

الدرس الأول : المغناطيسية

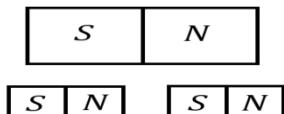
المغناطيس: هو كل جسم قادر على جذب الأجسام الحديدية.

لكر مغناطيس قطبان: قطب شمالي N و قطب جنوب S .

القطبان المتشابهان يتناقضان $\vec{N} \vec{N}$

القطبان المختلفان يتجانسان $\vec{N} \vec{S}$

لا يمكن فصل قطبي المغناطيس عن بعضهما لأنه ستحصل على مغناطيس جديد.

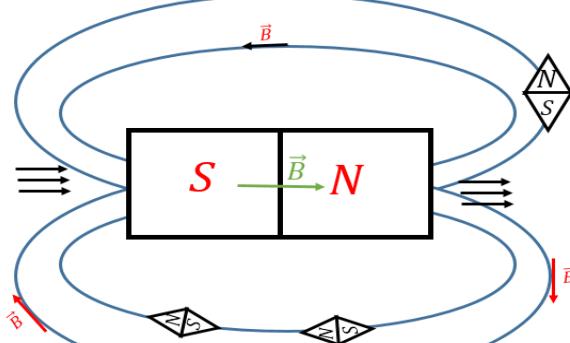


خطوط الحقل المغناطيسي: رمزه B وواحدته (تسلا T)

خارج المغناطيس: من القطب الشمالي N وتدخل إلى القطب الجنوبي S .

داخل المغناطيس: من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي $\vec{S} \vec{N}$

المغناطيس المستقيم:



ال المجال المغناطيسي للمغناطيس: هو المنطقة المحيطة بالмагناطيس و التي تظهر فيها آثار قوة مغناطيسية (جذب).

شاعر الحقل المغناطيسي \vec{B} : هو مماس لمحنيات الحقل المغناطيسي في كل نقطة منها.

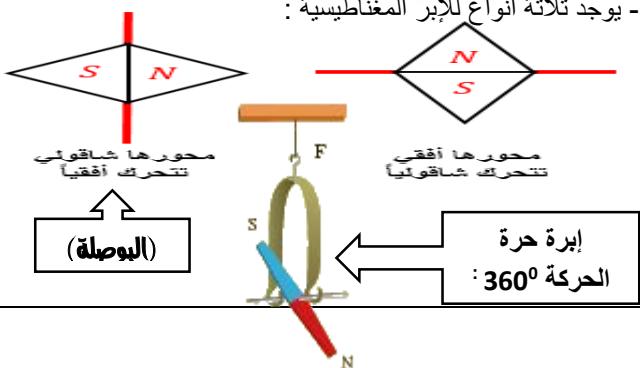
تزداد شدة الحقل المغناطيسي كلما اقتربنا من المغناطيس وتكون عظمى عند قطبي المغناطيس N و S .

الإبرة المغناطيسية:

هي عبارة عن مغناطيس صغير لها قطبان شمالي N و جنوب S و تتأثر بالحقل المغناطيسي المحيط بها.

يكون الحقل المغناطيسي منطبق على محور الإبرة و يتوجه بداخلها من S إلى N .

يوجد ثلاثة أنواع للإبر المغناطيسية :



مدخل للكهرباء

يوجد نوعين من الشحنات الكهربائية q :

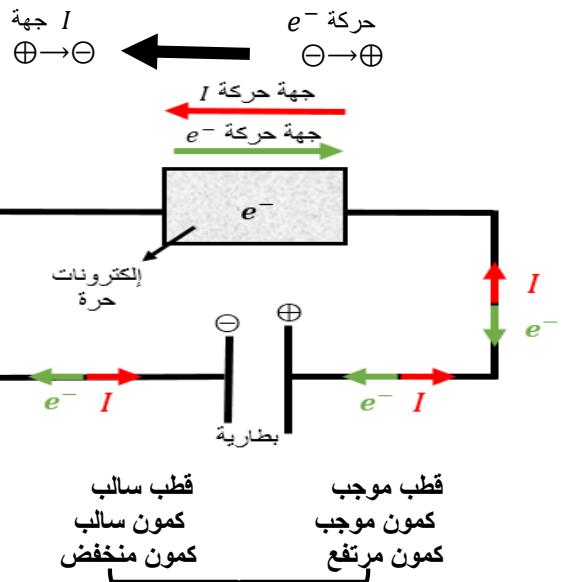
1. شحنات كهربائية سالبة (إلكترونات سالب $-e$).

2. شحنات كهربائية موجبة (بروتونات P^+).

قانون كمية الكهرباء التي تعبر ناقل كهربائي

$$q = n e^-$$

القيمة المطلقة عدد الإلكترونات الشحنة الكهربائية (كولوم)
لشحنة الإلكترون



فرق كمون U (مولد كهربائي متواصل - بطارية)

فرق كمون U يعمل على تحريك وتسريع الإلكترونات السالبة

الحرة نحو القطب الموجب فينشأ تيار كهربائي I متواصل جهة

الاصطلاحية هي عكس جهة حركة الإلكترونات.

وفق قانون أوم:

$$U = R \frac{I}{\Omega}$$

تيار كهربائي مقاومة كهربائية فرق الكمون
فولت V أوم Ω أمبير A

نلاحظ من قانون أوم :

تناسب شدة التيار الكهربائي طرداً مع فرق الكمون المطبق

أي لزيادة شدة التيار الكهربائي I يجب زيادة فرق الكمون

المطبق U بين طرفي الدارة

تناسب شدة التيار الكهربائي عكساً مع المقاومة الكهربائية للدارة.

و R هو تناسب عكسي.

أي لزيادة شدة التيار الكهربائي I يجب إنقاص المقاومة

الكهربائية للدارة R . وفق مaily:

1- زيادة مساحة مقطع السلك S .

2- إنقاص طول السلك l .

3- إنقاص المقاومة النوعية لمادة السلك ρ (رو).

قانون المقاومة الكهربائي لناقل طوله l ومساحة مقطعه S

لو استخدمنا سلك من الحديد طويل ورقيق فإن مقاومته كبيرة جداً و عند

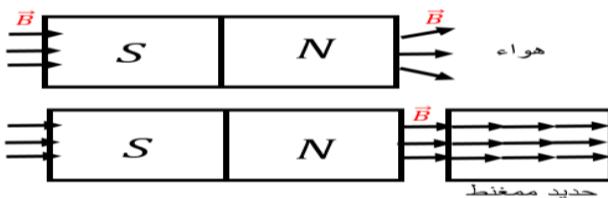
إمداد تيار كهربائي متواصل فيه فإن درجة حرارة السلك ستكون عالية جداً

لأن المقاومة الكهربائية تعمل على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة

حرارية وهذا ما يسمى (فعل جول الحراري) وتستخدم هذه الخاصية في

أجهزة التسخين (سخان الماء - المكواة ...).

سؤال نظري نضع نواة حديد غير مغناطة في مجال مغناطيسي ماذا نلاحظ :



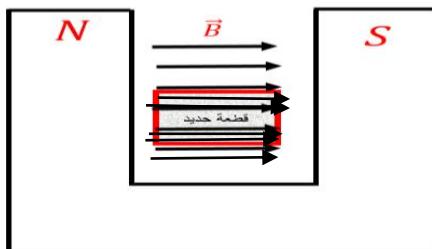
نلاحظ من التجربة السابقة :

عند وضع نواة حديدية غير مغناطة في مجال مغناطيسي فإن خطوط الحقل المغناطيسي تتكافف ضمن النواة الحديدية وتصبح نواة الحديد مغناطة

الحديد أشد إنفاذًا لخطوط الحقل المغناطيسي من الهواء ..

سؤال نظري في تجربة نضع (نواة حديدية) قطعة من الحديد بين قطبي مغناطيس نظري ، المطلوب :

1. على تقارب خطوط الحقل المغناطيسي داخل قطعة الحديد
2. ماذا يستفاد من وضع قطعة الحديد بين قطبي المغناطيس
3. أكتب علاقة عامل الإنفاذ المغناطيسي
4. بين بم يتعلّق عامل الإنفاذ



الحل :

1. تتمغّط نواة الحديد ويتولد منها حقلًا مغناطيسيًا \vec{B} إضافيًّا يُضاف إلى الحقل المغناطيسي الأصلي المغناطيس \vec{B} فيشكل حقلًا مغناطيسيًا كلّياً \vec{B}_t
2. يستفاد عند وضعها في زيادة شدة الحقل المغناطيسي.

$$\mu = \frac{B_t}{B}$$

دلائل الرموز

μ : عامل النفاذية المغناطيسي ، لا واحدة قياس له

B_t : شدة الحقل المغناطيسي الكلي ، تقدّر بالتسلا

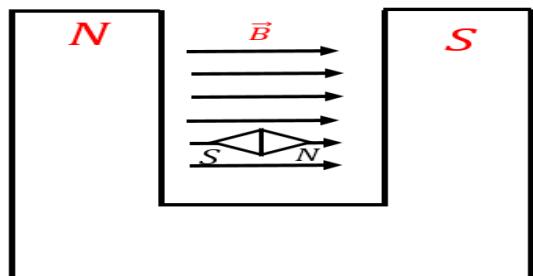
B : شدة الحقل المغناطيسي المغناطيس ، تقدّر بالتسلا

4. يتعلّق عامل النفاذية المغناطيسي بعاملين :

- طبيعة المادة من حيث قابليتها للمغناطيسة
- شدة الحقل المغناطيسي المغناطيس \vec{B}

المغناطيس النضوي:

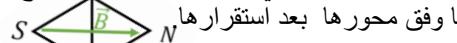
نحصل بين قطبي مغناطيس نضوي على حقل مغناطيسي منظم لأن أشعة الحقل مستقيمات متsequier ولها الشدة نفسها .



سؤال نظري كيف يمكن تحديد عناصر شعاع الحقل المغناطيسي

في نقطة من الحقل ؟

يمكن تحديد عناصر شعاع الحقل المغناطيسي لمغناطيس بواسطة إبرة مغناطيسية موضوعة في النقطة المراد تعين شعاع الحقل المغناطيسي \vec{B} فيها وفق محورها بعد استقرارها



❖ الحامل : المستقيم الواسط بين قطبي الإبرة المغناطيسية.

❖ الجهة : من القطب الجنوبي للإبرة إلى قطبها الشمالي.

❖ الشدة: تزداد بازدياد سرعة اهتزاز الإبرة المغناطيسية في

تلك النقطة ، وتقدّر في الجملة الدولية بواحدة التسلا T

سؤال نظري في تعليم المغناطيسية لا تولد الأجسام المشحونة الساكنة أي حقل مغناطيسي. بينما تولد الأجسام المشحونة المترددة حقل مغناطيسي.

لأن الأجسام المشحونة الساكنة لا تولد تيار كهربائي فلا تولد حقلًا مغناطيسياً الأ الأجسام المشحونة المترددة تولد تياراً كهربائياً وبالتالي تولد حقل مغناطيسياً

• إذا انفرد أحد الكترونات الذهرة بدورانه حول

النواة اكتسبها صفة مغناطيسية جاعلاً من

الذرة مغناطيسياً صغيراً ثنائي القطب.

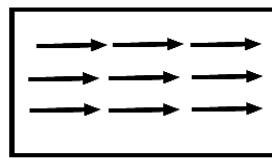
• إذا انفرد الالكترون بدورانه حول نفسه

اكتسب الذرة صفة مغناطيسية.

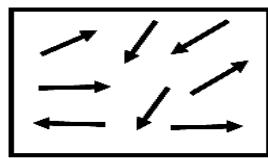
• حركة بعض الشحنات داخل النواة تولد خصيصة مغناطيسية

صغيرة

▶ **تجربة الحقل المغناطيسي بوجود الحديد**

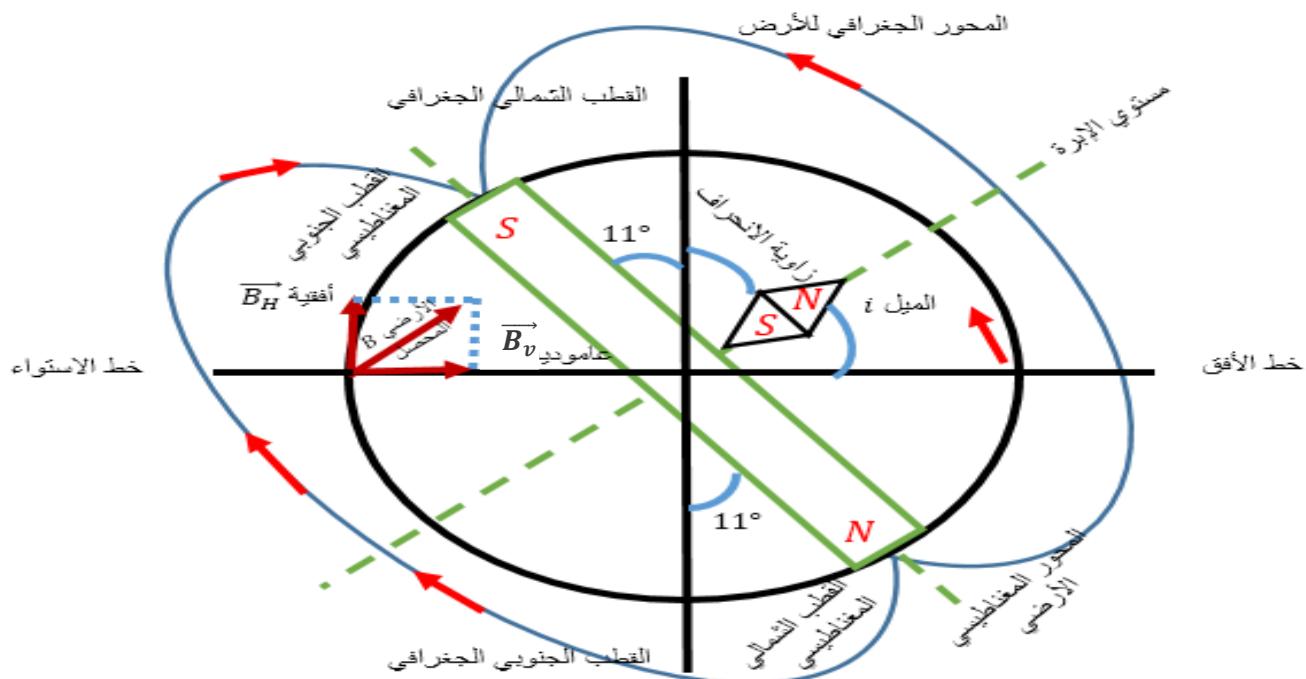


قطعة حديد ممغنطة
(جزيئاتها مرتبة)



قطعة حديد غير ممغنطة
(جزيئاتها مرتبة)

فسر تتمغّط قطعة الحديد عند وضعها في مجال مغناطيسي خارجي قطعة الحديد تتكون من ثنيات أقطاب مغناطيسية متوازية عشوائياً في غياب المجال المغناطيسي الخارجي بحيث تكون محصلة هذه الخصائص المغناطيسية معروفة ، ولكن إذا وجدت قطعة الحديد في مجال مغناطيسي خارجي تتجه ثنيات الأقطاب المغناطيسية داخل القطعة باتجاه المجال المغناطيسي الخارجي ، أي تكون أقطابها الشمالية باتجاه المجال المغناطيسي الخارجي وتتصبّح محصلتها غير معروفة لذا تصبح قطعة الحديد ممغنطة .



سؤال نظري : اشرح منشأ الحقل المغناطيسي الأرضي

- يوجد داخل الأرض نواة حديد صلبة ويبعد حولها سائل حديد منصهر درجة حرارته عالية جداً، ونتيجة دوران الأرض حول نفسها ودوران هذا السائل وحركة الشحنات الكهربائية فيه ، نتج تيارات كهربائية أدت لتشكل حقل مغناطيسي أرضي لذلك تسلك الأرض سلوك مغناطيسي كبير منتصفه في مركز الأرض ويميل محوره 11° عن محور دوران الأرض
- يقع القطب المغناطيسي الجنوبي S للأرض بالقرب من القطب الشمالي الجغرافي الأرضي وعلى بعد (1920 كيلومتر- 11°)
- يقع القطب المغناطيسي الشمالي N للأرض بالقرب من القطب الجنوبي الجغرافي للأرض وعلى بعد (1920 كيلومتر- 11°)
- **كيف يتم تحديد عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الأرضي في نقطة منه؟**

يمكن تحديد منحى وجهة شعاع الحقل المغناطيسي الأرضي بواسطة معرفة زاوية الميل والانحراف .

- **زاوية الميل i :** هي الزاوية بين مستوى إبرة (محورها أفق) وخط الأفق وتكون بين 0° و 90°
- **زاوية الميل عند القطب الشمالي الجغرافي $90^\circ = i$**

- **زاوية الانحراف:** تعين بواسطة إبرة محورها شاقولي وهي الزاوية المحسوبة بين مستوى الزوال المغناطيسي ومستوى الزوال الجغرافي وتكون بين 0° و 180° وتستخدم لتصحيح المسار.

- **مستوى الزوال مغناطيسي :** هو المستوى الذي يحوي النقطة المعتبرة (n) والمحور المغناطيسي الأرضي
- **مستوى الزوال الجغرافي :** هو المستوى الشاقولي الذي يحوي النقطة المعتبرة (n) والمحور الجغرافي الأرضي
- **خط الزوال المغناطيسي :** هو الخط الأفقي الذي تستقر عليه إبرة مغناطيسية محور دورانها شاقولي بعيدة عن أي تأثير مغناطيسي
- **منطقة الزوال المغناطيسي :** هي المنطقة الخالية من أي تأثير مغناطيسي إلا الحقل المغناطيسي الأرضي .

علل: إبرة البوصلة تأخذ منحى المركبة الأفقية فقط؟

لأن محورها الشاقولي يمنعها عن الميل. بينما الإبرة الحرة الحركة تأخذ منحى الحقل المغناطيسي الأرضي الكلي \vec{B}_E

علل: إبرة البوصلة تشير دوماً إلى الشمال الجغرافي؟

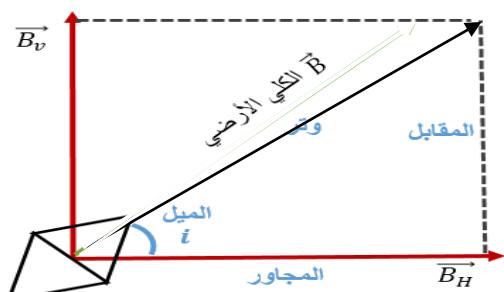
لأن القطب الشمالي N للإبرة ينجذب إلى القطب الجنوبي المغناطيسي للأرض S و الذي يقع بالقرب من القطب الشمالي الجغرافي للأرض لذلك إبرة البوصلة تشير دوماً إلى الشمال الجغرافي

شدة الحقل المغناطيسي الأرضي B_E تتحلل لمركبتان:

$$1. \text{ المركبة الأفقية } \vec{B}_H = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} \cos i \vec{B}_E .$$

$$2. \text{ المركبة الشاقولية } \vec{B}_v = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} \sin i \vec{B}_E .$$

المركبة الشاقولية
للحقل المغناطيسي الأرضي



► **الحقول المغناطيسية الناتجة عن التيارات الكهربائية****قاعدة أورستد : التيارات الكهربائية منابع للحقول المغناطيسية**

سؤال نظري : في تجربة نضع إبرة مغناطيسية محورها شاقولي فوق سلك نحاسي مستقيم فتبدأ الإبرة بالاهتزاز عند مرور تيار كهربائي متواصل في السلك دليلاً نشوء حقل مغناطيسي

نكر التجربة عدة مرات من أجل شدات مختلفة ونسجل في كل مرة شدة التيار الكهربائي وشدة الحقل المغناطيسي الموافقة له عبر

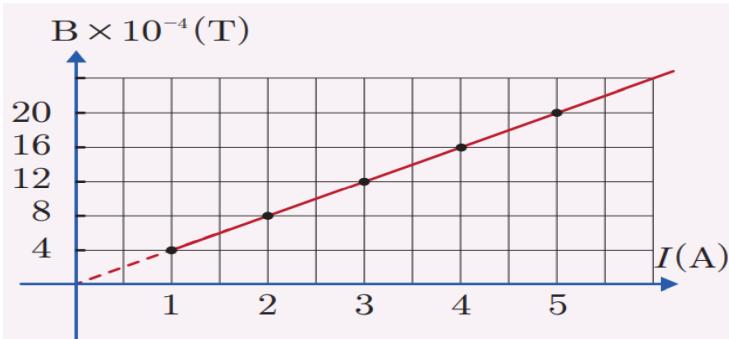
I (A)	1	2	3	4	5
B (T)	4×10^{-4}	8×10^{-4}	12×10^{-4}	16×10^{-4}	20×10^{-4}

الجدول :

-1- رسم الخط البياني للتغيرات B بدلالة I . ماذا أستنتج؟

-2- استنتج من الرسم ثابت ميل المستقيم وبين بماذا يتعلق هذا الثابت ؟

الحل :



-1- نستنتج أن شدة الحقل المغناطيسي الناتج عن التيار الكهربائي تتناسب طرداً مع شدة التيار الكهربائي

-2

$$k = \frac{B}{I} \implies B = k \cdot I$$

حيث k ثابت يمثل ميل المستقيم .

❖ μ_0 عامل النوذة المغناطيسية عبر الخلاء

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} (T \cdot m \cdot A^{-1})$$

❖ k' : الطبيعة الهندسية للدارة: (شكل الدارة، بعد النقطة المدروسة عن السلك)

$$\implies k = \mu_0 \cdot k'$$

$$B = \mu_0 \cdot k' \cdot I$$

✓ نعرض في علاقة B نجد:

$$\implies \boxed{B = 4\pi \times 10^{-7} k' \cdot I}$$

ملاحظة هامة:

(وصل) إغلاق ((دارة أو قاطعة)) في تيار.

(قطع) فتح ((دارة أو قاطعة)) ما في تيار.

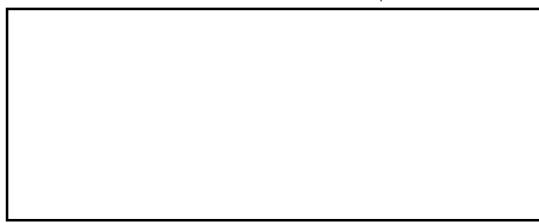
ملاحظة أي لإيجاد شدة الحقل المغناطيسي الناتج عن مرور تيار كهربائي I في دارة طبيعتها الهندسية k' حسب الجدول :

وسيلة	ملف دائرى	سلك مستقيم	الدارة
$k' = \frac{N}{l}$	$k' = \frac{N}{2r}$	$k' = \frac{1}{2\pi d}$	الطبيعة الهندسية

$$\implies \boxed{B = 4\pi \times 10^{-7} k' \cdot I}$$

سؤال نظري: عند إمرار تيار متواصل في سلك مستقيم ينشأ حقل مغناطيسي حول محور هذا السلك (تيار مستقيم) والمطلوب

1. حدد عناصر شعاع الحقل المغناطيسي في نقطة n تبعد مسافة d عن محور سلك مستقيم يمر فيه تيار متواصل موضحاً بالرسم



2. اقترح طرق لزيادة شدة الحقل المغناطيسي الناشئ

الحل:

1. عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار مستقيم:

❖ نقطة التأثير: النقطة المعتبرة n .

❖ الحامل: عمودي على المستوى المعين بالسلك والنقطة المعتبرة.

❖ الجهة: تحدد عملياً من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي داخل إبرة مغناطيسية صغيرة وفق محورها \vec{SN} . بعد استقرارها.

تحدد نظرياً حسب قاعدة اليد اليمنى:

- نضع الساعد يوازي السلك.

- يدخل التيار من الساعد ويخرج من أطراف الأصابع.

- نوجه باطن الكف نحو النقطة المعتبرة

- يشير إبهام اليد اليمنى إلى جهة شعاع الحقل المغناطيسي.

$$B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}$$

دلائل الرموز:

استنتاج شدة الحقل المغناطيسي:

$$B = 4\pi \times 10^{-7} k' I$$

$$k' = \frac{1}{2\pi d} \Rightarrow B = 4\pi \times 10^{-7} \left(\frac{1}{2\pi d} \right) I \quad \text{ولكن:}$$

$$\Rightarrow B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}$$

B : شدة الحقل المغناطيسي تقدر بالتسلا (T) . I : شدة التيار تقدر بالأمبير (A) .

d : البعد العمودي للنقطة المعتبرة عن محور السلك تقدر بالمتر (m) .

2. لزيادة شدة الحقل المغناطيسي (نزيد من شدة التيار المار لأن B تتناسب طرداً مع I) أو (ننقص d لأن B تتناسب عكساً مع d)

ملاحظة لاختيار من متعدد

تطبيق محلول 1:

نمرر تياراً كهربائياً متواصلاً شدته **10 A** في سلك طويل مستقيم موضوع أفقياً في مستوى الزوال المغناطيسي الأرضي المار من مركز إبرة مغناطيسية صغيرة يمكنها أن تدور حول محور شاقولي موضوعة تحت السلك على بعد **50 cm** من محوره. المطلوب حساب:

1. شدة الحقل المغناطيسي عند مركز الإبرة المغناطيسية الناتج عن مرور التيار.

2. قيمة زاوية انحراف الإبرة المغناطيسية باعتبار أن قيمة المركبة الأفقيّة للحقل المغناطيسي الأرضي $T = 2 \times 10^{-5}$

الحل:

$$\text{المعطيات: } d = 50 \times 10^{-2} m = 5 \times 10^{-1} m, I = 10 A, B_H = 2 \times 10^{-5} T$$

1. الحقل المغناطيسي الناتج عن التيار المار في السلك :

$$B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}$$

$$B = 2 \times 10^{-7} \frac{10}{5 \times 10^{-1}}$$

$$B = 4 \times 10^{-4} T$$

2. قبل إمرار التيار كانت الإبرة خاضعة لمنحى المركبة الأفقيّة للحقل المغناطيسي الأرضي \vec{B}_H .

- بعد مرور التيار أصبحت الإبرة خاضعة لمحصلة حقلين (ناتج عن تيار \vec{B} والأرضي الأفقي \vec{B}_H) تدور الإبرة المغناطيسية بزاوية θ وتسقّر

$$\tan \theta = \frac{B}{B_H}$$

وفق منحاه.

$$\tan \theta = \frac{4 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-5}} \Rightarrow \tan \theta = 0.2 < 0.24 \text{ rad}$$

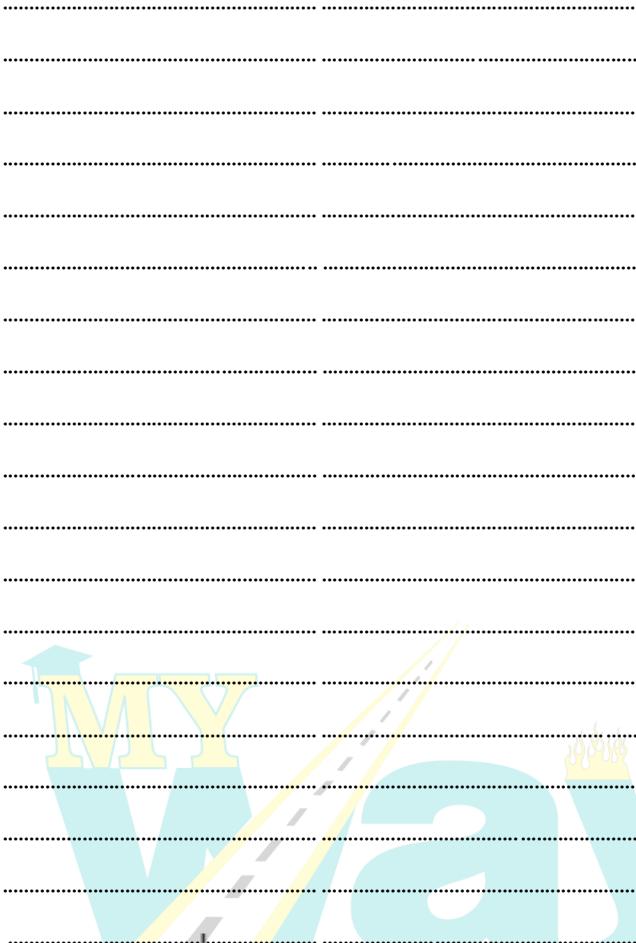
إذاً θ زاوية صغيرة لذلك :

المسألة الأولى (درس - السلكين)

نضع في مستوى الزوال المغناطيسي الأرضي سلكين طويلين متوازيين بحثيث يبعد متنصفاً بينهما بعدهما البعض مسافة $d = 40\text{ cm}$ ، ونضع إبرة بوصلة صغيرة في النقطة C متنصف المسافة (C_1, C_2). نمرر في السلك الأول تياراً كهربائياً شدته $I_1 = 3\text{ A}$ ، وفي السلك الثاني تياراً كهربائياً شدته $I_2 = 1\text{ A}$ ، وبجهة واحدة . **المطلوب:**

1. حساب شدة الحقل المغناطيسي المترولد عن التيارين في النقطة C موضحاً ذلك بالرسم.
2. حساب الزاوية التي تحرفها إبرة البوصلة عن منحها الأصلي بفرض أن قيمة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $B_H = 2 \times 10^{-5}\text{ T}$
3. حدد النقطة الواقعة بين السلكين التي تتعدم فيها شدة محصلة الحقلين.
4. هل يمكن أن تتعدم شدة محصلة الحقلين في نقطة واقعة خارج السلكين؟ وضح إجابتك.

(1) $B = 2 \times 10^{-6}\text{ T}$ (2) $\theta = 0.1\text{ rad}$ (3) $d_1 = 0.3\text{ m}$ **الاجوبة :**

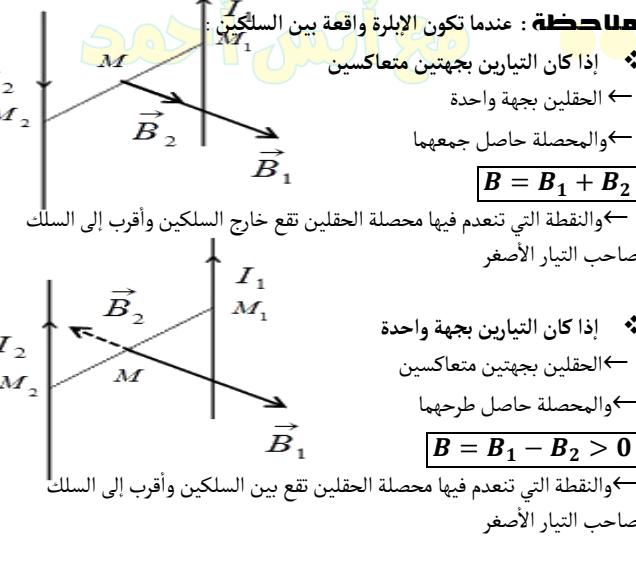


ملاحظة : عندما تكون الإبرة واقعة بين السلكين :

- ❖ إذا كان التيارين بجهتين متعاكسيين ← الحقلين بجهة واحدة ← المحصلة حاصل جمعهما

$$\boxed{B = B_1 + B_2}$$

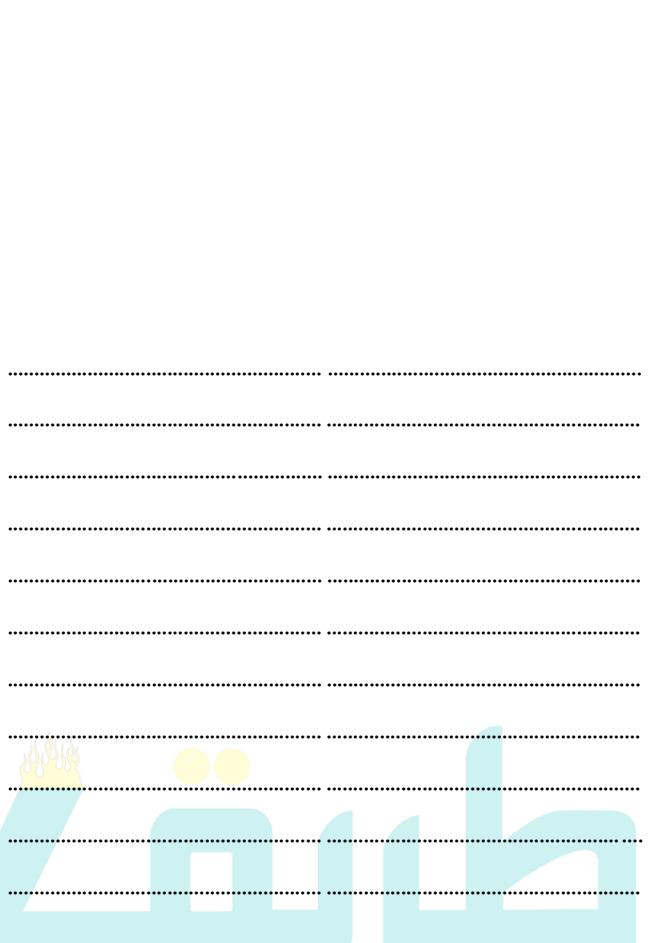
← والنقطة التي تتعدم فيها محصلة الحقلين تقع خارج السلكين وأقرب إلى السلك صاحب التيار الأصغر



ملاحظة : إذا كان التيارين بجهة واحدة ← الحقلين بجهتين متعاكسيين ← والمحصلة حاصل طرحهما

$$\boxed{B = B_1 - B_2 > 0}$$

← والنقطة التي تتعدم فيها محصلة الحقلين تقع بين السلكين وأقرب إلى السلك صاحب التيار الأصغر



ملاحظة : لحساب زاوية انحراف الإبرة عن المركبة الأفقية (B_H) نكتب : قبل إمداد التيار كانت الإبرة خاضعة للحقل المغناطيسي الأرضي \vec{B}_H ، وبعد إمداد التيار أصبحت الإبرة خاضعة لمحصلة الحقلين \vec{B} و \vec{B}_H

$$\tan \theta = \frac{\text{ناتج عن تيار}}{\text{معظم بالمسافة}}$$

مسألة خارجية :

نضع في مستوى الزوال المغناطيسي الأرضي سلكين طوبيلين متوازيين بحيث يبعد منتصفهما $d = 40 \text{ cm}$ عن بعضهما البعض مسافة c_1, c_2 عن بعضهما البعض مسافة c منتصف المسافة (c_1, c_2). نمرر في السلك الأول تياراً كهربائياً شدته $I_1 = 15 \text{ A}$ ، وفي السلك الثاني تياراً كهربائياً شدته $I_2 = 5 \text{ A}$ ، وباتجاهين متعاكسين . **المطلوب:**

- حساب شدة الحقل المغناطيسي المولود عن التيارين في النقطة C موضحاً ذلك بالرسم.
- حساب الزاوية التي تتحرفها إبرة الموصلة عن منحها الأصلي بفرض أن قيمة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $B_H = 2 \times 10^{-5} \text{ T}$
- حدد مكان النقطة التي لاتتحرف فيها إبرة الموصلة

$$(1) \quad B = 2 \times 10^{-5} \text{ T} \quad (2) \quad \theta = 45^\circ$$

$$(3) \quad d_2 = 0.2 \text{ m}$$

الاجوبة :

المسألة الثالثة: (درس - السلكين)

نضع سلكين شاقولييين متوازيين بحيث يبعد منتصفاهما M_1 , M_2 أحدهما عن الآخر 4 cm , نمرر في السلك الأول تياراً كهربائياً شدته I_1 ونمرر في السلك الثاني تياراً كهربائياً شدته I_2 وباتجاهين متعاكسين، ف تكون شدة الحقل المغناطيسي المحصل لحقل التيارين $4 \times 10^{-7} \text{ T}$ عند النقطة M منتصف المسافة M_2, M_1 وعندما يكون التياران بجهة واحدة تكون شدة الحقل المغناطيسي المحصل عند M هي $2 \times 10^{-7} \text{ T}$ فإذا كان $I_1 > I_2$

العلوّب: احسب كلاً I_2, I_1

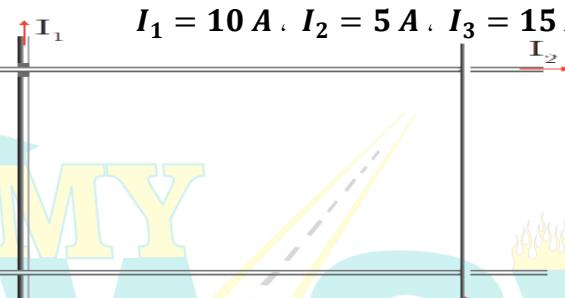
الاجوبة: $(I_2 = 1 \times 10^{-2} \text{ A})$ $(I_1 = 3 \times 10^{-2} \text{ A})$

الحل:

المسألة 11 عامة:

أربع سلاك ناقلة طويلة تقع في مستوى واحد ومتقاطعة مع بعضها البعض لتشكل مربع طول ضلعه 40 cm أوجد شدة واتجاه التيار I_4 الذي يجب أن يمر في الناقل الرابع بحيث تكون شدة الحقل المغناطيسي في مركز السلك الرابع معروفة، حيث أن :

$$I_1 = 10 \text{ A}, I_2 = 5 \text{ A}, I_3 = 15 \text{ A}$$



$$\text{طول كل سلك} L = 40 \times 10^{-2} = 4 \times 10^{-2} \text{ m}$$

إن بعد مركز المربع عن منتصف كل سلك :

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = 2 \times 10^{-2} \text{ m}$$

جهة الحقول المغناطيسية المتولدة عن (I_1, I_2, I_3) (جهة واحدة نحو الداخل وحتى تكون شدة الحقل في مركز المربع معروفة يجب أن :

يكون \vec{B}_4 نحو الخارج وعلى حامل واحد وبجهتين متعاكستين ومتساوي بالشدة مع محصلة الحقول السابقة .

$$B_t = 0 \quad \text{من نص المسألة :}$$

$$B_t = B_1 + B_2 + B_3 - B_4 = 0 \Rightarrow$$

$$B_1 + B_2 + B_3 = B_4$$

$$2 \times 10^{-7} \left(\frac{I_1}{d_1} + \frac{I_2}{d_2} + \frac{I_3}{d_3} \right) = 2 \times 10^{-7} \frac{I_4}{d_4}$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 \quad \text{عامل مشترك} \Rightarrow \frac{2 \times 10^{-7}}{d_1} (I_1 + I_2 + I_3) = 2 \times 10^{-7} \frac{I_4}{d_4}$$

$$I_1 + I_2 + I_3 = I_4$$

$$I_4 = 10 + 5 + 15 = 30 \text{ A}$$

جهة التيار في السلك الرابع نحو اليمين على الشكل :

سؤال نظري: عند إمداد تيار متواصل في ملف دائري ينشأ حقل مغناطيسي في مركز هذا الملف **والمطلوب:**

1. حدد عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن ملف دائري يمر فيه تيار متواصل (تيار دائري) موضحاً بالرسم

2. اقترح طريقة لزيادة شدة الحقل المغناطيسي الناشئ

الحل:

عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار دائري:

❖ **نقطة التأثير:** مركز الملف الدائري.

❖ **العامل:** العمود على مستوى الملف.

❖ **الجهة:** تحدد عملياً من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي داخل إبرة مغناطيسية صغيرة وفق محورها \overrightarrow{SN} . بعد استقرارها

استنتاج شدة الحقل المغناطيسي:

$$B = 4\pi \times 10^{-7} k' I$$

$$k' = \frac{N}{2r} \Rightarrow B = 4\pi \times 10^{-7} \left(\frac{N}{2r} \right) I$$

$$\text{ولكن: } \Rightarrow B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{r}$$

تحدد نظرياً حسب قاعدة اليد اليمنى:

- نضع اليد فوق الملف بـ

- يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع

- نوجه باطن الكف نحو مركز الملف

- فيشير الإبهام إلى جهة شعاع الحقل المغناطيسي.

$$B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{r}$$

دلائل الرموز:

B : شدة الحقل المغناطيسي تقدر بالتسلا (T). I : شدة التيار تقدر بالأمبير (A).

N : عدد لفات الملف (لفة). r : نصف قطر الملف تقدر بالمتر (m).

2. لزيادة شدة الحقل المغناطيسي نزيد من شدة التيار المار لأن B تتناسب طرداً مع I

• لسهولة الحساب **معطاهة بنصر المسالة**

$$4\pi = 12.5 \Rightarrow 8\pi = 25 \Rightarrow 16\pi = 50 \Rightarrow 32\pi = 100 \Rightarrow 64\pi = 200$$

تطبيق محلول 2: نمرر تياراً كهربائياً شدته A 6 في سلك طويل، نصنع جزءاً منه على شكل حلقة دائرية تصف قطرها 3 cm.

احسب قيمة شدة الحقل المغناطيسي المحصل في مركز الحلقة ثم حدد بقية عناصره.

الحل:

$$I = 6A, r = 3 \times 10^{-2} m, N = 1$$

نعد السلك جزأين، الأول حلقة والثاني مستقيم، فينشأ في مركز الحلقة الدائرية حلثان يمكن تحديد جهة كل منهما حسب قاعدة اليد اليمنى.

- حسب شدة الحقل المغناطيسي المترددة عن التيار المار في السلك المستقيم:



$$B_1 = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{r}$$

$$B_1 = 2 \times 10^{-7} \frac{6}{3 \times 10^{-2}}$$

$$B_1 = 4 \times 10^{-5} T$$

- حسب شدة الحقل المغناطيسي المترددة عن التيار المار في الحلقة الدائرية:

$$B_2 = 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{r}$$

$$B_2 = 2\pi \times 10^{-7} \frac{1 \times 6}{3 \times 10^{-2}}$$

$$B_2 = 12.5 \times 10^{-5} T$$

الحلثان على حامل واحد وبالجهة نفسها فتكون شدة الحقل المحصل هو حاصل جمع شديهما:

$$B = 12.5 \times 10^{-5} + 4 \times 10^{-5} = 16.5 \times 10^{-5} T$$

مسألة خارجية :

ملف دائري عدد لفاته 50 لفة ونصف قطره $cm = 10 = r$ ، نضع الملف في مستوى الزوال المغناطيسي الأرضي ونمرر فيه تيار كهربائي متواصل شدته $A = 10^{-2} I = \frac{1}{\pi}$ ونضع في مركزه إبرة بوصلة صغيرة محورها شاقولي **والمطلوب :**

1. أحسب طول سلك الملف

2. أحسب شدة الحقل المغناطيسي المتولد عند مركز الملف الدائري.

3. أحسب الزاوية التي تحرفها إبرة البوصلة عن منحاها الأصلي بفرض أن قيمة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $B_H = 2 \times 10^{-5} T$

$$(1) \quad l' = 10\pi \text{ m}$$

$$(2) \quad B = 1 \times 10^{-6} T$$

$$(3) \quad \theta = 0.05 \text{ rad}$$

الاجوبة :

الحل :

ملاحظة

$$\text{عدد لفات الملف} = \frac{\text{طول سلك الملف}}{\text{محيط اللفة}}$$

$$N = \frac{l}{2\pi r} \Rightarrow l' = N \times 2\pi r$$

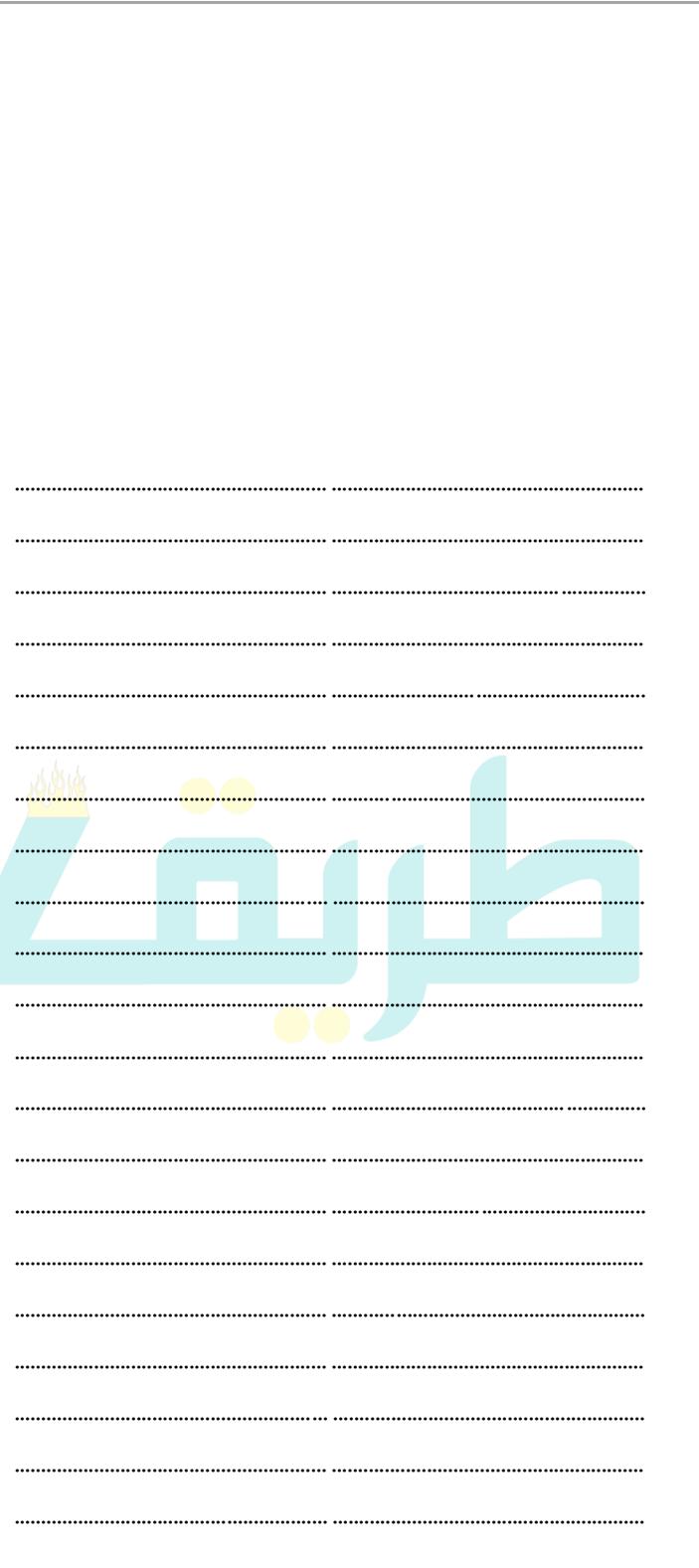
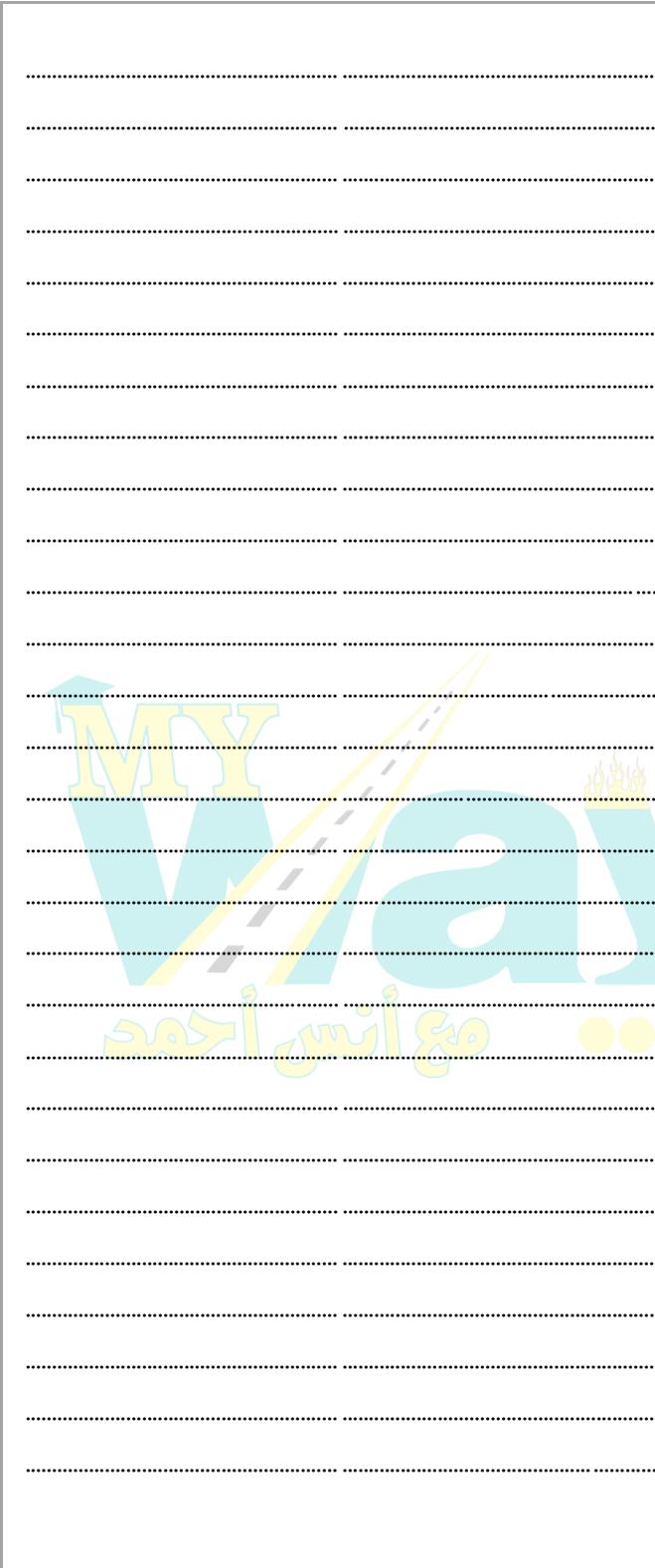
مع انس احمد

المسألة الرابعة (درس - ملفين) :

نضع ملفين دائريين لهما المركز ذاته في مستو شاقولي واحد، عدد لفات كل منهما 200 لفة، نصف قطر الأول 10 cm ، و الثاني نصف قطره 4 cm نمرر في الملف الأول تياراً كهربائياً شنته $8A$ بعكس جهة دوران عقارب الساعة؟ **الغطسون** : حدد جهة التيار الواجب إمداده في الملف الثاني وشدة؛ لتكون شدة الحقل المغناطيسي المحصل عند المركز المشترك للملفين: (باعتبار $100 = 32\pi$)

1. $10^{-2}T \times 5$ أمام مستوى الرسم.
2. $3 \times 10^2T \times 3$ خلف مستوى الرسم.
3. معدومة.

الاجوبة : (1) $I_2 = \frac{40}{\pi} A$ (2) عكس جهة دوران عقارب الساعة A (3) مع جهة دوران عقارب الساعة A



سؤال نظري : عند إمداد تيار متواصل في وشيعة ينشأ حقل مغناطيسي في مركزها (تيار حلزوني) **والمطلوب :**

1. حدد عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن وشيعة يمر فيه تيار متواصل موضحاً بالرسم

2. اقترح طريقة لزيادة شدة الحقل المغناطيسي الناشئ

الحل :

1. عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار حلزوني :

❖ **نقطة التأثير :** مركز الوشيعة.

❖ **الحامل:** محور الوشيعة.

❖ **الجهة:** تحدد عملياً من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي داخل إبرة مغناطيسية صغيرة وفق محورها \overrightarrow{SN} . بعد استقرارها.

استنتاج شدة الحقل المغناطيسي :

$$B = 4\pi \times 10^{-7} k' I$$

$$k' = \frac{N}{L} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{l}$$

للمتعدد

تحدد نظرياً حسب قاعدة اليد اليمنى :

- نضع اليد فوق الوشيعة بحيث توازي أصابعها إحدى الحلقات

- نتصور أن التيار يدخل من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع

- فيشير الإبهام الذي يعcede الأصابع إلى جهة شعاع الحقل المغناطيسي.

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{l}$$

دلائل الرموز :

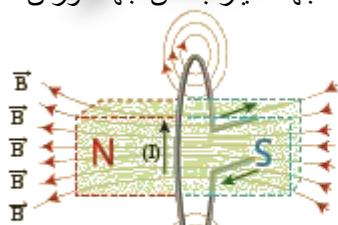
B : شدة الحقل المغناطيسي تقدر بالتسلا (T). **I :** شدة التيار تقدر بالأمبير (A).

N : عدد لفات الوشيعة (لفة). **L :** طول الوشيعة يقدر بالمتر (m).

2. لزيادة شدة الحقل المغناطيسي نزيد من شدة التيار المار لأن B تتناسب طرداً مع **I**

ملاحظات

- الملفات والوشائط الكهربائية تكافئ مغناطيس، إذ يطلق اسم الوجه الشمالي على وجه الملف الذي تكون فيه جهة التيار بعكس جهة دوران عقارب الساعة، أما الوجه الآخر للملف فهو الوجه الجنوبي.



عدد الطبقات الكلية $n = \frac{N}{N'}$ **عدد اللفات الكلية**

عدد اللفات الكلية $N = \frac{l}{2\pi r}$ $\frac{L'}{(محيط الدائرة) طول اللفة الواحدة}$

عدد اللفات في الطبقة الواحدة (لفات متلاصقة) : $N' = \frac{l}{2\pi r}$ **طول الوشيعة**

مسألة خارجية :

وشيعة طولها $L = 20\text{cm}$ وعدد لفاتها N محورها الأفقي يعcede خط الزوال المغناطيسي الأرضي نضع في مركزها إبرة بوصلة صغيرة وعندما نمرر فيها تيار كهربائي متواصل شدته

$$I = \frac{1}{\pi} \times 10^{-2} A$$

تتحرف الإبرة بزاوية 45° ثم تستقر فإذا

علمت أن شدة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي

$$B_H = 2 \times 10^{-5} T$$

1- شدة الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار الوشيعة

$$N = \frac{L}{l}$$

$$N = \frac{20}{0.02} = 1000$$

$$B = 2 \times 10^{-5} T$$

$$n = 5$$

.....	.....	وشيعة طولها $L = 20\text{cm}$ وعدد لفاتها N محورها الأفقي يعcede خط الزوال المغناطيسي الأرضي نضع في مركزها إبرة بوصلة صغيرة وعندما نمرر فيها تيار كهربائي متواصل شدته
.....	.....	$I = \frac{1}{\pi} \times 10^{-2} A$
.....	.....	تتحرف الإبرة بزاوية 45° ثم تستقر فإذا
.....	.....	علمت أن شدة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي
.....	.....	$B_H = 2 \times 10^{-5} T$
.....	.....	1- شدة الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار الوشيعة
.....	.....	$N = \frac{L}{l}$
.....	.....	$N = \frac{20}{0.02} = 1000$
.....	.....	$B = 2 \times 10^{-5} T$
.....	.....	$n = 5$

► التدفق المغناطيسي

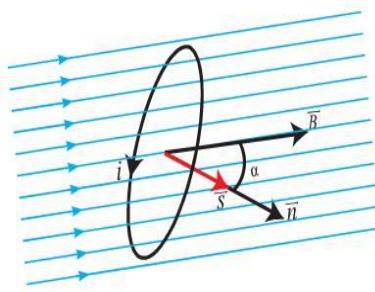
سؤال نظري أكتب العبارة الشعاعية لشعاع السطح ثم حدد بالكتابه والرسم عناصر هذا الشعاع

عناصر شعاع السطح :

- ❖ الحامل :
- ❖ الجهة :
- ❖ الشدة :

سؤال نظري عرف التدفق المغناطيسي واتكتب العلاقة الرياضية المعبّرة عنه وبين متى يكون (أعظمي ، أصغرى ، معدوم)

التدفق المغناطيسي : هو عبارة عن عدد خطوط الحقل المغناطيسي \vec{B} لسطح دارة S كهربائية مستوية مغلقة .



$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S}$ (weber) حيث :

$$\Phi = B \cdot S \cos \alpha : \alpha = (\vec{B}, \vec{n})$$

$$\Phi = NBS \cos \alpha \quad \text{من أجل } N \text{ لفة}$$

مناقشة الحقل المغناطيسي :

مناقشة الزاوية α : $\alpha = (\vec{B}, \vec{n})$ حيث : $\cos \alpha \in [-1, +1]$

المسألة 10 عامة

ملف دائري نصف قطره الوسطي 40 cm يتألف من 100 لفة ، وضع في حقل مغناطيسي منتظم شنته 0.5 T حيث خطوط الحقل عمودية على مستوى الملف، المطلوب:

1. احسب التدفق المغناطيسي الذي يجتاز لفات الملف.
2. ما مقدار التغير في التدفق المغناطيسي إذا دار في الاتجاه الموجب بزاوية 60° .

الاجوبة :

$$(1) \Phi = 8\pi \text{ web}$$

$$(2) \Delta\Phi = -4\pi \text{ web}$$

المسألة 9 عامة

وشيعة طولها 40 cm مكونة من 400 لفة محورها أفقى عمودي على خط الزوال المغناطيسي الأرضى. نضع في مركز الوشيعة إبرة بوصلة صغيرة ثم نمرر في الوشيعة تيار كهربائياً متواصلاً شنته 16 m A ، **المطلوب:**

1. احسب شدة الحقل المغناطيسي المترولد عن إمرار التيار الكهربائي في مركز الوشيعة. (باعتبار $200 = 64\pi$)
2. إذا أجرينا لف بالجهة نفسها على أسطوانة فارغة من مادة عازلة باستخدام سلك معزول قطره 2 mm لفات متلاحقة. احسب عدد طبقات لفات الوشيعة.
3. نضع داخل الوشيعة في مركزها حلقة دائري مساحتها 2 cm^2 بحيث يصنع النظام على سطح الحلقة مع محور الوشيعة 60° احسب التدفق المغناطيسي عبر الحلقة الناتج عن تيار الوشيعة.

$$\text{الاجوبة : } (1) B = 2 \times 10^{-5}\text{ T}$$

$$(3) \Phi = 2 \times 10^{-9} \text{ weber} \quad (2) n = 2 \text{ طبقة}$$

المسألة الثانية (درس)

a. ملف دائري في مكبر صوت عدد لفاته 400 لفة، ونصف قطره 2 cm ، نطبق بين طرفيه فرقاً في الكهون $10\text{ V} = U$ ، فإذا علمت أن مقاومته 20Ω ، احسب شدة الحقل المغناطيسي المترولد عند مركز الملف. b. قطع التيار السابق عن الملف، احسب التغير الحاصل في قيمة التدفق المغناطيسي الذي يجتازه الملف ذاته.

$$(a) B = 2\pi \times 10^{-3}T$$

$$(b) \Delta\Phi = -32 \times 10^{-4} \text{ weber}$$

المسألة الخامسة (درس)

ملف دائري نصف قطره الوسطي 5 cm يولد عند مركزه حقلًا مغناطيسيًا، قيمته تساوي قيمة الحقل المغناطيسي الذي تولده وشيعة عند مركزها عندما يمر بهما

التصحيح : تنقص شدة الحقل المغناطيسي لتيار كهربائي متواصل في سلك مستقيم كلما ابعدنا عن السلك.

حسب علاقـة شـدة الحـقل المـغـناـطـيـسي لـتـيـار مـسـتـقـيم طـوـيل ثـعـطـي بـالـعـلـاقـة:
$$\frac{I}{d} \times 10^{-7} = B$$
 (I و d تـنـاسـب عـكـسـي)

4. **تنقص** شـدة الحـقل المـغـناـطـيـسي فـي مـرـكـز وـشـيـعـة عـدـد طـبـقـاتـها طـبـقـة وـاحـدـة إـلـى نـصـفـ شـدـتـه فـي حـالـة إـنـقـاصـ عـدـد لـفـاتـها إـلـى النـصـفـ (خطـا)

التصحيح : تـزـدـاد شـدة الحـقل المـغـناـطـيـسي فـي مـرـكـز وـشـيـعـة عـدـد طـبـقـاتـها طـبـقـة وـاحـدـة إـلـى الصـعـفـ فـي حـالـة إـنـقـاصـ عـدـد لـفـاتـها إـلـى النـصـفـ

التعليق : إن شـدة الحـقل المـغـناـطـيـسي لـتـيـار الـوـشـيـعـة ثـعـطـي بـالـعـلـاقـة:
$$\frac{NI}{l} \times 20^{-7} = B$$
 النـسـبـة $\frac{N}{l}$ هي نـسـبـة ثـابـتـة

ولـكـ إـنـقـاصـ عـدـد لـفـاتـ الـوـشـيـعـة إـلـى النـصـفـ يـؤـدـي إـلـى إـنـقـاصـ طـوـل سـلـكـها إـلـى النـصـفـ أي تـنـقـصـ مـقاـومـتـها إـلـى النـصـفـ وـبـالـتـالـي تـرـدـادـ شـدـةـ التـيـارـ المـارـ فـي الـوـشـيـعـة إـلـى الصـعـفـ فـتـرـدـادـ شـدـةـ الحـقلـ المـغـناـطـيـسي إـلـى الصـعـفـ أـيـضاـ وـلـكـ فـي حـالـ ثـبـاتـ شـدـةـ التـيـارـ تـبـقـىـ شـدـةـ الحـقلـ نـفـسـهـا

رابعاً: أجبـ عـمـا يـاتـي: قد يـاتـي السـؤـالـ مـشـكـلـةـ عـلـيـهـ :

أضعـ إـبـرـةـ مـغـناـطـيـسـيـةـ مـحـورـهـ شـاقـوـلـيـ عـلـىـ طـاـوـلـةـ أـفـقـيـةـ لـتـسـتـقـرـ،ـ أـبـيـنـ كـيـفـ يـجـبـ وـضـعـ السـلـكـ مـسـتـقـيمـ أـفـقـيـاـ فـوـقـ الـبـوـصـلـةـ بـحـيـثـ لـاـ تـنـحـرـفـ

الـإـبـرـةـ عـنـ إـمـارـ تـيـارـ كـهـرـبـائـيـ فـيـ السـلـكـ؟

لـاـ تـنـحـرـفـ الـإـبـرـةـ عـنـ إـمـارـ تـيـارـ كـهـرـبـائـيـ فـيـ السـلـكـ إـذـاـ كـانـ الـحـقـلـ المـغـناـطـيـسـيـ المـتـوـلـدـ عـنـ ذـلـكـ التـيـارـ مـنـطـقـاـ عـلـىـ اـسـتـقـامـةـ الـإـبـرـةـ وـلـتـحـقـيقـ

ذـلـكـ:ـ يـجـبـ وـضـعـ السـلـكـ عـمـودـيـ عـلـىـ الـمـسـتـوـيـ الـحـاوـيـ لـلـإـبـرـةـ.

