون محصلة الشعاعين $\vec{B_b}$ و $\vec{B_h}$ في جهة $\vec{B_b}$.



* شدة شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B_b}$ في مركز الوشيعة :

$$B_b = 4\pi \cdot 10^{-7} \times n I$$

$$B_b = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 500 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 2{,}51 \cdot 10^{-5} T$$

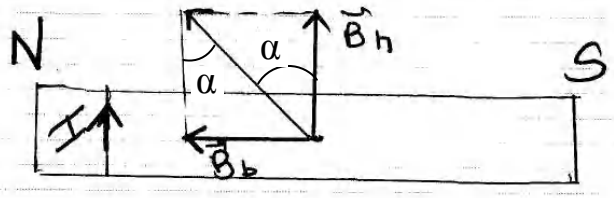
* شعاع شعاع الحقل المغناطيسي الكلي :

من التشكل

$$B = B_b - B_h$$

$$B = 2{,}51 \cdot 10^{-5} - 2 \cdot 10^{-5} = 5{,}12 \cdot 10^{-6} T$$

3- ص- تمثيل $\vec{B_h}$ وتحديد قطبي الوشيعة وجهة التيار :



ب- قيمة الزاوية α : سابقا من أجل $I = 40\ mA$ لدينا : $B_b = 2,51.10^{-5}\ T$

ومن الشكل :

$$\tan\alpha = \frac{B_b}{B_h}$$

$$\tan\alpha = \frac{2,51.10^{-5}}{2.10^{-5}} = 1,255 \rightarrow \alpha = 51,5°$$

- شدة شعاع الحقل المغناطيسي الكلي :

$$B = \sqrt{B_b^2 + B_h^2}$$

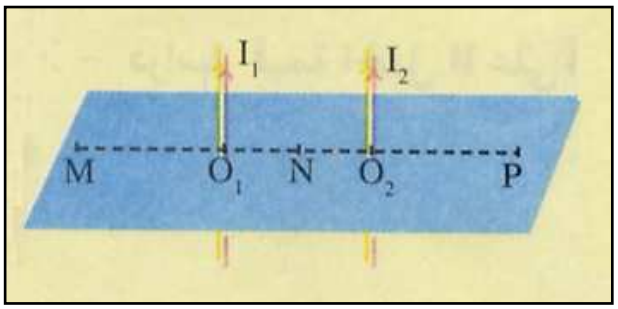
$$B = \sqrt{(2,51.10^{-5})^2 + (2.10^{-5})^2} = 3,21.10^{-5}\ T$$

التمرين (11) : (التمرين : 008 في بنك التمارين على الموقع) (***)

نعطي في الجدول التالي الشدة B لحقل مغناطيسي ناتج عن تيار شدته $I_1 = 2.0\ A$ يمر في ناقل (1) مستقيم و طويل ، في نقطة تقع على بعد a منه .

A (cm)	2	4	8
B (μT)	20	10	5

يعطى : $O_1O_2 = 4cm$ ، $O_1N = O_2N = 2\ cm$ ، $O_1M = O_2P = 4\ cm$



1- أ- بأخذ السلم $1\ cm \rightarrow 10\ \mu T$ مثل أشعة الحقل المغناطيسي المتولد عن التيارين I_1 ، I_2 في النقاط M و N و P (انظر الشكل) .

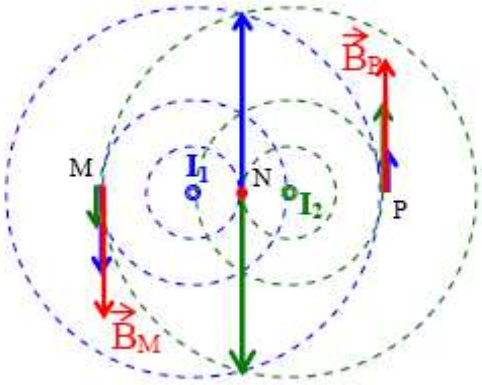
ب- أحسب شدة الحقل الناتج عن تراكب الحقلين الناتجين عن التيارين I_1 ، I_2 في كل من النقاط M ، N ، P ، ثم أحسب شدة الحقل المحصل في نفس النقاط .

2- نفس الأسئلة إذا عكسنا جهة التيار I_2 .

3- نفس الأسئلة إذا ضاعفنا شدة I_2 ليصبح $I_2' = 2\ I_2$.

الأجوبة :

1- أ- تمثيل أشعة الحقل المغناطيسي المتولد عن التيارين I_1 و I_2 في النقاط M و N و P :



ب- شدة الحقلين الناتجين عن التيارين I_1 و I_2 في النقاط M و N و P :

بالاستعانة بالجدول المعطى نجد :

عند النقطة M :

$B_{1M} = 10\ \mu T$

$B_{2M} = 5\ \mu T$

و كون أن $\vec{B}_{1M}$ ، $\vec{B}_{2M}$ في نفس الجهة يكون :

$B_M = B_{1M} + B_{2M}$

$B_M = 10 + 5 = 15\ \mu T$

عند النقطة P :

$B_{1P} = 5\ \mu T$

$B_{2P} = 10\ \mu T$

و كون أن $\vec{B}_{1P}$ ، $\vec{B}_{2P}$ في نفس الجهة يكون :

$B_P = B_{1P} + B_{2P}$

$B_P = 5 + 10 = 15\ \mu T$

عند النقطة N:

$B_{1N} = 20\ \mu T$

$B_{2N} = 20\ \mu T$

و كون أن $\vec{B}_{1N}$ ، $\vec{B}_{2N}$ متعاكسين في الجهة يكون :

$B_N = B_{1N} - B_{2N} = 0$

2- إذا عكسنا جهة I_2 تعكس جهة $\vec{B}_2$ في جميع النقاط ليصبح :

- $\vec{B}_{1M}$ ، $\vec{B}_{2M}$ متعاكسين في الجهة و يكون :

$B_M = B_{1M} - B_{2M}$
$B_M = 10 - 5 = 5\ \mu T$

- $\vec{B}_{1P}$ ، $\vec{B}_{2P}$ متعاكسين في الجهة و يكون :

$B_P = B_{2P} - B_{1P}$
$B_P = 10 - 5 = 5\ \mu T$

- $\vec{B}_{1N}$ ، $\vec{B}_{2N}$ في نفس الجهة و يكون :

$B_N = B_{1N} + B_{2N}$
$B_N = 20 + 20 = 40\ \mu T$

3- إذا ضاعفنا قيمة I_2 تتضاعف قيمة B_2 في جميع النقاط (لأن B يتناسب طرديا مع I) :

عند النقطة M :

$B_{1M} = 10\ \mu T$
$B_{2M} = 10\ \mu T$

و كون أن $\vec{B}_{1M}$ ، $\vec{B}_{2M}$ في نفس الجهة يكون :

$B_M = B_{1M} + B_{2M}$
$B_M = 10 + 10 = 20\ \mu T$

عند النقطة P :

$B_{1P} = 5\ \mu T$
$B_{2P} = 20\ \mu T$

و كون أن $\vec{B}_{1P}$ ، $\vec{B}_{2P}$ في نفس الجهة يكون :

$B_P = B_{1P} + B_{2P}$
$B_P = 5 + 20 = 25\ \mu T$

عند النقطة N:

$B_{1N} = 20\ \mu T$
$B_{2N} = 40\ \mu T$

و كون أن $\vec{B}_{1N}$ ، $\vec{B}_{2N}$ متعاكسين في الجهة يكون :

$B_N = B_{2N} - B_{1N}$
$B_N = 40 - 20 = 20\ \mu T$

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

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

لتحميل نسخة من هذا الملف و للمزيد . أدخل موقع الأستاذ :

www.sites.google.com/site/faresfergani