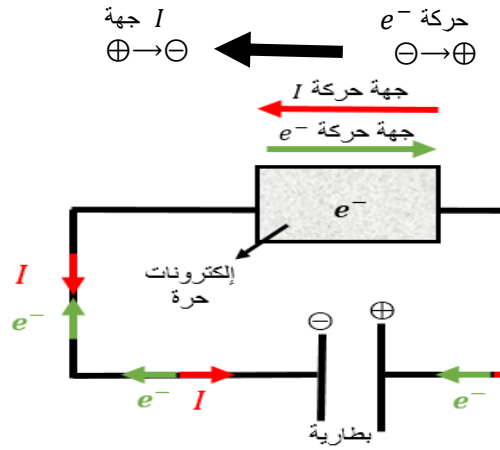
مدخل للكهرباء

➢ **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 (سلك):**

$$\underset{\text{الشحنة الكهربائية(كولوم)}}{q} = \underset{\text{عدد الإلكترونات}}{n} \cdot \underset{\text{القيمة المطلقة لشحنة الإلكترون}}{e^-}$$



قطب موجب	قطب سالب
كمون موجب	كمون سالب
كمون مرتفع	كمون منخفض

فرق كمون U(مولد كهربائي متواصل – بطارية)

➢ **فرق الكمون** يعمل على تحريك وتسريع الإلكترونات السالبة الحرة نحو القطب الموجب فينشأ تيار كهربائي I متواصل جهته الاصطلاحية هي عكس جهة حركة الإلكترونات.

- **وفق قانون أوم:**

$$\underset{\text{فرق الكمون}\ \text{فولت } V}{U} = \underset{\text{مقاومة كهربائية}\ \text{أوم } \Omega}{R} \cdot \underset{\text{تيار كهربائي}\ \text{أمبير } A}{I}$$

نلاحظ من قانون أوم : $I = \frac{U}{R}$ ↖ ↘

✓ تتناسب شدة التيار الكهربائي **طرداً** مع فرق الكمون المطبق

- أي **لزيادة** شدة التيار الكهربائي I يجب **زيادة** فرق الكمون المطبق U بين طرفي الدارة

✓ تتناسب شدة التيار الكهربائي **عكساً** مع المقاومة الكهربائية للدارة. I و R هو تناسب عكسي.

- أي **لزيادة** شدة التيار الكهربائي I يجب **إنقاص** المقاومة الكهربائية للدارة R.وفق مايلي:

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 $R = \frac{\rho . l}{S}$

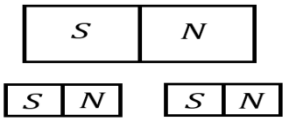
لو استخدمنا سلك من الحديد طويل ورفيع فإن مقاومته كبيرة جداً وعند إمرار تيار كهربائي متواصل فيه فإن درجة حرارة السلك ستكون عالية جداً لأن المقاومة الكهربائية تعمل على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية وهذا ما يسمى **(فعل جول الحراري)** وتستخدم هذه الخاصية في أجهزة التسخين (سخان الماء – المكواة ...)

الدرس الأول : المغناطيسية

المغناطيس: هو كل جسم قادر على جذب الأجسام الحديدية.

➢ **لكل مغناطيس قطبان:** قطب شمالي N و قطب جنوبي S.

- القطبان **المتشابهان يتنافران** $\overleftarrow{N}\overrightarrow{N}$ $\overleftarrow{S}\overrightarrow{S}$
- القطبان **المختلفان يتجاذبان** $\overrightarrow{S}\overleftarrow{N}$ $\overrightarrow{N}\overleftarrow{S}$
- لا يمكن فصل قطبي المغناطيس عن بعضهما لأنه سنحصل على مغانط جديدة.

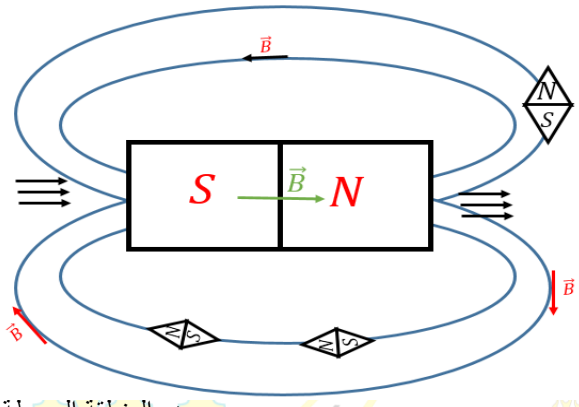


➢ **خطوط الحقل المغناطيسي:** رمزه B وواحدته (تسلا T)

خارج المغناطيس :من القطب الشمالي Nوتدخل إلى القطب الجنوبي S.

داخل المغناطيس : من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي $\overrightarrow{SN}$

➢ **المغناطيس المستقيم:**



➢ **المجال المغناطيسي للمغناطيس:** هو المنطقة المحيطة بالمغناطيس و التي تظهر فيها آثار قوة مغناطيسية (جذب).

➢ **شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$:** هو مماس لمنحنيات الحقل المغناطيسي في كل نقطة منها.

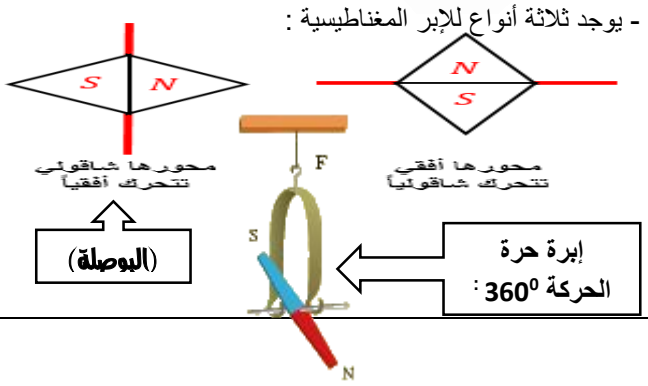
تزداد شدة الحقل المغناطيسي كلما اقتربنا من المغناطيس وتكون عظمى عند قطبي المغناطيس Nو S .

➢ **الإبرة المغناطيسية:**

- هي عبارة عن مغناطيس صغير لها قطبان شمالي N و جنوبي S وتتأثر بالحقل المغناطيسي المحيط بها

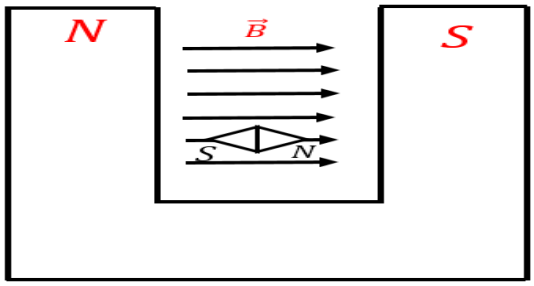
- يكون الحقل المغناطيسي منطبق على محور الإبرة ويتجه بداخلها من $S \rightarrow N$

- يوجد ثلاثة أنواع للإبر المغناطيسية :



➢ المغناطيس النضوي:

نحصل بين قطبي مغناطيس نضوي: على **حقل مغناطيسي منتظم** لأن أشعة الحقل مستقيمات متسايرة ولها الشدة نفسها .



سؤال نظري كيف يمكن تحديد عناصر شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ في نقطة من الحقل ؟

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

- ❖ **الحامل :** المستقيم الواصل 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

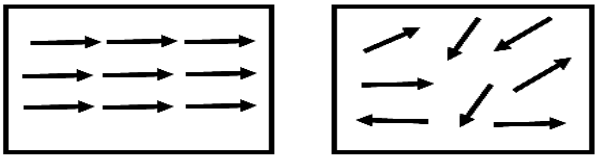
سؤال نظري في تعليل المغناطيسية لا تولد الأجسام المشحونة الساكنة أي حقل مغناطيسي. بينما تولد الأجسام المشحونة المتحركة حقل مغناطيسي.

لأن الأجسام المشحونة الساكنة لا تولد تيار كهربائي فلا تولد حقلاً مغناطيسياً

الأجسام المشحونة المتحركة تولد تياراً كهربائياً وبالتالي تولد حقل مغناطيسي

- إذا انفرد أحد الكترونات الذرة بدورانه حول النواة اكسبها صفة مغناطيسية جاعلاً من الذرة مغناطيساً صغيراً ثنائي القطب.
- إذا انفرد الالكترون بدورانه حول نفسه أكسب الذرة صفة مغناطيسية.
- حركة بعض الشحنات داخل النواة تولّد خصيصة مغناطيسية صغيرة

➢ تجربة الحقل المغناطيسي بوجود الحديد

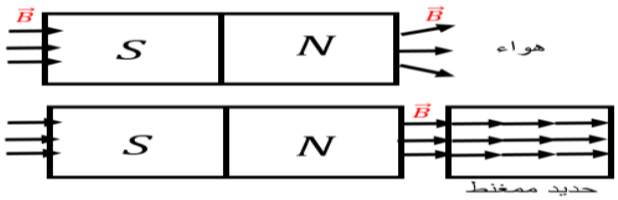


قطعة حديد غير ممغنطة (جزيئاتها غير مرتبة) — قطعة حديد ممغنطة (جزيئاتها مرتبة)

فسر تمغنط قطعة الحديد عند وضعها في مجال مغناطيسي خارجي

قطعة الحديد تتكون من ثنائيات أقطاب مغناطيسية متوازية عشوائياً في غياب المجال المغناطيسي الخارجي بحيث تكون محصلة هذه الخصائص المغناطيسية معدومة، ولكن إذا وجدت قطعة الحديد في مجال مغناطيسي خارجي تتوجه ثنائيات الأقطاب المغناطيسية داخل القطعة باتجاه المجال المغناطيسي الخارجي، أي تكون أقطابها الشمالية باتجاه المجال المغناطيسي الخارجي وتصبح محصلتها غير معدومة لذا تصبح قطعة الحديد ممغنطة.

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

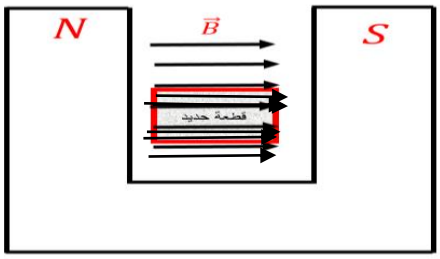


نلاحظ من التجربة السابقة :

- ➢ عند وضع نواة حديدية غير ممغنطة في مجال مغناطيسي فإن خطوط الحقل المغناطيسي تتكاثف ضمن النواة الحديدية وتصبح نواة الحديد ممغنطة
- ➢ الحديد أشد إنفاذاً لخطوط الحقل المغناطيسي من الهواء ..

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

1. **علل تقارب خطوط الحقل المغناطيسي داخل قطعة الحديد**
2. **ماذا يستفاد من وضع قطعة الحديد بين قطبي المغناطيس**
3. **أكتب علاقة عامل الانفاذ المغناطيسي**
4. **بينّ بمَ يتعلق عامل الإنفاذ**



الحل :

1. تتمغنط نواة الحديد ويتولد منها حقلاً مغناطيسياً $\vec{B}$ إضافياً يُضاف إلى الحقل المغناطيسي الأصلي الممغنِط $\vec{B}$ فيشكل حقلاً مغناطيسياً كلياً $\vec{B_t}$
2. يُستفاد عند وضعها في زيادة شدة الحقل المغناطيسي.
3. علاقة عامل الإنفاذ : $\boldsymbol{\mu = \frac{B_t}{B}}$

دلالات الرموز

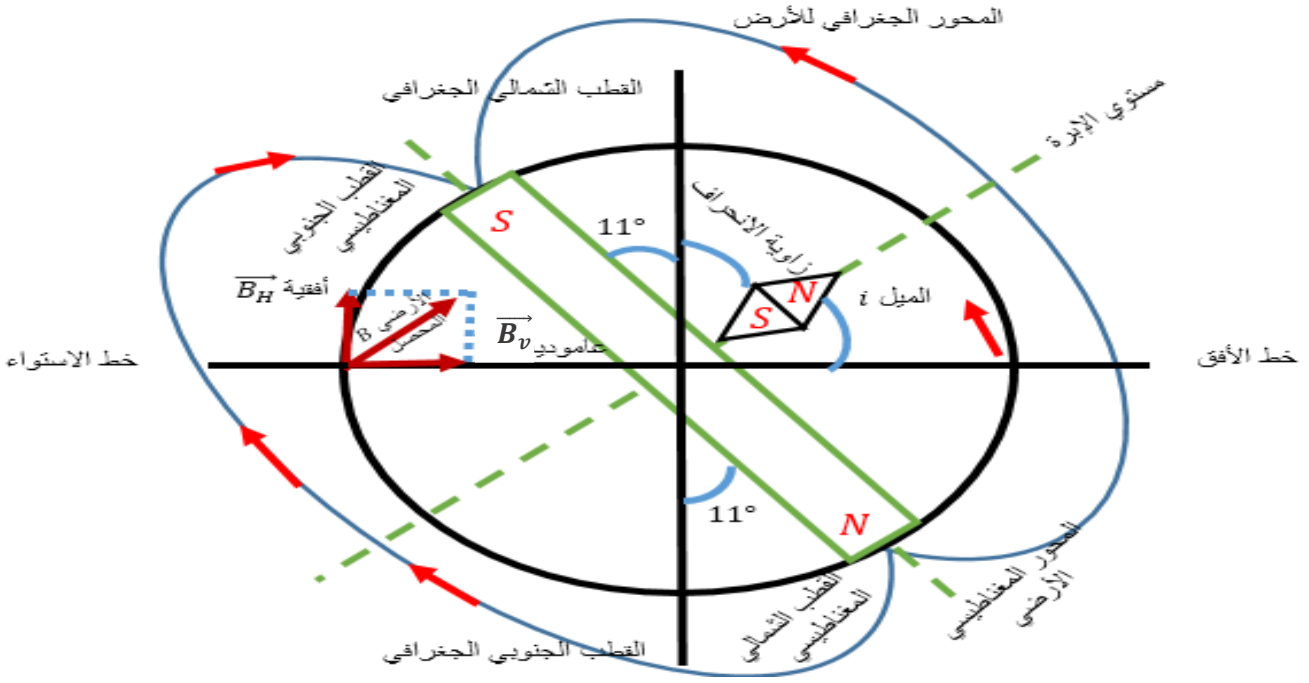
μ :عامل النفاذية المغناطيسي، لا واحدة قياس له.

B_t : شدة الحقل المغناطيسي الكلي، تقدّر بالتسلا

B : شدة الحقل المغناطيسي الممغنِط، تقدّر بالتسلا

4. **يتعلق عامل النفاذية المغناطيسي بعاملين :**
   - طبيعة المادة من حيث قابليتها للمغنطة.
   - شدة الحقل المغناطيسي الممغنِط $\vec{B}$

➢ الحقل المغناطيسي الأرضي



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 مغناطيس 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 زاويتي الميل والانحراف .

- **زاوية الميل i:** هي الزاوية بين مستوي إبرة (محورها أفقي) وخط الأفق وتكون بين $0°$ و $90°$
  زاوية الميل عند القطب الشمالي الجغرافي $i = 90°$ زاوية الميل عند خط الاستواء $i = 0$.
- **زاوية الانحراف:** تعيّن بواسطة إبرة محورها شاقولي وهي الزاوية المحصورة بين مستوي الزوال المغناطيسي ومستوي الزوال الجغرافي وتكون بين $0°$ و $180°$ وتستخدم لتصحيح المسار.
- **مستوي الزوال مغناطيسي :** هو المستوي الذي يحوي النقطة المعتبرة (n) والمحور المغناطيسي الأرضي
- **مستوي الزوال الجغرافي :** هو المستوي الشاقولي الذي يحوي النقطة المعتبرة (n) والمحور الجغرافي الأرضي
- **خط الزوال المغناطيسي :** هو الخط الأفقي الذي تستقر عنده إبرة مغناطيسية محوردورانها شاقولي بعيدة عن أي تأثير مغناطيسي
- **منطقة الزوال المغناطيسي :** هي المنطقة الخالية من أي تأثير مغناطيسي إلا الحقل المغناطيسي الأرضي .

علل : إبرة البوصلة تشير دوماً إلى الشمال الجغرافي؟	**علل : إبرة البوصلة تأخذ منحنى المركبة الأفقية فقط؟**
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	لأن محورها الشاقولي يمنعها عن الميل. بينما الإبرة الحرة الحركة تأخذ منحى الحقل المغناطيسي الأرضي الكلي $\overrightarrow{B_E}$

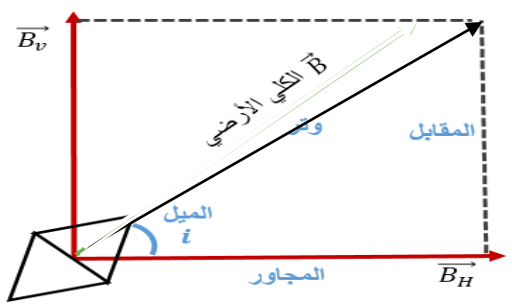
شدة الحقل المغناطيسي الأرضي B_E تتحلل لمركبتان:

1. **المركبة الأفقية $\overrightarrow{B_H}$.**

$$\cos i = \frac{B_H}{B_E} \Rightarrow \underbrace{\boxed{B_H = B_E.\cos i}}_{\text{المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي}} \quad \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}}$$

2. **المركبة الشاقولية $\overrightarrow{B_v}$.**

$$\sin i = \frac{B_v}{B_E} \Rightarrow \underbrace{\boxed{B_v = B_E.\sin i}}_{\text{المركبة الشاقولية للحقل المغناطيسي الأرضي}} \quad \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}}$$



➢ 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 دليل نشوء حقل مغناطيسي

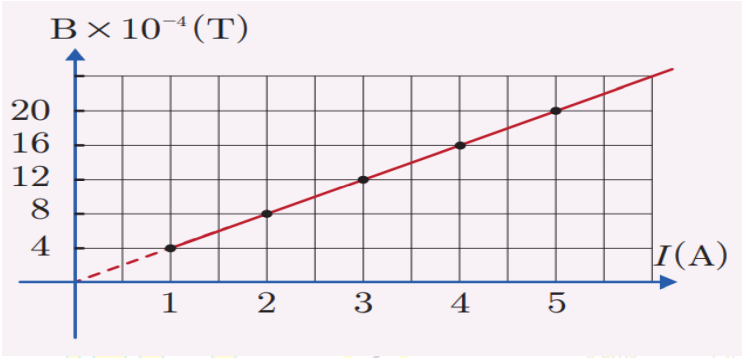
نكرر التجربة عدة مرات من أجل شدات مختلفة ونسجل في كل مرة شدة التيار الكهربائي وشدة الحقل المغناطيسي الموافقة له عبر

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

الجدول :

1- ارسم الخط البياني لتغيرات B بدلالة I . ماذا أستنتج؟
2- استنتج من الرسم ثابت ميل المستقيم وبيّن بماذا يتعلق هذا الثابت ؟

الحل :



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

2-

✓ K ثابت يمثل ميل المستقيم . $\boldsymbol{k=\frac{B}{I}\Longrightarrow B=k.I}$

حيث K يتعلق بعاملين:

❖ μ_0 عامل النفوذية المغناطيسية عبر الخلاء

$\mu_0=4\pi\times10^{-7}(T.m.A^{-1})$

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

$\Longrightarrow k=\mu_0.k'$

✓ نعوض في علاقة B نجد: $B=\mu_0.k'.I$

$$\boxed{\Longrightarrow B=4\pi\times10^{-7}k'.I}$$

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 :

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

نعوض في هذه العلاقة : $\boxed{\Longrightarrow B=4\pi\times10^{-7}k'.I}$

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 المستوي المعين بالسلك والنقطة المعتبرة.
   - ❖ **الجهة:** **تُحدد عملياً** من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي داخل إبرة مغناطيسية صغيرة وفق محورها $\overrightarrow{SN}$. 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.
   - ❖ **الشدة** $\boxed{B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}}$

استنتاج شدة الحقل المغناطيسي :

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

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

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

دلالات الرموز :

B : شدة الحقل المغناطيسي تقدر بالتسلا (T) . I : شدة التيارتقدر 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 للاختيار من متعدد

تطبيق محلول 1:

نمرر تياراً كهربائياً متواصلاً شدته $10\ A$ في سلك طويل مستقيم موضوع أفقياً في مستوي الزوال المغناطيسي الأرضي المار من مركز إبرة مغناطيسية صغيرة يمكنها أن تدور حول محور شاقولي موضوعة تحت السلك على بُعد $50\ cm$ 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 الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $2 \times 10^{-5}\ T$.

الحل:

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

شعاع خارج من المستوي ⊗

شعاع داخل إلى المستوي ⊙

1. الحقل المغناطيسي الناتج عن التيار المار في السلك : $B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}$

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

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

2. – قبل إمرار التيار كانت الإبرة خاضعة لمنحى المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $\overrightarrow{B_H}$.

- بعد مرور التيار أصبحت الإبرة خاضعة لمحصلة حقلين ($\vec{B}$ ناتج عن تيار و $\overrightarrow{B_H}$ الأرضي الأفقي) تدور الإبرة المغناطيسية بزاوية θ وتستقر وفق منحاه. $\tan\theta = \frac{B}{B_H}$

قاعدة الزاويا الصغيرة

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

إذاً θ ***زاوية*** صغيرة لذلك : $\boxed{\tan\theta \approx \theta = 0.2\ rad}$

المسألة الأولى (درس - السلكين)

نضع في مستوي الزّوال المغناطيسي الأرضي **سلكين** طويلين متوازيين بحيث يبعد منتصفاهما (c_1, c_2) عن بعضهما البعض مسافة $\mathbf{d = 40\ cm}$، ونضع إبرة بوصلة صغيرة في النقطة c منتصف المسافة (c_1, c_2). نمرر في السلك الأول تياراً كهربائياً **شدته** $\mathbf{I_1 = 3A}$، وفي السلك الثاني تياراً كهربائياً شدته $\mathbf{I_2 = 1A}$، **وبجهة واحدة** . **المطلوب:**

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

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

ملاحظة : عندما تكون الإبرة واقعة بين السلكين :

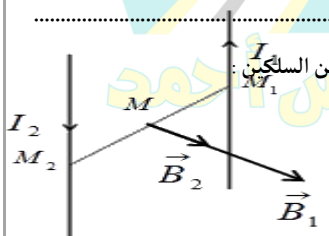
❖ **إذا كان التيارين بجهتين متعاكسين**

←الحقلين بجهة واحدة

←والمحصلة حاصل جمعهما

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

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



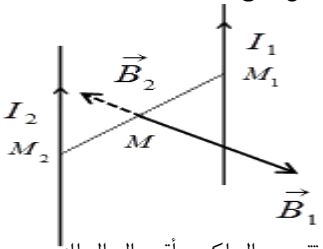
❖ **إذا كان التيارين بجهة واحدة**

←الحقلين بجهتين متعاكسين

←والمحصلة حاصل طرحهما

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

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



ملاحظة : لحساب زاوية انحراف الإبرة عن المركبة الأفقية (B_H)

نكتب : قبل إمرار التيار كانت الإبرة خاضعة للحقل المغناطيسي الأرضي $\overrightarrow{B_H}$ ، وبعد إمرار التيار أصبحت الإبرة خاضعة لمحصلة الحقلين $\overrightarrow{B_H}$ و $\vec{B}$

$$\tan\theta = \frac{B_{\text{ناتج عن تيار}}}{B_{H\ \text{معطى بالمسألة}}}$$

مسألة خارجية :

نضع في مستوي الزّوال المغناطيسي الأرضي سلكين طويلين متوازيين بحيث يبعد منتصفاهما (c_1, c_2) عن بعضهما البعض مسافة $\mathbf{d = 40\ cm}$، ونضع إبرة بوصلة صغيرة في النقطة c منتصف المسافة (c_1, c_2). نمرر في السلك الأول تياراً كهربائياً شدته $\mathbf{I_1 = 15A}$، وفي السلك الثاني تياراً كهربائياً شدته $\mathbf{I_2 = 5A}$، **وباتجاهين متعاكسين** . **المطلوب:**

1. حساب شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن التيارين في النقطة c موضحاً ذلك بالرسم.
2. حساب الزاوية التي تنحرفها إبرة البوصلة عن منحاها الأصلي بفرض أن قيمة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $\boldsymbol{B_H = 2 \times 10^{-5} T}$
3. حدد مكان النقطة التي لاتنحرف فيها إبرة البوصلة

الاجوبة : (3) $\boldsymbol{d_2 = 0.2\ m}$ (2) $\boldsymbol{\theta = 45^0}$ (1) $\boldsymbol{B = 2 \times 10^{-5} T}$

MY Way طريقي مع أنس أحمد

المسألة الثالثة: (درس - السلكين)

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

احسب كلاً من I_2, I_1 .

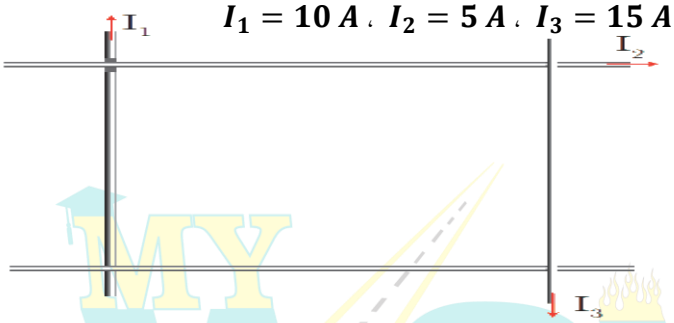
الاجوبة: $(I_1 = 3 \times 10^{-2} A)$ $(I_2 = 1 \times 10^{-2} A)$

الحل :

المسألة 11 عامة:

أربع أسلاك ناقلة طويلة تقع في مستوي 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 معدومة، حيث أن :

$I_1 = 10\ A$ ، $I_2 = 5\ A$ ، $I_3 = 15\ A$



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

إن بعد مركز المربع عن منتصف كل سلك :

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

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

يكون $\overrightarrow{B_4}$ نحو الخارج و على حامل واحد وبجهتين متعاكستين ومتساوي بالشدة مع محصلة الحقول السابقة .

الحل : من نص المسألة : $B_t = 0$

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

$$B_1 + B_2 + B_3 = B_4$$

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

$$\xrightarrow{d_1=d_2=d_3 \text{ عامل مشترك}} \frac{2\times10^{-7}}{d_1}(I_1 + I_2 + I_3) = 2 \times 10^{-7} \frac{I_4}{d_4}$$

$$\xrightarrow{d_1=d_2=d_3=d_4} I_1 + I_2 + I_3 = I_4$$

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

جهة التيار في السلك الرابع نحو اليمين على الشكل : $I_4 \longrightarrow$

سؤال نظري : عند إمرار 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 :

1. عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار دائري :
   - **نقطة التأثير** : مركز الملف الدائري .
   - **الحامل:** العمود على مستوي الملف.
   - **الجهة:** تُحدد عملياً من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي داخل إبرة مغناطيسية صغيرة وفق محورها $\overrightarrow{SN}$. بعد استقرارها

تحدد نظرياً حسب قاعدة اليد اليمنى:

- نضع اليد فوق الملف ب
- يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع
- نوجه باطن الكف نحو مركز الملف
- فيشير الإبهام إلى جهة شعاع الحقل المغناطيسي.

- **الشدة:** $\boxed{B = 2\pi \times 10^{-7}\ \frac{N\,I}{r}}$

استنتاج شدة الحقل المغناطيسي :

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

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

$$\Rightarrow \boxed{B = 2\pi \times 10^{-7}\ \frac{N\,I}{r}}$$

دلالات الرموز :

B : شدة الحقل المغناطيسي تقدر بالتسلا (T) . I : شدة التيارتقدر 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

ملاحظة للاختيار من متعدد

- لسهولة الحساب **معطاة بنص المسألة**

$$4\pi=12.5 \overset{\times 2}{\Rightarrow} 8\pi=25 \overset{\times 2}{\Rightarrow} 16\pi=50 \overset{\times 2}{\Rightarrow} 32\pi=100 \overset{\times 2}{\Rightarrow} 64\pi=200$$

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

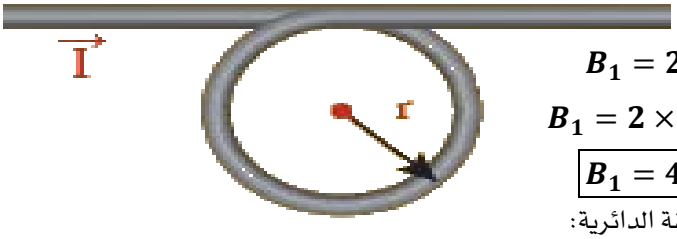
احسب قيمة شدة الحقل المغناطيسي المحصّل في مركز الحلقلة ثم حدد بقية عناصره.

الحل:

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

نعدّ السلك جزأين، الأول حلقة والثاني مستقيم، فينشأ في مركز الحقلة الدائرية حقلان يمكن تحديد جهة كل منهما حسب قاعدة اليد اليمنى.

- نحسب شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن التيار المار في السلك المستقيم:



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

$$B_1 = 2 \times 10^{-7}\ \frac{6}{3\times10^{-2}}$$

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

- نحسب شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن التيار المار في الحلقة الدائرية:

$$B_2 = 2\pi \times 10^{-7}\ \frac{N\,I}{r}$$

$$B_2 = 2\pi \times 10^{-7}\ \frac{1\times6}{3\times10^{-2}}$$

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

الحقلان على حامل واحد وبالجهة نفسها فتكون شدة الحقل المحصّل هو حاصل جمع شدتيهما : $B = B_1 + B_2$

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

مسألة خارجية :

ملف دائري عدد لفاته **50 لفة** ونصف قطره $r = 10\ cm$، نضع الملف في مستوي الزوال المغناطيسي الأرضي ونمرر فيه تيار كهربائي متواصل شدته $I = \frac{1}{\pi} \times 10^{-2} A$ 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 تنحرفها إبرة البوصلة عن منحاها الأصلي بفرض أن قيمة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $B_H = 2 \times 10^{-5} T$

الأجوبة : $(1)\ l' = 10\pi\ \mathrm{m}$ $(2)\ B = 1 \times 10^{-6} T$ $(3)\ \theta = 0.05\ rad$

الحل :

ملاحظة

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

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

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 **4cm**، نمرر في الملف **الاول** تياراً كهربائياً شدته **8A** بعكس جهة دوران عقارب الساعة؟ **المطلوب: حدد جهة التيار الواجب إمراره في الملف الثاني وشدته؛ لتكون شدة الحقل المغناطيسي المحصل عند المركز المشترك للملفين:** **(باعتبار $32\pi = 100$)**

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

الاجوبة : **(3)** $I_2 = 3.2\ A$ **(2)** $I_2 = \frac{40}{\pi}\ A$ مع جهة دوران عقارب الساعة **(1)** $I_2 = \frac{40}{\pi}\ A$ عكس جهة دوران عقارب الساعة

MY Way طريقي مع أنس أحمد

سؤال نظري : عند إمرار 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:** **تُحدد عملياً** من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي داخل إبرة مغناطيسية صغيرة وفق محورها $\overrightarrow{SN}$. بعد استقرارها.

     تحدد نظرياً حسب قاعدة اليد اليمنى :
     - نضع اليد فوق الوشيعة بحيث توازي أصابعها إحدى الحلقات
     - نتصورأن التيار يدخل من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع
     - فيشير الإبهام الذي يعامد الأصابع إلى جهة شعاع الحقل المغناطيسي.
   - ❖ **الشدة:** $\boxed{B = 4\pi \times 10^{-7}\ \frac{N\,I}{l}}$

استنتاج شدة الحقل المغناطيسي :

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

ولكن : $k' = \frac{N}{L} \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{B = 4\pi \times 10^{-7}\ \frac{N\,I}{l}}$

دلالات الرموز :

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

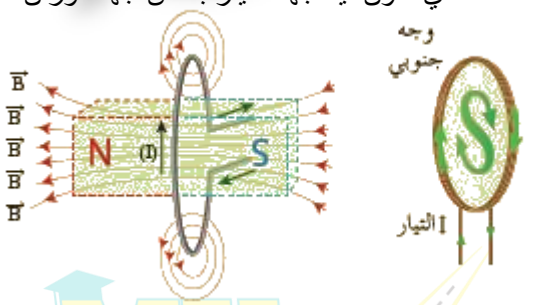
N : عدد لفات الوشيعة (لفة) . L : طول الوشيعة يقدر بالمتر (m).

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

للمتعدد

ملاحظات

- **الملفات والوشائع الكهربائية تكافئ مغانط**، إذ يُطلق 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** $n =$ $\frac{\text{عدد اللفات الكلية } N}{\text{عدد اللفات في الطبقة الواحدة } N'}$
- **عدد اللفات الكلية** $N =$ $\frac{\text{طول سلك الوشيعة أو الملف } L'}{\text{طول اللفة الواحدة (محيط الدائرة)}}$ $\Leftarrow N = \frac{l'}{2\pi r}$
- **عدد اللفات في الطبقة الواحدة (لفات متلاصقة) :** $N' =$ $\frac{\text{طول الوشيعة } l}{\text{قطر سلكها } 2r'}$

مسألة خارجية :

وشيعة طولها $L = 20cm$ وعدد لفاتها N محورها الأفقي يعامد خط الزوال المغناطيسي الأرضي نضع في مركزها إبرة بوصلة صغيرة وعندما نمرر فيها تيار كهربائي متواصل شدته $I = \frac{1}{\pi} \times 10^{-2} A$ تنحرف الإبرة بزاوية 45^0 ثم تستقر فإذا علمت أن شدة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $B_H = 2 \times 10^{-5} T$ **المطلوب حساب :**

1- شدة الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار الوشيعة

2- عدد لفات الوشيعة N

3- عدد طبقات الوشيعة بفرض أن قطرسلكها $(2r') = 1mm$

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

$(2)\ N = 1000$ لفة $(3)\ n = 5$ طبقة

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

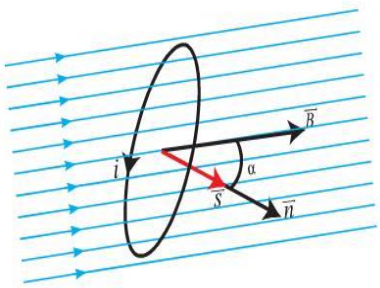
➢ التدفق المغناطيسي

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

عناصر شعاع السطح :

- ❖ الحامل :
- ❖ الجهة :
- ❖ الشدة :

سؤال نظري عرف التدفق المغناطيسي واكتب العلاقة الرياضية المعبرة عنه وبيّن متى يكون (أعظمي ، أصغري ، معدوم)



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

ونرمز للتدفق المغناطيسي بالرمز $\boldsymbol{\Phi}$ و واحدته (weber) حيث : $\overline{\boldsymbol{\Phi}} = \vec{\mathbf{B}}.\vec{\boldsymbol{S}}$

$$\boldsymbol{\Phi} = \mathbf{B}.\boldsymbol{S}\cos\boldsymbol{\alpha} \;:\; \boldsymbol{\alpha} = \left(\vec{\mathbf{B}},\vec{\mathbf{n}}\right)$$

من أجل $\mathbf{N}$ لفة $\boxed{\boldsymbol{\Phi} = \boldsymbol{NBS}\cos\boldsymbol{\alpha}}$

مناقشة الحقل المغناطيسي :

مناقشة الزاوية $\boldsymbol{\alpha}$: $\boldsymbol{\alpha} = \left(\vec{\mathbf{B}},\vec{\mathbf{n}}\right)$ حيث : $\cos\boldsymbol{\alpha}\ \epsilon[-1,+1]$

MY Way
طريقي
مع أنس أحمد

المسألة التانية (درس)

a. ملف دائري في مكبر صوت عدد لفاته **400 لفة**، ونصف قطره $2\ cm$ ، نطبق بين طرفيه فرقاً في الكمون $U = 10\ V$، فإذا علمت أن مقاومته 20Ω ، **احسب** شدة الحقل المغناطسي المتولد عند مركز الملف.

b. **نقطع التيار السابق** عن الملف، **احسب** التغير الحاصل في قيمة التدفق المغناطيسي الذي يجتازه الملف ذاته.

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

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

المسألة الخامسة (درس)

ملف دائري نصف قطره الوسطي $5\ cm$ يولد عند مركزه حقلاً مغناطيسياً، قيمته تساوي قيمة الحقل المغناطيسي الذي تولده وشيعة عند مركزها عندما يمر بهما التيار نفسه، فإذا علمت أن عدد لفات **100** لفة وطولها $20\ cm$، **احسب عدد لفات الملف الدائري. الأجوبة :** $N = 50$

المسألة 9 عامة

وشيعة طولها $40\ cm$ مؤلفة من **400 لفة** محورها أفقي عمودي على خط الزوال المغناطيسي الأرضي.

نضع في مركز الوشيعة إبرة بوصلة صغيرة ثم نمرر في الوشيعة تياراً كهربائياً متواصلاً شدته $16\ mA$، **المطلوب:**

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

الأجوبة : $(1)\ B = 2 \times 10^{-5} T$ طبقة $(2)\ n = 2$ $(3)\ \Phi = 2 \times 10^{-9}\ weber$

المسألة 10 عامة

ملف دائري نصف قطره الوسطي $40\ cm$ يتألف من **100 لفة** ، وضع في حقل مغناطيسي منتظم شدته $0.5\ T$ حيث خطوط الحقل عمودية على مستوي الملف، **المطلوب:**

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

الأجوبة :

$(1)\ \Phi = 8\pi\ web$

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

اختبر نفسي:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1. نمرر تيارً كهربائياً متواصلاً في ملف دائري، فيتولد عند مركزه حقل مغناطيسي شدته B، نضاعف عدد لفاته، ونجعل نصف قطر الملف الوسطي نصف ما كان عليه فتصبح شدة الحقل المغناطيسي عند مركزه،

a. B b. $2B$ c. $(4B)$ d. $0.5\ B$

توضيح الحل :

2. إن التدفق المغناطيسي الذي يجتاز دارة مستوية في الخلاء يكون مساوياً نصف قيمته العظمى عندما:

a. $\alpha = \frac{\pi}{2}\text{rad}$ b. $\alpha = \pi\ \text{rad}$ c. $\alpha = \frac{\pi}{6}\text{rad}$ d. $\left(\alpha = \frac{\pi}{3}\text{rad}\right)$

توضيح الحل :

3. إن شدة شعاع الحقل المغناطيسي في مركز وشيعة يتناسب طرداً مع:

a. مقاومة سلك الوشيعة. b. طول الوشيعة. c. (التوتر الكهربائي المطبق بين طرفي الوشيعة.) d. مساحة سطح مقطع الوشيعة

توضيح الحل :

4. نمرر تياراً كهربائياً متواصلاً في سلك مستقيم، فيتولد حقل مغناطيسي شدته B في نقطة تبعد d عن محور السلك، وفي نقطة ثانية تبعد $2d$ عن محور السلك، وبعد أن نجعل شدة التيار ربع ما كانت عليه تصبح شدة الحقل المغناطيسي:

a. $2B$ b. $4B$ c. $8B$ d. $\left(\frac{1}{8}\mathbf{B}\right)$

توضيح الحل :

5. نمرر تياراً كهربائياً متواصلاً في وشيعة عدد طبقاتها طبقة واحدة فيتولد في مركزها حقل مغناطيسي شدته B، نقسم الوشيعة إلى قسمين متساويين، فتصبح شدة الحقل المغناطيسي عند مركز كل قسم مع ثبات التوتر المطبق :

a. B b. $(2B)$ c. $\frac{B}{2}$ d. $\frac{B}{4}$

توضيح الحل : إن شدة الحقل المغناطيسي لتيار الوشيعة تُعطى بالعلاقة: $B = 4\pi \times 20^{-7}\ \frac{NI}{l}$ النسبة $\frac{N}{l}$ هي نسبة ثابتة

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يلي:

1. **تتقارب خطوط الحقل المغناطيسي عند قطبي المغناطيس.**
لأن شدة الحقل المغناطيسي عند قطبي المغناطيس تكون أكبر منها في النقاط الأبعد عن القطبين

2. **لا يمكن لخطوط الحقل المغناطيسي أن تتقاطع.**
نعلم أنه عند أي نقطة من خطوط أو منحنيات الحقل المغناطيسي B يكون شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ مماساً لتلك المنحنيات عند تلك النقطة ، فإذا تقاطع خطين من خطوط الحقل المغناطيسي فإن شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ يكون مماس كل من الخطين وهذا غير صحيح

3. **لا تولد الأجسام المشحونة الساكنة أي حقل مغناطيسي.**
لأن الأجسام المشحونة الساكنة لا تولد تيار كهربائي أي لا ينشأ مجال مغناطيسي عنها لأنها ساكنة لاتتحرك .

ثالثاً: ضع كلمة "صح" أمام العبارة الصحيحة، وكلمة "خطأ" أمام العبارة الخاطئة، ثم صححها فيما يأتي:

1. **لكل مغناطيس قطبان مغناطيسيان مختلفان في شدتهما. (خطأ)**
التصحيح : لكل مغناطيس قطبان مغناطيسيان **متساويان** في شدتهما

2. **خطوط الحقل المغناطيسي لا ترى بالعين المجردة. (صح)**

3. **تزداد شدة الحقل المغناطيسي لتيار كهربائي متواصل في سلك مستقيم كلما ابتعدنا عن السلك. (خطأ)**
التصحيح : تنقص شدة الحقل المغناطيسي لتيار كهربائي متواصل في سلك مستقيم كلما **ابتعدنا** عن السلك.
حسب علاقة شدة الحقل المغناطيسي لتيار مستقيم طويل تُعطى بالعلاقة: $B = 2 \times 10^{-7}\ \frac{I}{d}$ (B و d تناسب عكسي)

4. **تنقص شدة الحقل المغناطيسي في مركز وشيعة عدد طبقاتها طبقة واحدة إلى نصف شدته في حالة إنقاص عدد لفاتها إلى النصف. (خطأ)**
التصحيح : تزداد شدة الحقل المغناطيسي في مركز وشيعة عدد طبقاتها طبقة واحدة إلى **الضعف في حالة إنقاص عدد لفاتها إلى النصف**
التعليل : إن شدة الحقل المغناطيسي لتيار الوشيعة تُعطى بالعلاقة: $B = 4\pi \times 20^{-7}\ \frac{NI}{l}$ النسبة $\frac{N}{l}$ هي نسبة ثابتة
ولكن إنقاص عدد لفات الوشيعة إلى النصف يؤدي إلى إنقاص طول سلكها إلى النصف أي تنقص مقاومتها إلى النصف وبالتالي تزداد شدة التيار المار في الوشيعة إلى الضعف فتزداد شدة الحقل المغناطيسي إلى الضعف أيضاً ولكن في حال ثبات شدة التيار تبقى شدة الحقل نفسها

رابعاً: أجب عما يأتي: قد يأتي السؤال مشكلة علمية :

أضع إبرة مغناطيسية محورها شاقولي على طاولة أفقية لتستقر، أبين كيف يجب وضع السلك مستقيم أفقياً فوق البوصلة بحيث لا تنحرف الإبرة عند إمرار تيار كهربائي في السلك؟
لا تنحرف الإبرة عند إمرار تيار كهربائي في السلك إذا كان الحقل المغناطيسي المتولد عن ذلك التيار منطبقاً على استقامة الإبرة ولتحقيق ذلك : يجب وضع السلك عمودي على المستوي الحاوي للإبرة .