أ. محمد إدريس

① عرف المغناطيس ؟

هو جسم يجذب إليه الأجسام الحديدية وله قطبان شمالي وجنوبي

قطبان متماثلان (يتنافران)

قطبان مختلفان (يتجاذبان)

② عرف الحقل المغناطيسي (المجال المغناطيسي) ؟

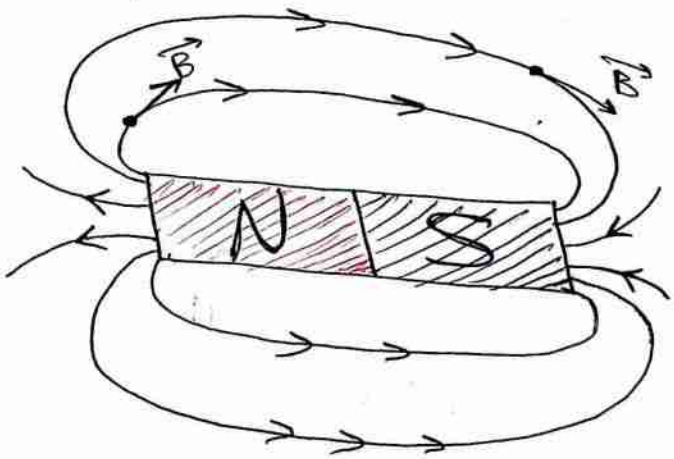
منطقة تحيط بالمغناطيس إذا وضعت فيها إبرة مغناطيسية فإنها تخضع لأفعال مغناطيسية

③ عرف خطوط الحقل المغناطيسي ؟

خطوط وهمية تمس في كل نقطة من نقاطها لشعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ وتتجه خارج المغناطيس من قطبه الشمالي N إلى الجنوبي S

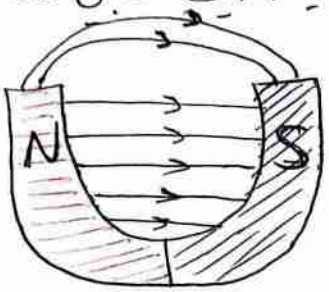
وتتجه داخل المغناطيس من قطبه الجنوبي S إلى الشمالي N

④ ارسم مغناطيس مستقيم ؟



⑤ متى يكون الحقل المغناطيسي منتظم وكيف نحصل عليه ؟

إذا كانت الشعاع حقله متسايرة نحصل عليه بين قطبي مغناطيس نفوذي



⑥ كيف يتم تحديد عناصر شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ وما عناصره ؟

باستخدام إبرة بوصلة موضوعة في نقطة

الحامل : محور واصل بين قطبي الإبرة

الجهة : من S إلى N

الشدة : تزداد بازدياد سرعة اهتزاز الإبرة وتقدر بـ التسلا T

⑦ a ماذا يحدث عند وضع مقعص حديد بين قطبي مغناطيس نفوذي مع التفسير ؟

b ماذا يستفاد من وضع القطعة ؟

c أكتب عامل النفاذية المغناطيسي وبماذا يتعلق ؟

وضح دلالات الرمز ؟

حل السؤال (٧)

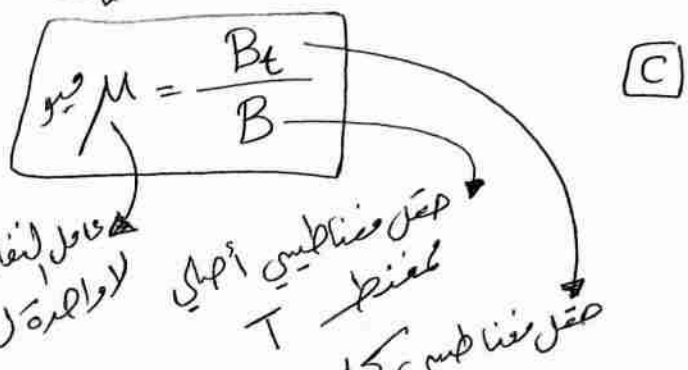
أ. محمد إدريس

a تكاثف خطوط الحقل المغناطيسي ضمن النواة الحديدية.

[لأنها تمغنط وتولد حقل مغناطيسي $\vec{B'}$ يضاف للحقل المغناطيسي الممغنط $\vec{B}$ فيتشكل حقل مغناطيسي كلي $\vec{B}_{total}$]

b زيادة شدة الحقل المغناطيسي

c



T

يتعلق عامل النفاذية بـ

- طبيعة المادة من حيث قابليتها للتمغنط
- شدة الحقل المغناطيسي الممغنط $\vec{B}$

(٨)

فسر لماذا تنشأ حقل مغناطيسي جديد عند وضع قطعة حديد؟

(لأن قابلية الحديد أشد إنفاذاً من الهواء لخطوط الحقل المغناطيسي)

(٩) علل نشوء المغناطيسية الأرضية؟

(الشحنات المتحركة في سوائل جوف الأرض التي تولد تيارات كهربائية داخل الأرض ينشأ عنها حقول مغناطيسية)

(١٠) عرف منطقة الزوال المغناطيسي؟

منطقة تكون بعيدة عن أي تأثير لمغناطيس

(١١) عرف خط الزوال المغناطيسي؟

هو الخط الذي تستقر عنده إبرة بوصلة دون تأثير مغناطيس

(١٢) عرف زاوية الإنحراف؟

هي الزاوية بين مستوى الإبرة ومحور الأرض الجغرافي وتكون بين $0°$ و $180°$

أو الزاوية بين الشمال المغناطيسي للإبرة والشمال الجغرافي للأرض وتستخدم لتصحيح المسار

(١٣) عرف زاوية الميل؟

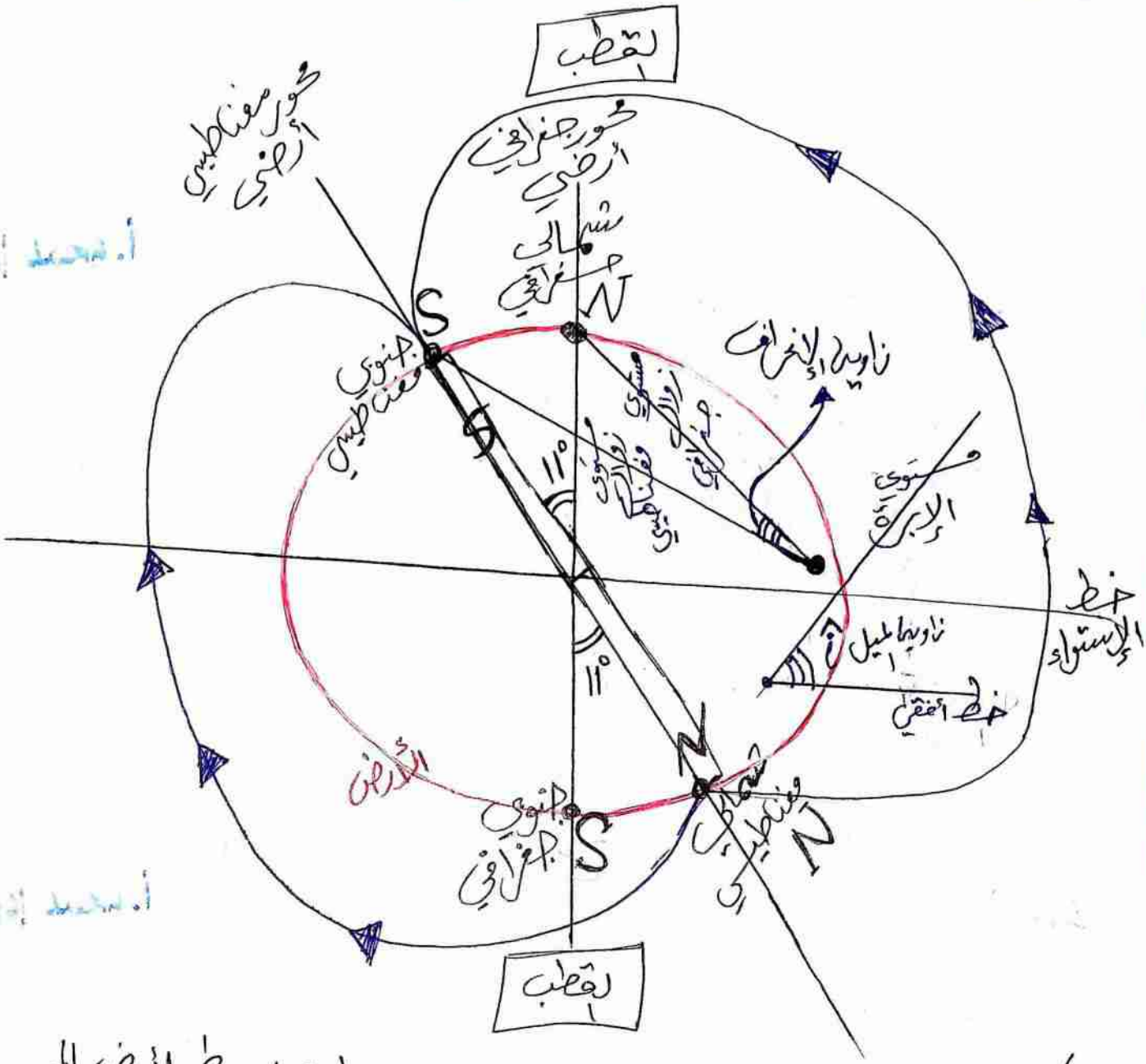
هي الزاوية بين مستوى الإبرة وخط الأفق وتكون بين $0°$ و $90°$

(١٤) ما هي الزاوية بين القطب الجغرافي والقطب المغناطيسي؟ وللسافنا؟

الزاوية $11°$

المسافة 1920 KM

أ. محمد إدريس



أ. محمد إدريس

✓ مستوي الزوال الجغرافي: مستوي محدد بنقطتين على سطح الأرض والمحور الجغرافي الأرضي

✓ مستوي الزوال المغناطيسي: مستوي محدد بنقطتين على سطح الأرض والمحور المغناطيسي الأرضي

✓ زاوية الإنحراف: زاوية بين مستوي زوال جغرافي ومستوي زوال مغناطيسي

✓ كيف يتم تعيين زاوية الإنحراف عملياً؟ عن طريق إبرة البوصلة محورها شاقولي تتحرك أفقياً ونستطيع قياس زاوية الإنحراف بها

✓ لماذا نستخدم زاوية الإنحراف؟ لتصحيح المسار

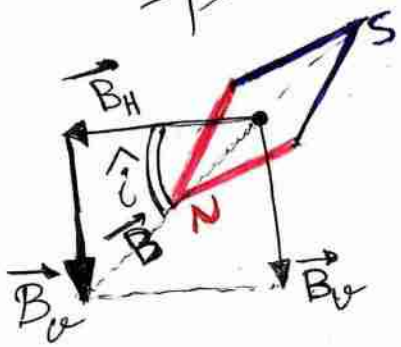
✓ علل إبرة البوصلة تشير دوماً للشمال الجغرافي؟
لأن القطب الشمالي للإبرة سوف ينجذب للقطب الجنوبي المغناطيسي الذي يقع بالقرب من الشمال الجغرافي

✓ زاوية الميل: زاوية محصورة بين خط الأفق ومستوى الإبرة
[إبرة شاقولية محورها أفقي تتحرك شاقولياً]

✓ ما هي زاوية الميل عند خط الإستواء؟ تساوي 0° أ. محمد إدريس

✓ ما هي زاوية الميل عند أحد القطبين؟ 90° قائمة

سؤال للحقل المغناطيسي الأرضي مركبتان ما هما مع الرسم؟

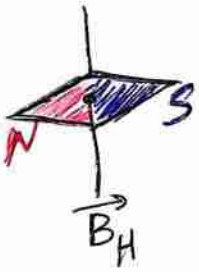


$\cos\hat{i} = \frac{\text{مجاور}}{\text{وتر}} = \frac{B_H}{B} \Rightarrow \boxed{B_H = B.\cos\hat{i}}$

$\sin\hat{i} = \frac{\text{مقابل}}{\text{وتر}} = \frac{B_v}{B} \Rightarrow \boxed{B_v = B.\sin\hat{i}}$

B_H مركبة أفقية
B_v مركبة شاقولية

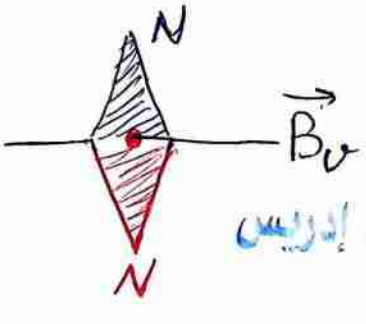
ملاحظة في جميع المسائل تُعلَّق الإبرة من محور شاقولي أي تأخذ منحى المركبة الأفقية فقط $\vec{B}_H$ ويمثل خط الزوال المغناطيسي



علل إبرة البوصلة تأخذ منحى المركبة الأفقية فقط؟
لأن محورها الشاقولي يمنعها من الميل

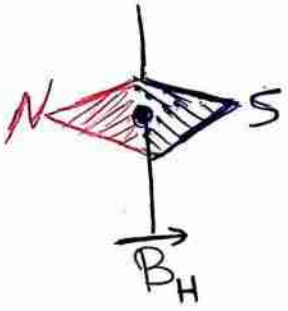
سؤال كيف يمكن تحديد عناصر مُتجه الحقل المغناطيسي الأرضي في نقطة ما؟
بواسطة زاويتي الميل والإنحراف

سؤال علل البوصلة ليست ثابتة؟ بسبب وجود زاوية الإنحراف بشكل موازي للمحور المغناطيسي الأرضي



ملاحظة

أ. محمد إدريس



أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

سؤال : سلك مستقيم نمرر تيار كهربائي I ونضع على بعد مناسب إبرة مغناطيسية

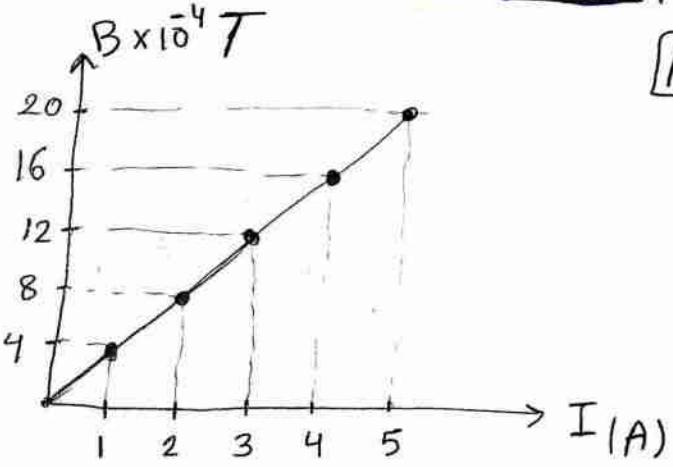
I	1	2	3	4	5
B	4×10^{-4}	8×10^{-4}	12×10^{-4}	16×10^{-4}	20×10^{-4}

A ارسم منحنى بياني لتغيرات B بدلالة I

B أحسب ميل الخط البياني وماذا تجد

C بماذا تتعلق قيمة الثابت K

A



B

$$\text{الميل} = \frac{y-y_0}{x-x_0} = \frac{\Delta B}{\Delta I}$$

$$= \frac{(16-12)\times10^{-4}}{4-3} = \frac{4\times10^{-4}}{1}$$

$$= \boxed{4\times10^{-4}}$$

$$\text{الميل} = \frac{\Delta B}{\Delta I} = \frac{(16-4)\times10^{-4}}{4-1}$$

$$= \frac{12\times10^{-4}}{3} = \boxed{4\times10^{-4}}$$

نجد أن الميل ثابت ويساوي

$$K = \frac{B}{I}$$

C

$$B = K \cdot I$$

① الطبيعة الهندسية للدارة وشكلها وموضع النقطة K'

② عامل النفاذية μ_0

وقيمته بالخلاء هي $\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}$ T.m.A^{-1}

ومنه

$$B = K \cdot I$$

$$B = 4\pi\times10^{-7} K' \cdot I$$

$$K = \mu_0 \cdot K'$$

$$B = K \cdot I$$

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

قانون أورستد

B تناسب طردي مع I

ملاحظة

يمثل شعاع الحقل المغناطيسي بسهم ويرمز له بالرمز $\vec{B}$

$\vec{B}$ لليمين

$\vec{B}$ لليسار

$\vec{B}$ للأعلى

$\vec{B}$ للأسفل

$\vec{B}\odot$ من الخلف للأمام

$\vec{B}\otimes$ من الأمام للخلف

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

سؤال: أكتب عناصر شعاع المجال المغناطيسي الناتج عن تيار مستقيم موضح بالرسم

نقطة التأثير: النقطة المدروسة التي تبعد مسافة عامودية عن محور السلك

الجهة: عملياً: عن طريق التجربة من S إلى N

نظرياً: عن طريق اليد اليمنى

يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع وتوجه باطن الكف نحو النقطة وسيشير الإبهام لجهة $\vec{B}$

الحامل: يعامد المستوي المحدد للتيار والنقطة المدروسة

الشدة:

$$B = K \cdot I$$

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

$$K' = \frac{1}{2\pi d}$$

$$K = \mu_0 \cdot K'$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$$

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{1}{2\pi d} \times I$$

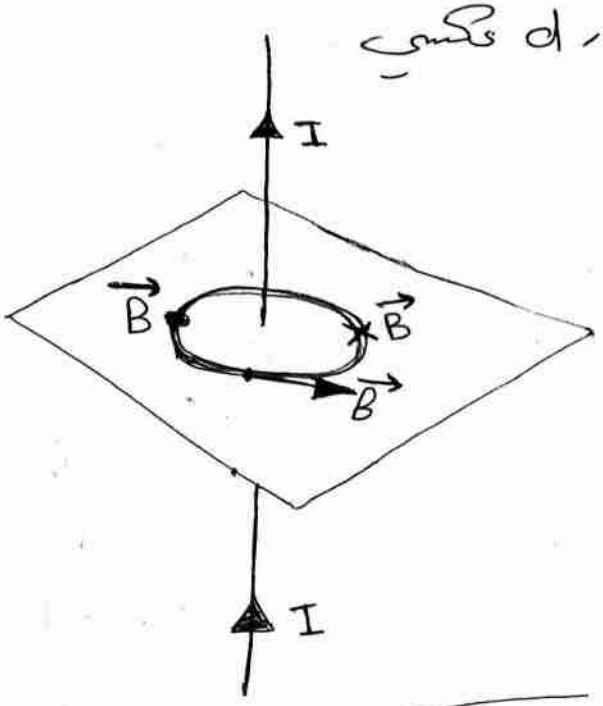
$$B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}$$

حلل

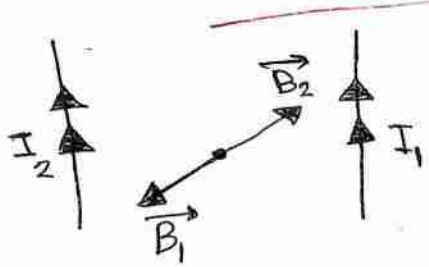
B، I طردي

B، d عكسي

الرسم



ملاحظة هامة

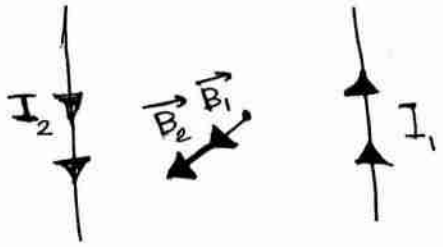


①

$$B = |B_1 - B_2|$$

$$B_1 = 2 \times 10^{-7} \frac{I_1}{d_1}$$

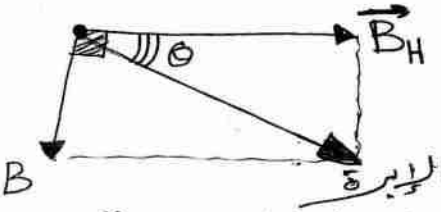
$B_1 = B_2$ عندما B تنعدم

② 

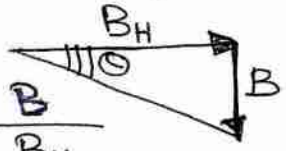
$$B = B_1 + B_2$$

$$B_2 = 2\times10^{-7}\frac{I_2}{d_2}$$

B لا ينعدم

③ 

لحساب زاوية انحراف إبرة بوصلة



$$\tan\theta = \frac{\text{مقابل}}{\text{مجاور}} = \frac{B}{B_H}$$

مسألة: ممر تيار متواصل $I=10A$ في سلك مستقيم موضوع أفقياً في مستوي زوال المغناطيسي الأرضي المار من مركز إبرة مغناطيسية صغيرة يمكن أن تدور حول محور أفقي شاقولي موضوعة تحت السلك على بعد 50 cm من محوره

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

⑤ أحسب قيمة زاوية انحراف الإبرة المغناطيسية باعتبار أن قيمة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $2\times10^{-5}T$

الحل

$I = 10A$

$d = 50\times10^{-2}m$

① $B = 2\times10^{-7}\frac{I}{d}$

$= 2\times10^{-7}\frac{10}{50\times10^{-2}}$

$= 2\times10^{-5}\frac{1}{5}$

$= 2\times10^{-5}\times0,2$

$B = 4\times10^{-6}T$

⑤ $B_H = 2\times10^{-5}T$

$\tan\theta = \frac{\text{مقابل}}{\text{مجاور}} = \frac{B}{B_H}$

$\tan\theta = \frac{4\times10^{-6}}{2\times10^{-5}} = 2\times10^{-1} = 0,2$

θ صغيرة $\begin{cases}\theta \leq 14^\circ \\ \theta \leq 0,24\ Rad\end{cases}$

$\theta \simeq \sin\theta$

$\theta \simeq \tan\theta \quad \theta \leq 0,24$

$\cos\theta = 1$

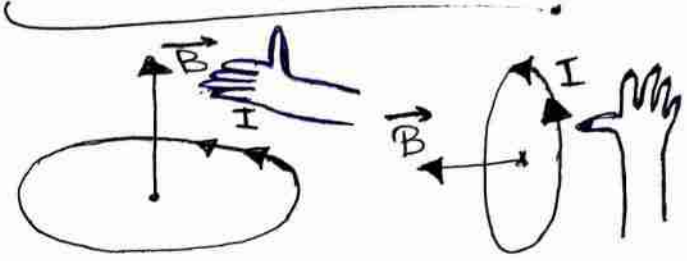
θ صغيرة و $0,2 \leq 0,24$

$\tan\theta \simeq \theta = 0,2\ Rad$

⑦

أ. محمد إدريس

سؤال: اكتب عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار دائري موضح بالرسم



نقطة التأثير: الإبرة المغناطيسية

الجهة عملياً: عن طريق التجربة
من S إلى N

نظرياً: بتطبيق قاعدة اليد اليمنى
(يدخل التيار منزاح الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع
باطن الكف نحو النقطة المدروسة (المركز) (الملف)
والإبهام تشير إلى الحقل المغناطيسي $\vec{B}$)

الحامل عمودي على مستوي الحدد بالملف

الشدة

$B = K \cdot I$

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

$B = \mu_0 \cdot \frac{N}{2r} \cdot I$

$B = 4\pi \times 10^{-7} \cdot \frac{N}{2r} \cdot I$

$K = \mu_0 \cdot K'$

$K' = \frac{N}{2r}$

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$

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

B, N طردي
B, I طردي
B, r عكسي

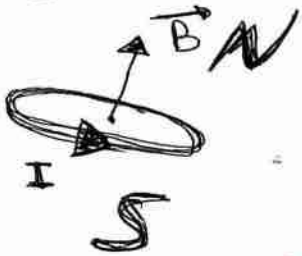
ملاحظة هامة

① جهة الحقل $\vec{B}$ من S إلى N

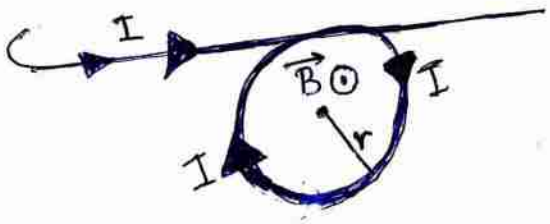
ⓒ التيار مع عقارب الساعة

ⓐ التيار عكس عقارب الساعة

ⓔ



مسألة: نمرر تيار $I = 6A$ في سلك مستقيم معزول ثم نلفّ جزءاً منه على شكل حلقة دائرية بلفّة واحدة نصف قطرها 3cm كما بالرسم موضح
أحسب شدة الحقل المغناطيسي المحصّل في مركز الحلقة ثم حدد بقيّة عناصره



أ. محمد إدريس

الحل ←

لفة واحدة $N = 1$ ، $I = 6A$

$r = 3 \times 10^{-2} m$

$$B_{\text{لف}} = 2\pi \times 10^{-7} \frac{N \cdot I}{r}$$

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

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

$$B_{\text{سلك}} = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}$$

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

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

الحلقتين بجهة واحدة

$$\Rightarrow B_{\text{كلي}} = B_{\text{سلك}} + B_{\text{لف}}$$

$$= 4 \times 10^{-5} + 4\pi \times 10^{-5}$$

$$= 10^{-5}(4 + 4\pi)$$

$$= 10^{-5}(4 + 12{,}5)$$

$$= 16{,}5 \times 10^{-5} \ T$$

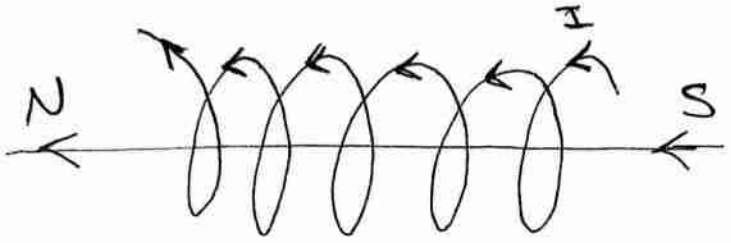
النقطة المدروسة : مركز الحلقة

الحامل : عمودي على المستوي المحدد بالحلقة

الجهة : حسب قاعدة اليد اليمنى

المنحنى $B_{total} = 16{,}5 \times 10^{-5} \ T$

سؤال : أكتب عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار كهربائي مار في وشيعة موضحاً ذلك بالرسم



نقطة التأثير : مركز الوشيعة

الجهة ← عملياً : من S إلى N

نظرياً : حسب قاعدة اليد اليمنى

(اليد اليمنى توازي الوشيعة بحيث يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع وتشير الإبهام بجهة $\vec{B}$)

الشدة :

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

$$K' = \frac{N}{L} \qquad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$$

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

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

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

ملاحظة هامة

✓ $\frac{N}{\ell}$ هي نسبة عدد اللفات في واحدة الطول ($\text{لفة} \cdot m^{-1}$)

✓ $N' = \frac{\ell}{2r'}$

- N': عدد اللفات بالطبقة
- ℓ: طول الوشيعة
- $2r'$: قطر سلك الوشيعة

✓ $\ell = N \times 2\pi r$

- ℓ: طول سلك الوشيعة
- N: عدد اللفات الكلي
- r: نصف قطر اللفة

✓ $\text{عدد الطبقات} = \frac{N}{N'}$

- عدد الطبقات
- N: عدد اللفات الكلي
- N': عدد اللفات بالطبقة

سؤال عرف شعاع السطح ؟

هو شعاع محمول على الناظم وهو بجهة إبهام اليد اليمنى حيث الأصابع مع التيار

$$\vec{S} = S \cdot \vec{n}$$

✓ شعاع ينتج عن سطح بعد تزويده بعدد حقيقي ثابت نقول عن $\vec{n}$ و $\vec{S}$ مرتبطين خطيا

أي أنهما على حامل واحد

$S > 0$ فهما بجهة واحدة

$S < 0$ فهما بجهتين متعاكستان

سؤال أكتب عبارة شعاع السطح الكلي

الحل

نقطة التأثير: النقطة المدروسة

الكامل: بجهة الناظم

الشدة: $\vec{S} = S \cdot \vec{n}$

حيث

مربع $\Rightarrow S = L^2$

مستطيل $\Rightarrow S = L \times l$

دائرة $\Rightarrow S = \pi \cdot r^2$

سؤال عرف التدفق المغناطيسي وما المقصود بأنه مقدار جبري

الحل

هو اجتياز خطوط الحقل المغناطيسي لسطح دارة كهربائية مستوية ما

$$\overline{\phi} = \vec{B} \cdot \vec{S}$$

$$\overline{\phi} = B \cdot S \cdot \cos\alpha$$

(α زاوية بين $\vec{B}$ و $\vec{S}$)

ومن أجل N لفة

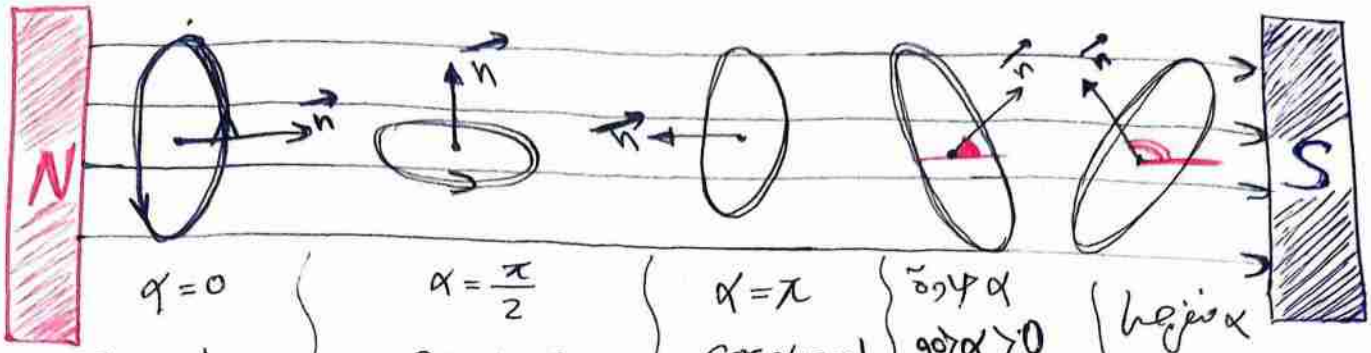
$$\overline{\phi} = N \cdot B \cdot S \cdot \cos\alpha$$

$$\boxed{\overline{\phi} = N \cdot S \cdot B \cdot \cos\alpha}$$

واحدة التدفق Weber W

التدفق مقدار جبري موجب أو سالب أو معدوم

أ. محمد إدريس



$\alpha = 0$	$\alpha = \frac{\pi}{2}$	$\alpha = \pi$	α حادة	α منفرجة
$\cos\alpha = 1$	$\cos\alpha = 0$	$\cos\alpha = -1$	$90 > \alpha > 0$	$\cos\alpha < 0$
التدفق Φ أعظمي	التدفق Φ معدوم	التدفق Φ أصغري	$\cos\alpha > 0$	التدفق سالب
$\vec{n} \parallel \vec{B}$	$\vec{n} \perp \vec{B}$	$\vec{B}$ مستوي الدارة	$\Phi > 0$	$\Phi < 0$
$\vec{B}$ تدخل من S وتخرج من N	$\vec{B} \parallel$ مستوي الدارة		التدفق موجب	
$\vec{B} \perp$ مستوي الدارة				

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

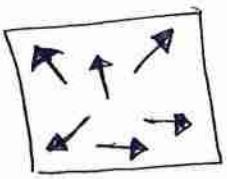
ماهي قاعدة التدفقة الأعظمي ؟ إذا أثر حقل مغناطيسي على دارة مغلقة بحيث تكون خطوط الحقل تجتاز الدارة من وجهها الجنوبي إلى وجهها الشمالي نقول أن التدفقة أعظمي والتوازن مستقر

سؤال علل المغناطيسية ؟ وما دور الحقل المغناطيسي في تمغنط قطعة حديد ؟

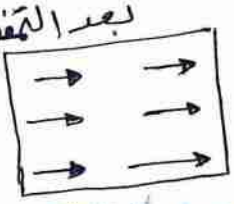
الحل
- دوران الإلكترون حول النواة
- دوران الإلكترون حول نفسه
- حركة الشحنات داخل النواة

وتكون محصلة الخاصتين المغناطيسية معدومة ودور الحقل المغناطيسي توجيه ثنائيات الأقطاب وجعلها غير معدومة

قبل التمغنط



بعد التمغنط



أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

تعلَّمتُ

- مفهومُ الحقلِ المغناطيسيّ: نقولُ عن منطقةٍ من الفراغ أنّه يسودُها حقلٌ مغناطيسيٌّ عندما نضعُ في نقطةٍ منها إبرةً مغناطيسيّةً، فتتوجّهُ باتّجاهٍ ومنحىً معيّنين.
- يكونُ الحقلُ المغناطيسيُّ منتظماً إذا كانت خطوطُ الحقلِ مستقيماتٍ متسايرةً وفي الجهةِ نفسِها.
- خطُّ الحقلِ المغناطيسيِّ هو خطٌّ وهميٌّ يَمَسُّ في كلِّ نقطةٍ من نقاطِه شعاعُ الحقلِ المغناطيسيِّ في تلك النقطة.
- شدّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ لتيّارٍ مستقيمٍ طويلٍ تُعطى بالعلاقة: $B=2\times10^{-7}\frac{I}{d}$
- شدّةُ الحقلِ المغناطيسيّ لتيّارٍ دائريٍّ تُعطى بالعلاقة: $B=2\pi\times10^{-7}\frac{NI}{r}$
- شدّةُ الحقلِ المغناطيسيّ لتيّارٍ حلزونيٍّ تُعطى بالعلاقة: $B=4\pi\times10^{-7}\frac{NI}{l}$
- التدفّقُ المغناطيسيُّ: هو الجداءُ السُّلَّميُّ لشعاعِ الحقلِ المغناطيسيِّ في شعاعِ السّطح.

$$\overline{\Phi}=\overrightarrow{B}.\overrightarrow{S}$$

$$\overline{\Phi}=BS\cos\alpha$$

- حيثُ α: هي الزاويةُ بينَ شعاعِ الحقلِ المغناطيسيِّ وشعاعِ الناظمِ على السطح.

أختبر نفسي

$B=2\pi.10^{-7}.\frac{NI}{r}\Rightarrow B'=2\pi.10^{-7}.\frac{2N.I}{\frac{r}{2}}\Rightarrow B'=4.2\pi.10^{-7}\frac{NI}{r}\Rightarrow B'=4B$

أولا: اختر الإجابةَ الصحيحةَ لكلٍّ ممّا يأتي:

1. نمرّرُ تيّاراً كهربائيّاً متواصلاً في ملفٍّ دائريٍّ، فيتولّدُ عندَ مركزِهِ حقلٌ مغناطيسيٌّ شدّتُه B، نضاعفُ عددَ لفّاتِه، ونجعلُ نصفَ قطرِ الملفِّ الوسطيِّ نصفَ ما كانَ عليهِ فتصبحُ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ عندَ مركزِه:

a. B **b.** $2B$ **c.** $4B$ **d.** $0.5B$

$\Phi=\frac{1}{2}\Phi_{max}\Rightarrow NSB\cos\alpha=\frac{1}{2}NSB\cos0\Rightarrow\cos\alpha=\frac{1}{2}\Rightarrow\cos\frac{1}{2}=\frac{\pi}{3}$

2. إنّ التدفّقَ المغناطيسيَّ الذي يجتازُ دارةً مُستويةً في الخلاءِ يكونُ مساوياً نصفَ قيمتِهِ العُظمى عندما:

a. $\alpha=\frac{\pi}{2}$ rad **b.** $\alpha=\pi$ rad **c.** $\alpha=\frac{\pi}{6}$ rad **d.** $\alpha=\frac{\pi}{3}$ rad

3. إنّ شدّةَ شعاعِ الحقلِ المغناطيسيِّ في مركزِ وشيعةٍ يتناسبُ طرداً مع:

a. مقاومةِ سلكِ الوشيعةِ **b.** طولِ الوشيعةِ

c. التوتّرِ الكهربائيِّ المطبّقِ بينَ طرفَي الوشيعةِ **d.** مساحةِ سطحِ مقطعِ الوشيعة

$B = 2\cdot10^{-7}\frac{I}{d}$ ، $B' = 2\cdot10^{-7}\frac{\frac{1}{4}I}{2d}$ $\Rightarrow$ $B' = \frac{1}{8}\cdot 2\cdot10^{-7}\frac{I}{d}$ $\Rightarrow$ $B' = \frac{1}{8}B$

4. نمرّرُ تياراً كهربائياً متواصلاً في سلكٍ مستقيمٍ، فيتولّدُ حقلٌ مغناطيسيٌّ شدّتُهُ B في نقطةٍ تبعدُ d عن محورِ السلكِ، وفي نقطةٍ ثانيةٍ تبعدُ $2d$ عن محورِ السلكِ، وبعدَ أنْ نجعلَ شدّةَ التيّارِ رُبعَ ما كانت عليه تصبحُ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيّ:

a. $2B$ b. $4B$ c. $8B$ d. $\frac{1}{8}B$

5. نمرّرُ تياراً كهربائياً متواصلاً في وشيعةٍ عددُ طبقاتِها طبقةٌ واحدةٌ فيتولّدُ في مركزِها حقلٌ مغناطيسيٌّ شدّتُهُ B، نقسمُ الوشيعةَ إلى قسمَين متساويَين، فتصبحُ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيّ عندَ مركزِ الوشيعةِ:

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

$N \div 2$ $\Rightarrow B' = 2B$
$l \div 2$

ثانياً: أعطِ تفسيراً علمياً لكلٍّ ممّا يلي:

1. تتقاربُ خطوطُ الحقلِ المغناطيسيّ عند قطبَي المغناطيس. لأن شدة الحقل المغناطيسي عند القطبين أكبر منها في باقي المغناطيس.
2. لا يمكنُ لخطوطِ الحقلِ المغناطيسيّ أنْ تتقاطعَ. لأنها تعبر في كل نقطة من نقاطها اتجاه الحقل فلو تقاطع خطين يكون لـ $\vec{B}$ قيمتين واتجاهين
3. لا تولّدُ الأجسامُ المشحونةُ الساكنةُ أيَّ حقلٍ مغناطيسيّ. لأن الشحنات الساكنة لا تولد تياراً كهربائياً.

ثالثاً: ضعْ كلمةَ "صح" أمامَ العبارةِ الصحيحةِ، وكلمةَ "خطأ" أمامَ العبارةِ الخاطئةِ، ثمّ صحّحْها فيما يأتي:

1. لكلّ مغناطيسٍ قطبانِ مغناطيسيّان مختلفان في شدّتهما. خطأ (متساويان)
2. خطوطُ الحقلِ المغناطيسيّ لا تُرى بالعين المجرّدة. صح
3. تزدادُ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيّ لتيّارٍ كهربائيٍّ متواصلٍ في سلكٍ مستقيمٍ كلّما ابتعدنا عن السلك. خطأ (تنقص)
4. تنقصُ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيّ في مركزِ وشيعةٍ عددُ طبقاتِها طبقةٌ واحدةٌ إلى نصفِ شدّتِهِ في حالةِ إنقاصِ عددِ لفّاتِها إلى النصف. خطأ (تزداد)

رابعاً: أجبْ عمّا يأتي:

أضعُ إبرةً مغناطيسيّةً محورُها شاقوليٌّ على طاولةٍ أفقيّةٍ لتستقرَّ، أبيّنُ كيفَ يجبُ وضعُ سلكٍ مستقيمٍ أفقيّاً فوقَ البوصلةِ بحيثُ لا تنحرفُ الأبرةُ عندَ إمرارِ تيّارٍ كهربائيٍّ في السلك؟

يجب أن يكون الحقل المغناطيسي المتولد من التيار منطبقاً على استقامة الإبرة أي وضع السلك عمودي على المستوي الذي يحوي الإبرة

خامساً: حُلَّ المسائلَ الآتيةَ:

المسألةُ الأولى:

نضعُ في مُستوي الزّوالِ المغناطيسيِّ الأرضيِّ سلكين طويلين متوازيين بحيثُ يبعدُ منتصفاهما (c_1, c_2) عن بعضِهما البعضِ مسافةَ $d = 40\,cm$، ونضعُ إبرةَ بوصلةٍ صغيرةٍ في النقطةِ c منتصفَ المسافةِ (c_1, c_2). نمرّرُ في السّلكِ الأوّلِ تيّاراً كهربائيّاً شدّتُهُ $I_1 = 3A$، وفي السّلكِ الثاني تيّاراً كهربائيّاً شدّتُهُ $I_2 = 1A$، وبجهةٍ واحدةٍ.

المطلوب:

1. حسابُ شدّةِ الحقلِ المغناطيسيِّ المتولّدِ عن التيّارين في النقطةِ c موضّحاً ذلك بالرسم.
2. حسابُ الزاويةِ التي تنحرفُ فيها إبرةُ البوصلةِ عن منحاها الأصليّ بفرضِ أنّ قيمةَ المركبةِ الأفقيّةِ للحقلِ المغناطيسيِّ الأرضيِّ $B_H = 2\times10^{-5}T$

3. حدّدِ النقطةَ الواقعةَ بينَ السلكَينِ التي تنعدمُ فيها شدّةُ محصّلة الحقلَين.
4. هل يمكنُ أنْ تنعدمَ شدّةُ محصّلةِ الحقلين في نقطةٍ واقعةٍ خارجَ السلكين؟ وضّح أجابتك.

المسألة الثانية:

a. ملفٌّ دائريٌّ في مكبّرِ صوتٍ، عددُ لفّاتِه 400 لفّة، ونصفُ قطره 2 cm، نطبّقُ بينَ طرفَيه فرقاً في الكمون $U = 10V$، فإذا علمتَ أنّ مقاومتَه 20Ω، احسبْ شدّةَ الحقلِ المغناطيسيّ المتولّدِ عندَ مركز الملفّ.

b. نقطعُ التيّارَ السابقَ عن الملفّ، احسبِ التغيّرَ الحاصلَ في قيمةِ التدفّقِ المغناطيسيّ الذي يجتازُ الملفّ ذاته

المسألة الثالثة:

نضعُ سلكين شاقوليّين متوازيَين بحيثُ يبعدُ منتصفاهما M_2, M_1 أحدُهما عن الآخر 4 cm، نمرّرُ في السلك الأوّل تيّاراً كهربائيّاً شدّتُه I_1 ونمرّرُ في السلك الثاني تيّاراً كهربائيّاً شدّتُه وباتّجاهين متعاكسين، فتكونُ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيّ المحصّلِ لحقلَي التيّارين $4\times10^{-7}T$ عند النقطة M منتصفَ المسافة بينَ M_2, M_1. وعندما يكونُ التيّاران بجهةٍ واحدةٍ تكونُ شدّةُ الحقل المغناطيسيّ المحصّلِ عند M هي $2\times10^{-7}T$ فإذا كان $I_1 > I_2$ احسبْ كلّاً من I_2, I_1.

المسألة الرابعة:

نضعُ ملفّين دائريّين لهما المركزُ ذاتُه في مستوٍ شاقوليٍّ واحدٍ، عددُ لفّاتِ كلٍّ منهما 200 لفّة، نصفُ قطر الأوّلِ 10 cm، والثاني نصفُ قطره 4 cm، نمرّرُ في الملفّ الأوّل تيّاراً كهربائيّاً شدّتُه 8 A بعكس جهةِ دوران عقارب الساعة؟، المطلوبُ: حدّدْ جهةَ التيّارِ الواجبِ إمرارُهُ في الملفّ الثاني وشدّتَهُ؛ لتكونَ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيّ المحصّلِ عندَ المركزِ المُشترَك للملفّين:

1. $5\times10^{-2}T$ أمامَ مُستوي الرّسم
2. $3\times10^{-2}T$ خلفَ مُستوي الرّسم،
3. معدومةً.

المسألة الخامسة:

ملفٌّ دائريٌّ نصفُ قطرِه الوسطيّ 5 cm يولّدُ عندَ مركزِهِ حقلاً مغناطيسيّاً، قيمتُهُ تساوي قيمة الحقل المغناطيسيّ الذي تولّدُهُ وشيعةٌ عندَ مركزِها عندما يمرُّ بهما التيّارُ نفسُهُ، فإذا علمتَ أنّ عددَ لفّاتِ الوشيعة 100 لفّة وطولَها 20 cm، احسبْ عددَ لفّاتِ الملفّ الدائريّ.

حل الاختبار نفسي المغناطيسي

أولاً ① $N' = 2N$ ، $r' = \frac{r}{2}$

$$B' = 2\pi \times 10^{-7} \frac{N' \cdot I}{r'} = 2\pi \times 10^{-7} \frac{2N \times I}{\frac{r}{2}}$$

$$B' = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N \cdot I}{\frac{r}{2}}$$

$$B' = 8\pi \times 10^{-7} \frac{N \cdot I}{r} = \left(2\pi \times 10^{-7} \frac{N \cdot I}{r}\right) \times 4$$

$= 4B$

أ. محمد إدريس

② الشرق أغلق $\cos\theta = +1 \Rightarrow \theta = 0$

الغرب " $\cos\theta = -1 \Rightarrow \theta = \pi$

شمال شرق " $\cos\theta = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta = \frac{\pi}{3}$

③ التأثير المتبادل بين ملفين لولبيين

④

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

$$= 2 \times 10^{-7} \frac{\frac{1}{4} I}{2d}$$

$$= 2 \times 10^{-7} \frac{1 \cdot I}{8 \cdot d}$$

$$= \frac{1}{8}\left(2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}\right)$$

$B' = \frac{1}{8} B$

أ. محمد إدريس

⑤ نقسم الطول $\frac{L}{2}$ ، $\frac{N}{2}$

نقص الطول ← تقلت المقاومة

I يزداد ← $2I$

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\frac{N}{2} \times 2I}{\frac{L}{2}}$$

$$= 2\left(4\pi \times 10^{-7} \frac{N \cdot I}{L}\right)$$

$= 2B$

ثانياً: ① لأن شدة الحقل المغناطيسي عند قطبي المغناطيس تكون أكبر منه في باقي النقاط

② لأنه تمس في كل نقطة من نقاط الشعاع الحقل فلو تقاطع خطين يكون لـ $\vec{B}$ قيمتين وهذا غير مسموح

③ لأن الثعبان الساكنة لا تولد تيار كهربائي

ثالثاً: ① X متساويان

② ✓

③ X تنقص

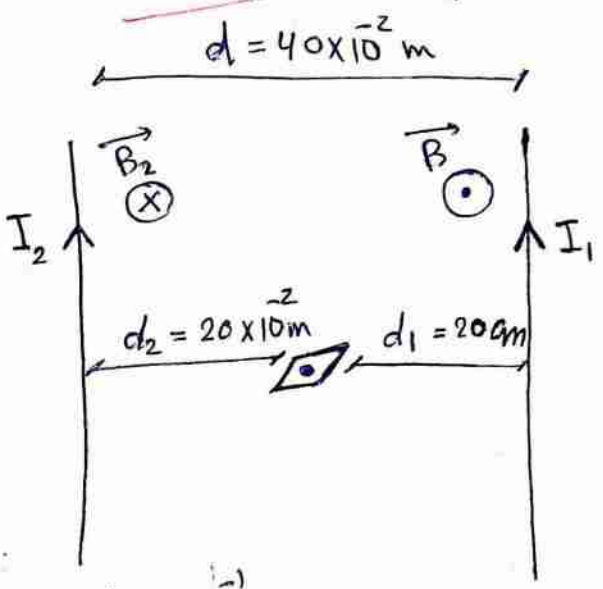
④ X تزداد أ. محمد إدريس

رابعاً: لانحراف الإبرة عند إمرار تيار في السلك

إذا كان الحقل المغناطيسي المتولد عن ذلك التيار منطبقاً على استقامة الإبرة

ولتحقيق ذلك: يجب وضع السلك عمودي على المستوي الحاوي للإبرة

خامساً: المسألة 1 درس



$d = 4\times10^{-1}\ m$ — $I_1 = 3\ A$

$d_2 = 2\times10^{-1}\ m$ — $I_2 = 1\ A$

$d_1 = 2\times10^{-1}\ m$

(1) $\vec{B_1}$, $\vec{B_2}$ على حامل واحد وبجهتين متعاكستين ← نحسب شدة كل منهما ثم نحسب محصلتهما

$d_1 = d_2$

$$B = B_1 - B_2$$

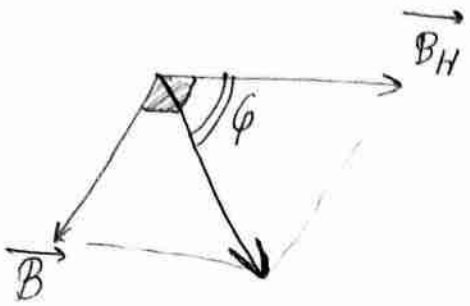
$$= 2\times10^{-7}\frac{I_1}{d_1} - 2\times10^{-7}\frac{I_2}{d_2}$$

$$= \frac{2\times10^{-7}}{d_1}\left(I_1 - I_2\right)$$

$$B = \frac{2\times10^{-7}}{2\times10^{-1}}\left(3-1\right)$$

$$= 10^{-6}\times 2\ T$$

(2)



$$\tan\varphi = \frac{\text{مقابل}}{\text{مجاور}} = \frac{B}{B_H} = \frac{2\times10^{-6}}{2\times10^{-5}}$$

$$\tan\varphi = 10^{-1} = 0{,}1$$

زاوية صغيرة $0{,}1 < 0{,}24\ rad$

$$\Rightarrow \tan\varphi \simeq \varphi$$

$$\Rightarrow \varphi = 0{,}1\ rad$$

(3)

جعل $B = 0$

$$B_1 - B_2 = 0$$

$$B_1 = B_2$$

$$2\times10^{-7}\frac{I_1}{d_1} = 2\times10^{-7}\frac{I_2}{d_2}$$

$$\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2} \qquad \boxed{d_2 = d - d_1}$$

$$\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d - d_1}$$

عملك طرفين بوسطين

$$d_1 \cdot I_2 = I_1 \cdot d - I_1 \cdot d_1$$

$$d_1 \cdot I_2 + I_1 \cdot d_1 = I_1 \cdot d$$

$$d_1\left(I_2 + I_1\right) = I_1 \cdot d$$

$$d_1 = \frac{I_1 \times d}{I_2 + I_1}$$

$$= \frac{3 \times 4 \times 10^{-1}}{4}$$

$$= 3 \times 10^{-1}\ m$$

(4) لا

لأن الحقلين الناجمين عن السلكين لهما عامل واحد وجهة واحدة

المسألة ② درس:

$N = 400$ لفة

$r = 20cm = 2 \times 10^{-2}\ m$

$U = 10V$

$R = 20\ \Omega$

$U = R \cdot I \Rightarrow I = \frac{U}{R}$ [a]

$$I = \frac{10}{20} = \frac{1}{2} A$$

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

$$= 2\pi \times 10^{-7} \frac{400 \times \frac{1}{2}}{2 \times 10^{-2}}$$

$$= \pi \times 10^{-5} \times 200$$

$$= 2\pi \times 10^{-3}\ T$$

$I_2 = 0 \Rightarrow B_2 = 0$ [b]

$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$

$= N \cdot S \cdot B_2 \cdot \cos\alpha_2 - N \cdot S \cdot B_1 \cdot \cos\alpha$

$\alpha_2 = 0$

$= 0 - 400 \times 4\pi \times 10^{-4} \times 2\pi \times 10^{-3} \cdot \cos 0$

$= -400 \times 80 \times 10^{-7}$

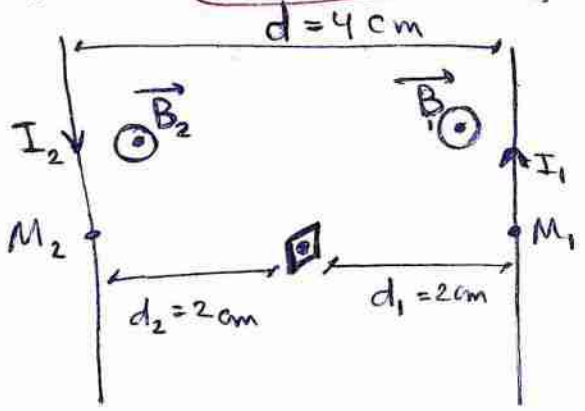
$= -32 \times 10^{-4}$ weber

$S = \pi R^2$

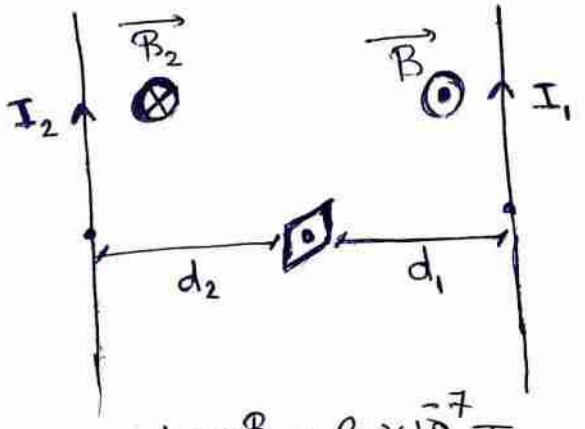
$= \pi \cdot 4 \cdot 10^{-4}$

$= 4\pi \times 10^{-4}$

المسألة ③ درس:



$B = 4 \times 10^{-7}\ T$



$B = 2 \times 10^{-7}\ T$

أ. محمد إدريس

من الرسم الأول $\vec{B_2}, \vec{B_1}$ متوازيان ومتجهان في نفس الاتجاه:

$$B = B_1 + B_2$$

$$4\times10^{-7} = 2\times10^{-7}\frac{I_1}{d_1} + 2\times10^{-7}\frac{I_2}{d_2}$$

$$4\times10^{-7} = \frac{2\times10^{-7}}{d_1}(I_1 + I_2)$$

$$2 = \frac{1}{d_1}(I_1 + I_2) \qquad d_1 = d_2$$

$$2\cdot d_1 = I_1 + I_2$$

$$\boxed{4\times10^{-2} = I_1 + I_2} \quad \text{---} ①$$

من الرسم الثاني $\vec{B_2}, \vec{B_1}$ متعاكسين

$$B = B_1 - B_2$$

$$2\times10^{-7} = 2\times10^{-7}\frac{I_1}{d_1} - 2\times10^{-7}\frac{I_2}{d_2}$$

$$2\times10^{-7} = \frac{2\times10^{-7}}{d_1}(I_1 - I_2)$$

$$1 = \frac{1}{d_1}(I_1 - I_2)$$

$$d_1 = I_1 - I_2$$

$$\boxed{2\times10^{-7} = I_1 - I_2} \quad \text{---} ②$$

أ. محمد إدريس

نطرح ② من ①

$$4\times10^{-7} + 2\times10^{-7} = 2I_1$$

$$10^{-7}(4+2) = 2I_1$$

$$6\times10^{-7} = 2I_1$$

$$\boxed{3\times10^{-7} = I_1}\ A$$

نعوض في الثانية

$$2\times10^{-7} = I_1 - I_2$$

$$I_2 = I_1 - 2\times10^{-7}$$

$$I_2 = 3\times10^{-7} - 2\times10^{-7}$$

$$I_2 = 10^{-7}(3-2)$$

$$\boxed{I_2 = 1\times10^{-7}}\ A$$

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

المسألة 4 درس

$I_2 = ?$

$N_1 = 200$ لفة

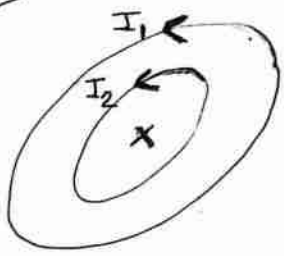
$N_2 = 200$ لفة

$r_1 = 10 \times 10^{-2} = 10^{-1}$ m

$r_2 = 4 \times 10^{-2}$ m

$I_1 = 8A$ عكس عقارب الساعة (×)

① $B_{محصل} = 5 \times 10^{-2}$ T أمام مستوى الرسم



حتى يكون الحقل المحصل أمام المستوى
نمرر تيار I_2 بنفس جهة I_1

$$B_1 = 2\pi \times 10^{-7} \frac{N_1 \times I_1}{r_1}$$

$$= 2\pi \times 10^{-7} \frac{200 \times 8}{10^{-1}}$$

$$= 2\pi \times 10^{-6} \times 1600$$

$$= 32\pi \times 10^{-4}$$

$$= 100 \times 10^{-4}$$

$$= 10^{-2}\ T$$

$4\pi = 12,5$

$32\pi = 100$

$B_{محصل} = B_1 + B_2$

$B_2 = B_{محصل} - B_1$

$B_2 = 5 \times 10^{-2} - 10^{-2}$

$= 10^{-2}(5-1)$

$= 4 \times 10^{-2}$ T

$$B_2 = 2\pi \times 10^{-7} \frac{N_2 \cdot I_2}{r_2}$$

$$4 \times 10^{-2} = 2\pi \times 10^{-7} \frac{200 \times I_2}{4 \times 10^{-2}}$$

$$4 = \pi \times 10^{-5} \frac{100 \times I_2}{10^{-2}}$$

$$4 = \pi \times 10^{-3} \times 100\, I_2$$

$$4 = \pi \times 10^{-1} I_2$$

$$I_2 = \frac{4}{\pi \times 10^{-1}} = \frac{40}{\pi}\ A$$

② $B_{محصل} = 3 \times 10^{-2}$ T خلف مستوى الرسم

في نفس جهة عقارب الساعة مع I_2

$B_{محصل} = B_2 - B_1$

$\Rightarrow B_2 = B + B_1$

$B_2 = 3 \times 10^{-2} + 1 \times 10^{-2}$

$B_2 = 4 \times 10^{-2}$ T

المسألة 5 درس

أ. محمد إدريس

$r = 5 \times 10^{-2}\ m$

$B_{ملف} = B_{حلزوني}$

$I_{ملف} = I_{حلزوني}$

لدينا $N_{حلزوني} = 100$

طول الحلزونية $\ell = 20 \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-1}\ m$

$B_{ملف} = B_{حلزوني}$

$$2\pi \times 10^{-7} \frac{N \cdot I}{r} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N \cdot I}{\ell}$$

$$2 \cdot \frac{N}{r} = 4 \frac{N}{\ell}$$

$$2 \frac{N}{5 \times 10^{-2}} = 4 \cdot \frac{100}{2 \times 10^{-1}}$$

$$\frac{N}{5 \times 10^{-2}} = \frac{200}{2 \times 10^{-1}}$$

$$N = \frac{200 \times 5 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-1}}$$

$$= \frac{5}{10^{-1}} = 50$$ لفة

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

$$B_2 = 2\pi \times 10^{-7} \frac{N_2 \cdot I_2}{r_2}$$

$$4 \times 10^{-7} = 2\pi \times 10^{-7} \frac{200 \times I_2}{4 \times 10^{-2}}$$

$$4 = \pi \times 10^{-5} \frac{100 \times I_2}{10^{-2}}$$

$$4 = \pi \times 10^{-3} \times 100\, I_2$$

$$4 = \pi \times 10^{-1}\, I_2$$

$$I_2 = \frac{4}{\pi \times 10^{-1}} = \frac{40}{\pi}\ A$$

(3) لكي $B = 0$

I_2 يجب أن يكون في الاتجاه

بحيث $\overrightarrow{B_2}$ و $\overrightarrow{B_1}$ متعاكسين

$$B = B_1 - B_2$$

$$0 = B_1 - B_2$$

$$B_2 = B_1$$

$$2\pi \times 10^{-7} \frac{N_2 \cdot I_2}{r_2} = 2\pi \times 10^{-7} \frac{N_1 \cdot I_1}{r_1}$$

$$\frac{I_2}{r_2} = \frac{I_1}{r_1}$$

$$\frac{I_2}{4 \times 10^{-2}} = \frac{8}{10^{-1}}$$

$$I_2 = \frac{8 \times 4 \times 10^{-2}}{10^{-1}} = 32 \times 10^{-1}\ A$$

أ. محمد إدريس

المسألة (10): عائقة مغناطيسية

وشيعة طولها 40 cm، مؤلّفة من 400 لفّة، محورها الأفقيّ يعامد خطّ الزوال المغناطيسيّ، نضع في مركزها إبرة بوصلة صغيرة، ثمّ نمرّر في الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً متواصلاً شدّته 16 mA.

المطلوب:

1. احسب شدّة الحقل المغناطيسيّ المتولّد في مركز الوشيعة.
2. إذا أجرينا اللفّ بالجهة نفسها على أسطوانةٍ فارغةٍ من مادّة عازلةٍ باستخدام سلك معزول قطره 2 mm بلفّات متلاصقة، احسب عدد طبقات الوشيعة.
3. نضع داخل الوشيعة في مركزها حلقةً دائريّةً مساحتها 2cm^2 بحيث يصنع النّاظم على سطح الحلقة مع محور الوشيعة زاوية 60°.
   احسب التدفّق المغناطيسيّ عبر الحلقة الناتج عن تيار الوشيعة.

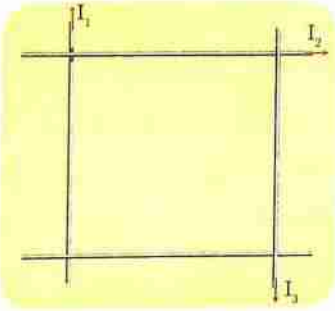
المسألة (11): عائقة مغناطيسية

ملفّ دائريّ نصف قطره الوسطيّ 40 cm يتألّف من 100 لفّة، وُضِع في حقل مغناطيسيّ منتظم شدّته 0.5 T حيث خطوط الحقل عموديّة على مستوي الملفّ.

المطلوب:

1. احسب التدفّق المغناطيسيّ الذي يجتاز لفّات الملفّ.
2. ما مقدار التغيّر في التدفّق المغناطيسيّ إذا دار الملفّ في الاتّجاه الموجب بزاوية 45°.

المسألة (12): عائقة مغناطيسية



أربعُ أسلاك ناقلة طويلة تقع في مستوٍ واحد، ومتقاطعة مع بعضها البعض لتشكّل مربّعاً طول ضلعه 40 cm، أوجد شدّةَ، واتجاهَ التيّار الذي يجب أن يمرَّ في الناقل الرابع بحيث تكون شدّة الحقل المغناطيسيّ في مركز المربّع معدومةً.
حيث إنّ: $I_1 = 10\,\text{A}, I_2 = 5\,\text{A}, I_3 = 15\,\text{A}$

المسألة (13):

المسألة 10 حالة ثانية

$\ell = 40 \times 10^{-2} = 4 \times 10^{-1}\ m$

$N = 400$ لفة

$I = 16 \times 10^{-3}\ A$

$B_{\text{مركز}} = 4\pi \times 10^{-7} \dfrac{N \cdot I}{\ell}$ ①

$= 4\pi \times 10^{-7} \dfrac{400 \times 16 \times 10^{-3}}{4 \times 10^{-1}}$

$= \pi \times 10^{-6} \cdot 6400 \cdot 10^{-3}$

$= 64\pi \times 10^{-7}$

$= 200 \times 10^{-7}$

$B_{\text{مركز}} = 2 \times 10^{-5}\ T$

$4\pi = 12{,}5$ ، $64\pi = 200$ (×16)

$d_{\text{قطر السلك}} = 2r' = 2\ mm = 2 \times 10^{-3}\ m$ ②

$N' = \dfrac{\ell}{2r'} = \dfrac{4 \times 10^{-1}}{2 \times 10^{-3}}$

طول الملف / قطر السلك / عدد اللفات في الطبقة الواحدة

$N' = 200$ لفة بالطبقة الواحدة

عدد الطبقات = عدد اللفات الكلية / عدد اللفات بالطبقة الواحدة $= \dfrac{N}{N'} = \dfrac{400}{200} = 2$ طبقة

$\varphi = 60°$

$S_{\text{لفة}} = 2\ Cm^2 = 2 \times 10^{-4}\ M^2$ ③

$\Phi = N_{\text{ملف}} \cdot S \cdot B_{\text{نحو}} \cos\alpha$

$= 1 \times 2 \times 10^{-4} \times 2 \times 10^{-5} \times \cos 60$ ← لفة واحدة بالحلقة

$= 4 \times 10^{-9} \cdot \dfrac{1}{2} = 2 \times 10^{-9}\ weber$

المسألة 11 حالة ثانية

$r = 40 \times 10^{-2} = 4 \times 10^{-1}\ m$

$N = 100$ لفة

$B = 5 \times 10^{-1}\ T$

$\Phi = N \cdot S \cdot B \cdot \cos\alpha$ ①

$\varphi = 0 \Rightarrow \cos\varphi = 1$

$S = \pi R^2 = \pi \cdot 16 \cdot 10^{-2} = 16\pi \times 10^{-2}\ m^2$

$\Phi = 100 \times 16\pi \times 10^{-2} \times 5 \times 10^{-1} \times 1$

$\Phi = 80\pi \times 10^{-1} = 8\pi$

$\Phi = 25\ weber$

$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$ ②

$\Delta\Phi = N \cdot S \cdot B \cos\alpha_2 - N \cdot S \cdot B \cdot \cos\alpha_1$

$\Delta\Phi = N \cdot S \cdot B \cdot (\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$

$$\Delta\phi = N \cdot S \cdot B \cdot (\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$$

$$= 100 \times 16\pi \times 10^{-2} \times 5 \times 10^{-1} (\cos 45 - \cos 0)$$

$$= 80\pi \times 10^{-1} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - 1\right)$$

$$= 8\pi \left(\frac{1,4}{2} - 1\right) = 25 (0,7 - 1)$$

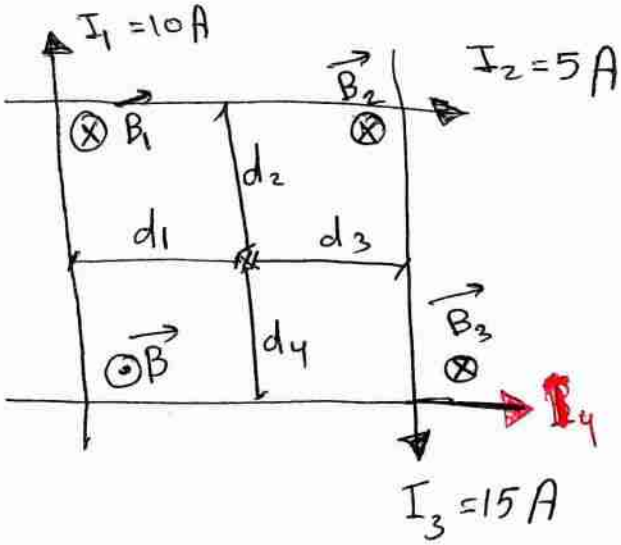
$$\Delta\phi = 25 \times (0,3) = -7,5 \text{ weber}$$

$\sqrt{2} = 1,4$

$8\pi = 25$

المسألة 12 تابع

طول الضلع $\ell = 40\,cm = 40 \times 10^{-2} = 4 \times 10^{-1}\,m$



ق.ع $\Rightarrow d_1 = d_2 = d_3 = d_4$

$$B_1 = 2 \times 10^{-7} \frac{I_1}{d_1}$$

$$B_2 = 2 \times 10^{-7} \frac{I_2}{d_2}$$

$$B_3 = 2 \times 10^{-7} \frac{I_3}{d_3}$$

$$B_4 = 2 \times 10^{-7} \frac{I_4}{d_4}$$

$\vec{B_3}$ ، $\vec{B_2}$ ، $\vec{B_1}$ الحاملات معمولة ، للداخل ⊗ حسب قاعدة اليد اليمنى (باطن الكف نحو النقطة المدروسة وتخرج الأنامل في اتجاه متزوس I_1)

$\vec{B_4}$ الخارج ⊙ ⇐ إذن يجب أن تكون الحاملة (المعدومة) حتى تكون المحصلة معدومة

حتى تكون المحصلة معدومة يجب أن تكون الحاملة المعدومة بين I_1 و I_2 أكبر من الرابع حتى يعاكسهن

I_4 وجهة التيار الرابع

$$\vec{B} + \vec{B_2} + \vec{B_3} + \vec{B_4} = \vec{0}$$

أي :

$$B_1 + B_2 + B_3 - B_4 = 0$$

$$B_1 + B_2 + B_3 = B_4$$

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

$$\frac{2 \times 10^{-7}}{d_1} [I_1 + I_2 + I_3] = 2 \times 10^{-7} \frac{I_4}{d_4}$$

$$I_1 + I_2 + I_3 = I_4$$

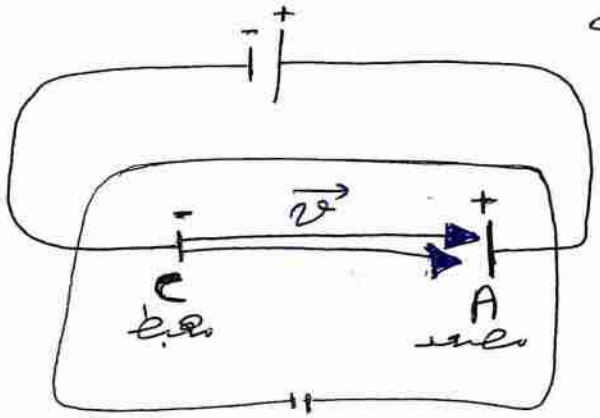
$\Rightarrow I_4 = 30A$

فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي

سؤال الهام في تجربة الأشعة المهبطية وعند تطبيق فرق كمون عالي تتولد حزمة الكترونية في الأنبوب

① ما شكل مسار الحزمة الإلكترونية؟

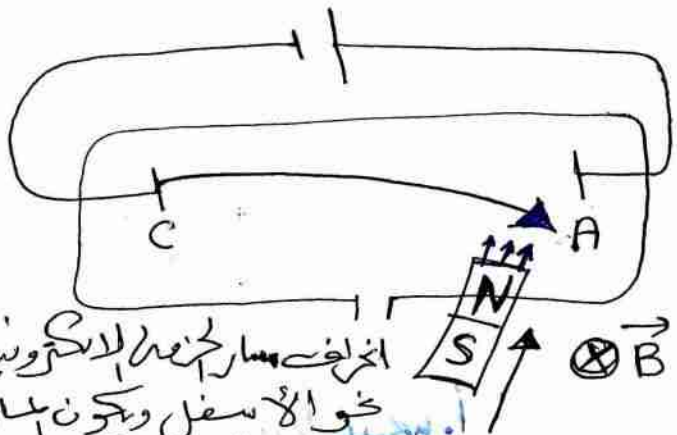
الحل



مسارها مستقيم من المهبط إلى المصعد بسرعة v

② كيف يصبح شكل مسار الحزمة الإلكترونية بتقريب قطب شمالي لمغناطيس مستقيم مزح؟

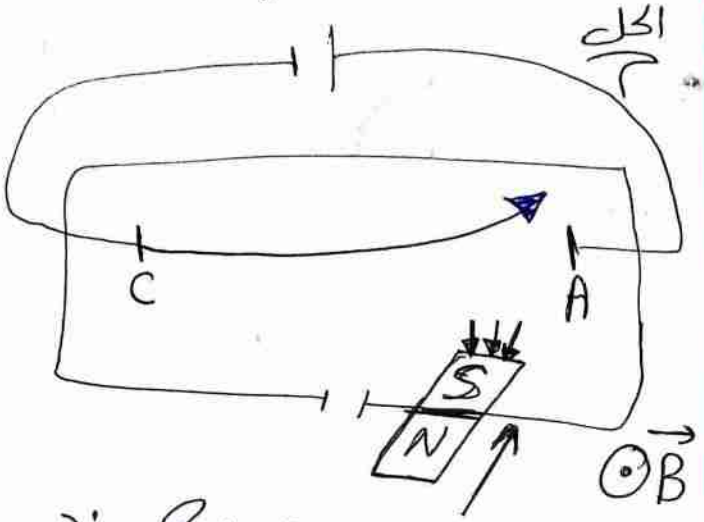
الحل



انحراف مسار الحزمة الإلكترونية نحو الأسفل ويكون المسار دائري

③ كيف يصبح شكل مسار الحزمة الإلكترونية بتقريب قطب جنوبي لمغناطيس مستقيم

الحل



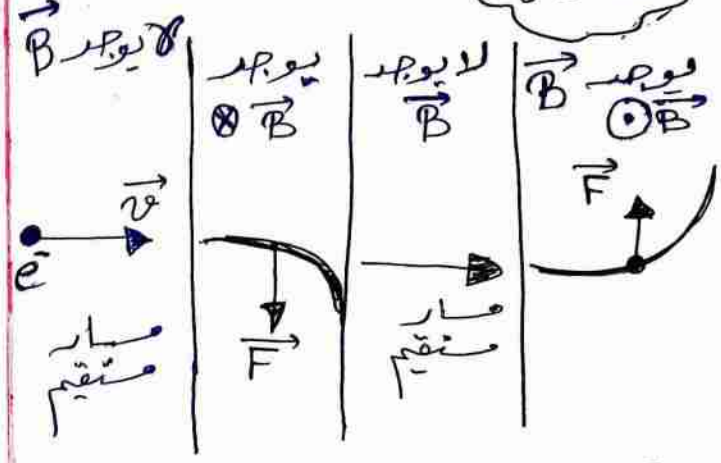
انحراف مسار الحزمة الإلكترونية نحو الأعلى ويكون المسار دائري

④ ماذا نستنتج مما سبق؟

✓ تأثر الحقل المغناطيسي في الجسيمات المشحونة المتحركة ضمن المنطقة التي يسودها الحقل المغناطيسي بقوة مغناطيسية حيث تغير هذه القوة من مسار حركة هذه الجسيمات

✓ تتغير جهة انحراف مسار الجسيمات المشحونة بتغير جهة الحقل المغناطيسي المؤثر

ملاحظة هامة



الإلكترون e سالب ⇐ الشحنة سالبة
⇐ الأصابع عكس $\vec{v}$ ⇐ سير الإبهام للأسفل $\vec{F}$
وباطن الكف للداخل $\otimes \vec{B}$

سؤال: أكتب العوامل المؤثرة في شدة القوة المغناطيسية (لورنتز)
5ن

الحل: شدة القوة المغناطيسية تتناسب طرداً مع

- q مقدار الشحنة بالقيمة المطلقة بوحدة الكولوم C
- v سرعة الشحنة المتحركة بوحدة m/s
- B شدة الحقل المغناطيسي T
- $\theta = (\vec{v} \hat{,} \vec{B})$ $\sin\theta$

$$F = q.v.B.\sin\theta$$

شدة قوة المغناطيسية لورنتز

سؤال: أكتب العبارة الشعاعية للقوة المغناطيسية ثم حدد بالكتابة والرسم عناصر شعاع القوة المغناطيسية ثم بيّن متى تكون ظاهرة ومتى تنعدم ومتى تأخذ نصف قيمتها

الحل:

$$\vec{F} = q.\vec{v} \wedge \vec{B}$$

عناصر شعاع القوة المغناطيسية

① نقطة التأثير: الشحنة المتحركة

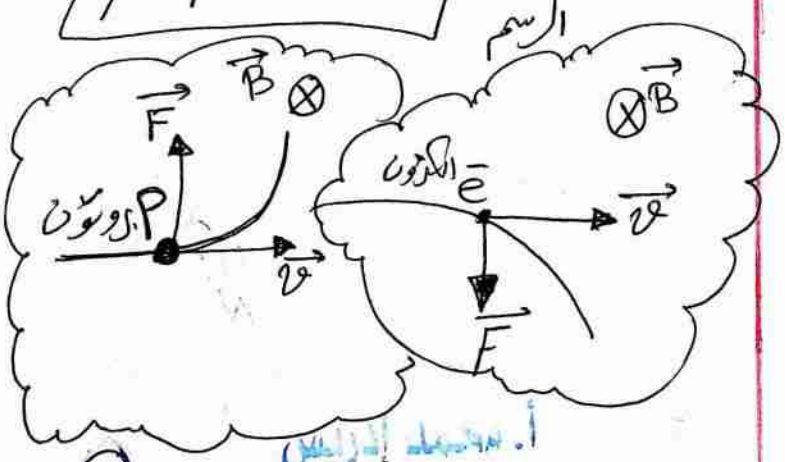
② الحامل: عمودي على المستوي المحدد بالشعاعين $\vec{B}$ و $q\vec{v}$

③ الجهة: حسب قاعدة اليد اليمنى
- نجعل الساعد موازياً لشعاع السرعة $\vec{v}$
- الأصابع بجهة $\vec{v}$ إذا $q>0$
- الأصابع عكس $\vec{v}$ إذا $q<0$
- يخرج $\vec{B}$ من باطن الكف
- سير الإبهام إلى $\vec{F}$

④ الشدة:

$$F = q.v.B.\sin\theta$$

الرسم



✓ أعظمي $\Leftarrow \sin\theta = 1 \Leftarrow \theta = \frac{\pi}{2} \Leftarrow \vec{v} \perp \vec{B}$

$\Rightarrow \boxed{F = q.v.B}$

✓ تنعدم $\Leftarrow \sin\theta = 0 \Leftarrow \theta = \pi$ أو $\theta = 0 \Leftarrow \vec{v} // \vec{B}$

$\Rightarrow \boxed{F = 0}$

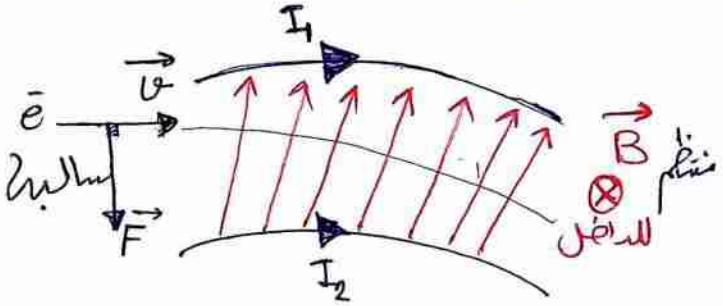
✓ تنعدم عندما تكون الشحنة ساكنة $\boxed{v = 0}$

$\Rightarrow \boxed{F = 0}$

✓ تأخذ نصف قيمتها $\Leftarrow \sin\theta = \frac{1}{2} \Leftarrow \theta = \frac{\pi}{6} \Leftarrow \boxed{F = \frac{q.v.B}{2}}$

سؤال هام في تجربة هلهولتز

لدينا ملفين دائريين متوازيين لهما المحور نفسه نمرر فيهما تيارين متساويين وبنفس الجهة



A ماذا تلاحظ عند إمرار التيارين في الملفين

الحل: يتولد حقل مغناطيسي منتظم بين الملفين

B تتولد حزمة الكترونية مسرعة بسرعة $\vec{v}$ تعامد (ناظميا) على شعاع الحقل المغناطيسي المنتظم ماذا تلاحظ ؟

الحل: نلاحظ أن الحزمة الإلكترونية انحرفت عن مسارها وأصبح مسارها دائري

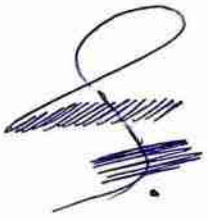
C كيف تفسر إجابتك ؟

✓ يؤثر الحقل المغناطيسي المنتظم في الحزمة الإلكترونية بقوة مغناطيسية $\vec{F}$ عمودية على شعاع السرعة

أي أنها تكتسب تسارع ثابت يعامد شعاع السرعة

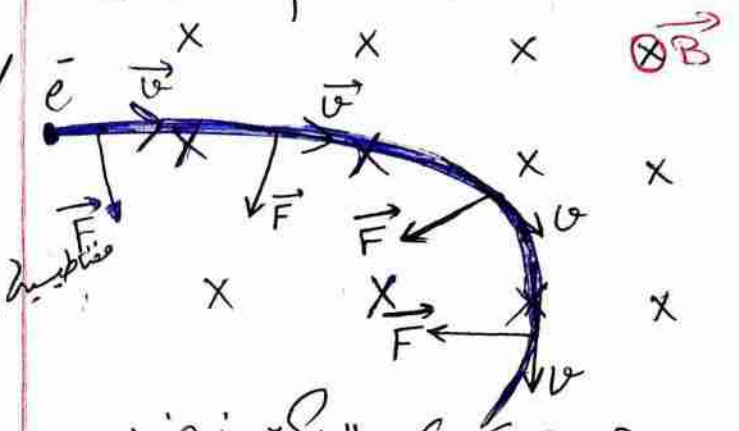
وهذه الحركة دائرية منتظمة للحزمة لأنها خضعت لتسارع جاذبية مركزية

أي يحدث تغير في حامل وجهة شعاع السرعة



سؤال هام

يدخل إلكترون متحرك بسرعة $\vec{v}$ إلى منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم نظامي على سعاع السرعة $\vec{v}$ فيصبح مسار الإلكترون دائري ضمن المنطقة التي يسودها الحقل المغناطيسي المنتظم $\vec{B} \perp \vec{v}$



① برهن أن حركة الإلكترون ضمن منطقة الحقل المغناطيسي المنتظم هي دائرية منتظمة

② استنتج نصف قطر المسار الدائري لحركة الإلكترون

③ استنتج دور حركة هذا الإلكترون

④ كيف تصبح حركة الإلكترون بعد خروجه من منطقة الحقل المغناطيسي المنتظم

الحل

✓ القوى المؤثرة: $\vec{F}$ لورنتز المغناطيسية

ويهمل ثقل الإلكترون لصغره أمام $\vec{F}$ لورنتز

✓ الجملة المدروسة: الإلكترون متحرك

✓ جملة المقارنة: خارجية

$$\sum \vec{F} = m_e \cdot \vec{a}$$

$$\vec{F}_{\text{لورنتز}} = m_e \cdot \vec{a}$$

$$q\vec{v} \wedge \vec{B} = m_e \cdot \vec{a}$$

$$e \cdot \vec{v} \wedge \vec{B} = m_e \cdot \vec{a}$$

$$\vec{a} = \frac{e \cdot \vec{v} \wedge \vec{B}}{m_e}$$

✓ من خواص الجداء الشعاعي نلاحظ

$\vec{a} \perp \vec{v}$

$\vec{a} \perp \vec{B}$

✓ $\vec{v}$ محمولة على المماس

$\Rightarrow \vec{a} \perp$ المماس

$$\vec{a}_{\text{كلي}} = \vec{a}_{c\ \text{ناظمي}} + \vec{a}_{t\ \text{مماسي}}$$

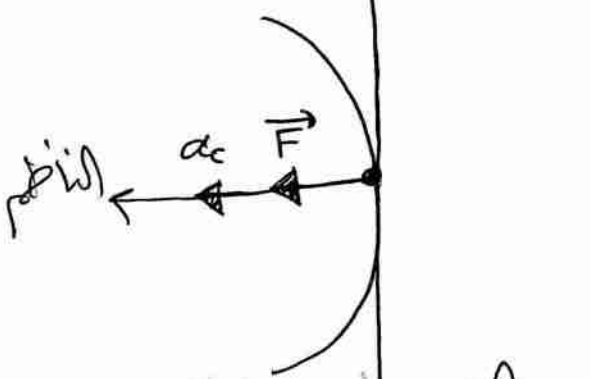
$v = \text{const}$ ⇐ حركة دائرية منتظمة

$$a_t = (v)'_t = (\text{const})'_t = 0$$

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

$$\Rightarrow \boxed{a_{\text{كلي}} = a_{c\ \text{ناظمي}}}$$

⇐ الحركة دائرية منتظمة



أ. محمد إدريس

② $\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$

لورنتز $\vec{F} = m_e \cdot \vec{a}$

$e\vec{v} \wedge \vec{B} = m_e \cdot \vec{a}$

$\vec{a} = \dfrac{e\vec{v} \wedge \vec{B}}{m_e}$

من خواص الجداء الشعاعي $\Leftarrow$ $\vec{a} \perp \vec{B}$ ، $\vec{a} \perp \vec{v}$

$\Rightarrow$ $\vec{a}$ عمودي دائما على $\vec{v}$

$\Rightarrow$ حركة دائرية منتظمة

$\Rightarrow$ قوة لورنتز هي قوة جاذبة مركزية

F لورنتز $= F$ جاذبة مركزية

$\sin\theta = 1$

$e \cdot v \cdot B \cdot \sin\theta = m \cdot a_c$

$e \cdot v \cdot B = m \cdot \dfrac{v^2}{r}$

$e \cdot B = m \cdot \dfrac{v}{r}$

$r = m \cdot \dfrac{v}{e \cdot B}$

كمية الحركة P

$r = \dfrac{m \cdot v}{e \cdot B} = \dfrac{P}{e \cdot B}$

③ $v = \omega \cdot r$

$\Rightarrow \omega = \dfrac{v}{r}$

$T = \dfrac{2\pi}{\omega}$

$T = \dfrac{2\pi}{\frac{v}{r}} = 2\pi \times \dfrac{r}{v} = \dfrac{2\pi r}{v}$

$r = \dfrac{m \cdot v}{e \cdot B} \Rightarrow T = \dfrac{2\pi \cdot \frac{m \cdot v}{e \cdot B}}{v}$

$\Rightarrow T = 2\pi \cdot \dfrac{m}{e \cdot B}$

$T = \dfrac{2\pi \cdot m}{e \cdot B}$

④ بعد خروجها من منطقة الحقل المغناطيسي $B = 0$

$\Rightarrow$ F لورنتز $= 0$

$\Rightarrow$ F لورنتز $= m_e \cdot a$

$\Rightarrow a = 0$

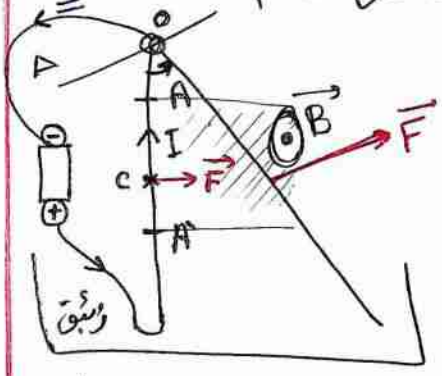
$\Rightarrow$ الحركة مستقيمة منتظمة

أ. محمد إدريس

سؤال الهام في تجربة نعلق سلك شاقولي من النحاس من نهايته العلوية بمحور دوران أفقي Δ

ونجعل نهايته السفلية تلامس الزئبق الموضوع في حوض ونمرر بالسلك تيارا كهربائيا I ونخضع جزء من السلك طوله $\ell = AA'$ إلى تأثير حقل مغناطيسي منتظم فنلاحظ أن السلك انحرف عن وضع توازنه الشاقولي بزاوية α ثم توازن

A فسّر سبب انحراف السلك ؟



الحل

(نشوء قوة كهرطيسية عملت على انحراف السلك عن الشاقول بزاوية α)

B نعكس جهة التيار ماذا تلاحظ ؟

(تنعكس جهة القوة الكهرطيسية وعليه ينحرف السلك بالإتجاه المعاكس)

C نغير جهة التيار كما كانت ونعكس جهة $\vec{B}$ ماذا تلاحظ ؟

(تنعكس جهة القوة الكهرطيسية فينحرف السلك بالإتجاه المعاكس)

أ. محمد إدريس

D نزيد من شدة التيار ماذا تلاحظ ؟

(تزداد شدة القوة الكهرطيسية
$\Leftarrow$ تزداد سرعة الإنحراف عن الشاقول
$\Leftarrow$ ينحرف بزاوية أكبر)

E نزيد شدة الحقل المغناطيسي ماذا تلاحظ ؟

(تزداد شدة القوة الكهرطيسية
$\Leftarrow$ وتزداد سرعة الإنحراف
$\Leftarrow$ ينحرف بزاوية أكبر)

F ماذا نستنتج مما سبق ؟

(يؤثر الحقل المغناطيسي في السلك الناقل بقوة ثابتة تسمى القوة الكهرطيسية (قوة لابلاس))

G بماذا تتعلق جهة قوة لابلاس ؟

(بجهة $\vec{B}$ و I)

H عدد العوامل المؤثرة في شدة القوة الكهرطيسية (لابلاس) ؟

I شدة التيار المار بالسلك
B شدة الحقل المغناطيسي المؤثر
ℓ طول الجزء من الناقل المستقيم المغمور
$\theta = (\vec{I\ell}, \vec{B})$ حيث $\sin\theta$

$$F = I.\ell.B.\sin\theta$$

أ. محمد إدريس

سؤال انطلاقاً من العلاقة المعبّرة عن شدة القوة المغناطيسية استنتج العلاقة المعبّرة عن القوة الكهرطيسية

$F_{\text{مغناطيسية}} = e.v.B.\sin\theta$ (قوة لورنز)

$F_{\text{كهرطيسية}} = N \cdot F_{\text{مغناطيسية}}$

N: عدد الإلكترونات

$F = N.e.v.B.\sin\theta$

$v = \frac{L}{\Delta t}$ ، $q = N.e$

$F = N.e.\frac{L}{\Delta t}.B.\sin\theta$

أي $F = q.\frac{L}{\Delta t}.B.\sin\theta$

$I = \frac{q}{\Delta t}$

$F = \frac{q}{\Delta t}.L.B.\sin\theta$

$F_{\text{كهرطيسية}} = I.L.B.\sin\theta$

سؤال: ماهو N عدد الإلكترونات الحرة بالسلك

كثافة حجمية $n = \frac{N}{V}$ ← عدد الإلكترونات / حجم

$V = S \times L$ ← مساحة × مسافة

$n = \frac{N}{S.L}$

نعزل N ⟹ $N = n.S.L$

N: عدد الإلكترونات، n: الكثافة، S: مساحة، L: مسافة

الخاص لا يجذب المغناطيس

إضافي أكتب العبارة الشعاعية للقوة الكهرطيسية

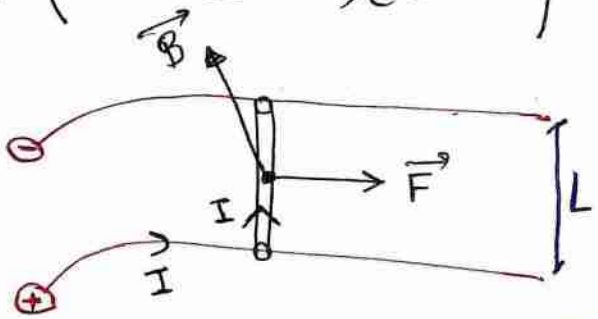
$\vec{F} = I.\vec{l} \wedge \vec{B}$

سؤال في تجربة لسكين الكهرطيسية تخضع الساق النحاسية المستندة عمودياً على السكتين بكاملها لتأثير حقل مغناطيسي منتظم

ماذا؟

A نلاحظ عند امرار I متواصل بالساق؟

(تتدحرج الساق)



B فسّر سبب تدحرج الساق؟ وما نوع العمل؟

(نشوء قوة كهرطيسية تعمل على تحريك الساقة وفق حامل وجهتها)

يعمل محرك موجب

$W > 0$

C ماذا يحدث عند عكس جهة التيار أو عكس جهة $\vec{B}$؟

(تنعكس جهة القوة الكهرطيسية ⟸ تتدحرج الساق بالإتجاه المعاكس)

D ماذا يحدث عند زيادة شدة التيار أو زيادة B ؟

(تزداد شدة F ⇐ تزداد سرعة تدحرج الساق)

سؤال هام : أكتب العبارة الشعاعية للقوة الكهرطيسية ثم حدد عناصر شعاع القوة الكهرطيسية وبيّن متى تكون شدة القوة الكهرطيسية عظمى ومتى تنعدم ومتى تأخذ نصف قيمتها

الحل

$$\vec{F} = I\vec{l} \wedge \vec{B}$$

① نقطة التأثير : منتصف الجزء من الناقل المستقيم الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم

② الحامل : عمودي على المستوى المحدد بالناقل المستقيم وشعاع الحقل المغناطيسي

③ الجهة : حسب قاعدة اليد اليمنى
- نجعل اليد منبسطة على الناقل
- يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع
- يخرج $\vec{B}$ من راحة الكف
- يشير الإبهام لجهة $\vec{F}$

تحقق ثلاثية قائمة $(I\vec{l}, \vec{B}, \vec{F})$

④ الشدة

$$F = I.l.B.\sin\theta$$

$$\theta = (I\vec{l}\,;\vec{B})$$

سؤال هام :

A أكتب نص نظرية مكسويل

B استنتج عمل القوة الكهرطيسية في تجربة السكتين الكهرطيسية

A نص مكسويل : إذا انتقلت دارة كهربائية أو جزء من دارة كهربائية في منطقة يسودها حقل مغناطيسي فإن عمل القوة الكهرطيسية مغنطيسية لذلك الانتقال يساوي جداء شدة التيار المارفيها بتزايد التدفق المغناطيسي الذي يجتازها

B تنتقل الساق الأفقية موازية لنفسها مسافة Δx فتمسح سطحاً $\Delta S = L.\Delta x$ تحت تأثير القوة الكهرطيسية التي تنجز عملاً موجباً محركاً $W > 0$

$$W = F.\Delta x$$

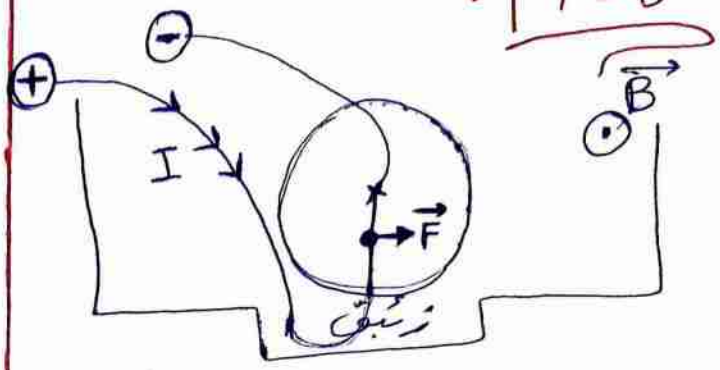
$$= I.l.B.\sin\theta.\Delta x$$

$$= I.B.\Delta S$$

$$W = I.\Delta\Phi$$

$$\Delta\Phi = B.\Delta S$$

سؤال هام :



في تجربة دولاب بارلو تخضع نصف السفلي للدولاب لتأثير حقل مغناطيسي منتظم

دولاب بارلو : دولاب خفيف من النحاس تتحول فيه الطاقة من كهربائية إلى حركية

A ماذا نلاحظ عند إمرار تيار كهربائي متواصل I في الدولاب ؟

الحل (دوران الدولاب)

B فسر سبب دوران الدولاب ؟

الحل (نشوء قوة كهرطيسية عزمها يعمل على تدوير الدولاب)

C ماذا يحدث عند عكس جهة التيار أو عكس جهة $\vec{B}$ ؟

الحل (تنعكس جهة القوة الكهرطيسية ويدور الدولاب بالاتجاه المعاكس)

D ماذا يحدث عند زيادة I أو زيادة $\vec{B}$ ؟

الحل (تزداد شدة F وتزداد سرعة دوران الدولاب)

سؤال أكتب العبارة الشعاعية للقوة الكهرطيسية المؤثرة في دولاب بارلو موجه بالكتابة والرسم مناطق تلك القوة ؟

الحل $\vec{F} = I . \vec{r} \wedge \vec{B}$

① نقطة التأثير منتصف نصف القطر الشاقولي السفلي الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم

② المحامل : عمودي على المستوى المحدد بنصف القطر الشاقولي السفلي وشعاع الحقل المغناطيسي

③ الجهة : حسب قاعدة اليد اليمنى
- نجعل اليد منبسطة على نصف القطر السفلي الشاقولي
- يدخل التيار من الساعد ويخرج من مرؤوس الأصابع
- يخرج $\vec{B}$ من راحة الكف

✓ يشير الإبهام لجهة $\vec{F}$
ثلاثية قائمة $(I.\vec{r}, \vec{B}, \vec{F})$

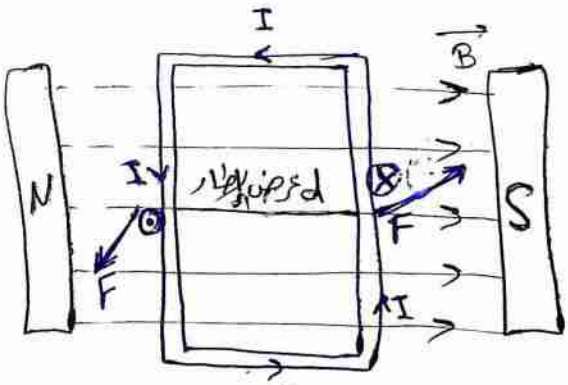
(4) الشدة $F = I.r.B.\sin\theta$

$\theta = (I\vec{r}\,;\,\vec{B})$

سؤال في تجربة الإطار المعلق من محوره المتعامد بسلك عديم الثقل ويمر تيار كهربائي في الإطار وتخضع لحقل مغناطيسي فإن الإطار يدور

A فسر سبب دوران الإطار

B أكتب قاعدة التفقر الأعظمي



الحل

✓ $\otimes\vec{F}$ قوة كهربية للداخل
$\odot\vec{F}$ " " للخارج

✓ في الضلعين الأفقيين قوتين كهربيتين معدومتين $I\vec{L} // \vec{B}$

✓ تؤثر في الضلعين المتعامدين:
قوتين كهربيتين متوازيتين حاملاً ومتعاكستين بجهة ومتساويتين بشدة

تشكلان مزدوجة كهربية عزمها يعمل على تدوير الإطار حول محوره من وضعه الأصلي حيث التفقر المغناطيسي معدوم إلى وضع التوازن المستقر يكون فيه التفقر أعظمي

B إذا أثر حقل مغناطيسي في دارة مغلقة حرة الحركة تحركت بحيث يزداد التفقر المغناطيسي الذي يخترقها من وضعها الكموني وتستقر في وضع يكون التفقر المغناطيسي أعظمي

سؤال A استنتج عزم المزدوجة الكهربية المؤثرة في إطار طول ضلعه L وعرضه d يمكنه الدوران حول سلك تعليقه مار من محوره المتعامد ويخضع لـ $\vec{B}$

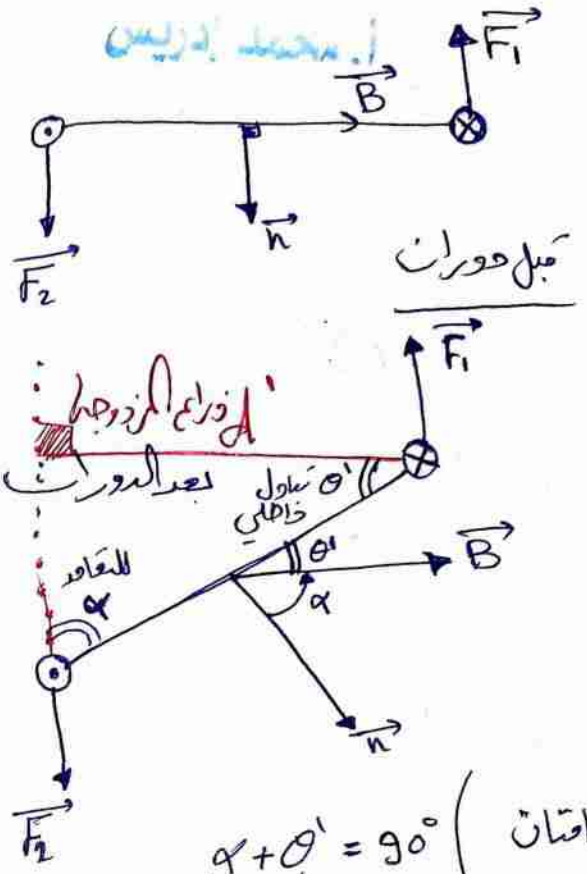
B أكتب عناصر متجه العزم المغناطيسي

الحل

عزم المزدوجة = ذراع المزدوجة × إحدى القوتين

$\Gamma_\Delta = d' \cdot F$

d' هو البعد العمودي بين حاملي القوتين



$\alpha + \theta' = 90°$ (متتامتان)

$(\vec{B}, \vec{n})$ زاوية α — زاوية الدوران θ'

$\sin\alpha = \frac{d'}{d} \Rightarrow d' = d \cdot \sin\alpha$ (مقابل / وتر)

$F = N \cdot I \cdot L \cdot B \cdot \sin\alpha$

$\Gamma_\Delta = d' \cdot F$

$= d \cdot \sin\alpha \cdot N \cdot I \cdot L \cdot B$

L: طول الإطار — d: عرض الإطار

المساحة $S = L \cdot d$

$\Gamma_\Delta = N \cdot I \cdot S \cdot B \cdot \sin\alpha$

عبارة عزم المزدوجة الكهرطيسية

العزم المغناطيسي $M = N \cdot I \cdot S$

$\Gamma_\Delta = M \cdot B \cdot \sin\alpha$

$\vec{\Gamma_\Delta} = \vec{M} \wedge \vec{B}$

عبارة الشعاعية لعزم مزدوجة الكهرطيسية

B الكامل: هو الناظم على مستوى الإطار (شعاع السطح)

الجهة: بالتقاف أصابع اليد اليمنى مع التيار فيشير الإبهام لجهة الناظم وشعاع السطح وعبر عن العزم المغناطيسي

الشدة: $M = N \cdot I \cdot S$

سؤال: انطلاقاً من شرط التوازن الدوراني استنتج زاوية دوران الإطار θ' في المقياس الغلفاني وكيف تتم زيادة الحساسية

$\sum \Gamma = 0$

$\Gamma_{\Delta \text{ مزدوجة كهرطيسية}} + \Gamma'_{\text{مزدوجة فتل}} = 0$

$N \cdot I \cdot S \cdot B \cdot \sin\alpha + (-K\theta') = 0$

$N \cdot I \cdot S \cdot B \cdot \sin\alpha = K \cdot \theta'$

ملاحظات حول

① القوة المغناطيسية

$$F = q \cdot v \cdot B \cdot \sin\theta$$

$\vec{B}$ وشعاع السرعة ناظمي على شعاع الحقل

$\Rightarrow \vec{v} \perp \vec{B} \Rightarrow \sin\theta = 1$

② نصف قطر المسار الدائري

$$r = \frac{M_e \cdot v}{e \cdot B} = \frac{P}{e \cdot B}$$

كمية الحركة $P = m \cdot v \Rightarrow P = r \cdot e \cdot B$

تهتم الإلكترون

③ قوة لابلاس (القوة الكهرطيسية)

$$F = I \cdot L \cdot B \cdot \sin\theta$$

$\theta = (\vec{IL}, \vec{B})$

✓ $\vec{IL} \perp \vec{B} \Rightarrow \sin\theta = 1$

✓ $\vec{IL} \parallel \vec{B} \Rightarrow \sin\pi = 0$, $\sin 0 = 0$

بالتالي

✓ $F = N \cdot I \cdot L \cdot B \cdot \sin\theta$

(متتامتان) $\alpha + \theta' = 90°$

$\sin\alpha = \cos\theta'$

$N \cdot I \cdot S \cdot B \cdot \cos\theta' = K\theta'$ ⟸

θ' زاوية P تعين

$\theta' \leq 0{,}24$ rad

$\cos\theta' \simeq 1$

$\sin\theta' \simeq \theta'$

$\tan\theta' \simeq \theta'$

$N \cdot I \cdot S \cdot B = K \cdot \theta'$

$$\theta' = \frac{N \cdot I \cdot S \cdot B}{K}$$

$$\theta' = \frac{N \cdot S \cdot B}{K} \cdot I$$

✓ علاقة زاوية دوران الإطارة

✓ " بين θ' و I

G ثابت المقياس الغلفاني $= \frac{N \cdot S \cdot B}{K}$ ثابت المقياس

ثابت فتل السلك

$$\theta' = G \cdot I$$

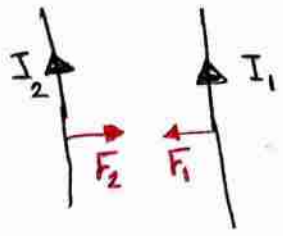
✓ K, G عكسي

$K = \frac{K' \cdot (2r)^4}{L}$

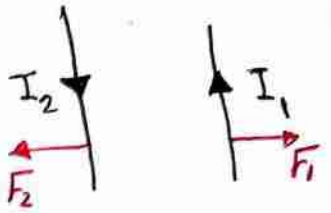
باستخدام سلك رفيع نزيد الفتلة التي تنقص K

(4)

تجاذب التيارات



تنافر التيارات



✓ قوة التأثير المتبادل بين السلكين

$$F = 2\times10^{-7}\,\frac{I_1 \cdot I_2}{d}\cdot L$$

البعد بين السلكين

تجربة السلكين

(5)

عمل القوة الكهرطيسية

$$W = F \cdot \Delta x$$

$$F = I \cdot L \cdot B \cdot \sin\theta$$

$$\Delta x = v \cdot \Delta t$$

الاستطاعة الآنية (الميكانيكية)

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot \Delta x}{t} = F \cdot v$$

(6) شرط التوازن (السكون)

«إمالة السكتين»

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$ ونرسم

دولاب بارلو

(7)

شدة القوة الكهرطيسية

$$F = I \cdot r \cdot B \cdot \sin\theta$$

نصف قطر الدولاب

$$\sin\theta = 1$$

✓ عزم القوة الكهرطيسية

$$\Gamma = d \cdot F = \frac{r}{2} \cdot F$$

✓ الاستطاعة الدورانية

$$P = \int \omega$$ السرعة الزاوية

عزم القوة

$$\omega = 2\pi f$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

✓ شرط التوازن (السكون)

شرط منع الدوران للدولاب

$$\sum \Gamma = 0$$

⑧ تجربة الإطار

① سلك تعليقه عديم الفتل

عزم المزدوجة الكهرطيسية

$\Delta = N \cdot I \cdot S \cdot B \cdot \sin\alpha$ ✓

S ⟸ مربع $S = L^2$

S ⟸ مستطيل $S = d \cdot L$

S ⟸ دائرة $S = \pi r^2$

$\alpha = (\vec{B}\,;\vec{n})$ ✓

θ' زاوية الدوران

$\alpha + \theta' = 90$ (متتامتان)

✓ حظ إمرار التيار ⟸ $\theta' = 0$ زاوية الدوران

(الإطار بعد ما دار)

$\Rightarrow \alpha = 90$

✓ خطوط الحقل توازي سطح الدارة

$\Rightarrow$ سطح الدارة $\parallel \vec{B} \perp \vec{n}$

وضع $\alpha = 90$

✓ بعد دوران الإطار بزاوية $\theta' = 60°$

$\Longrightarrow \alpha = 30$ (متتامتان)

✓ العزم المغناطيسي

$M = I \cdot S$

$\boxed{M = N \cdot I \cdot S}$

⑨ التدفق المغناطيسي

$\Phi = N \cdot S \cdot B \cdot \cos\alpha$

✓ تدفق معدوم ⟸ خط إمرار التيار

$\alpha = 90$

$\cos\alpha = 0$

السطح $\parallel \vec{B} \perp \vec{n}$

وضع $\alpha = 90$

$\cos\alpha = 0$

✓ تدفق أعظمي ⟸ توازن مستقر

$\alpha = 0$

$\cos\alpha = 1$

✓ تغير التدفق (الإطار يدور)

$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$

$= N \cdot S \cdot B \cdot \cos\alpha_2 - N S \cdot B \cdot \cos\alpha_1$

$= N \cdot S B (\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$

✓ عمل مزدوجة كهرطيسية

$W = I \cdot \Delta\Phi$

$= I \cdot (\Phi_2 - \Phi_1)$

(10) سلك فتل $N.I.S.B = K.\theta'$

$$\theta' = \frac{N.I.S.B}{K}$$

$$K = \frac{N.I.S.B}{\theta'}$$

θ' بالراديان وهي الصغيرة

✓ ثابتة مرساسية الغيار الغلفاني G

$$G = \frac{N.S.B}{K}$$

$$G = \frac{\theta'}{I}$$

✓ ثابتة فتل السلك $K = \frac{K'.(2r)^4}{\ell}$

$G \xrightarrow{\text{عكسي}} K \xrightarrow{\text{عكسي}} \ell$ طردي

✓ نجعل طول سلك الفتل نصفي فكان $G' = 2G$ عليه ⇐

✓ نجعل طول سلك الفتل ثلث فكان عليه

$$G' = \frac{1}{3}G$$

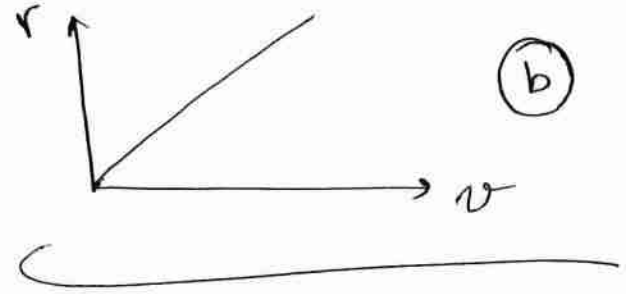
حركة الجسيم نفسي

(11) قوة $r = \frac{m.v}{q.B} = Const.v$

m, q, B ثوابت

r متغيرة ⇐ r, v طردي

(b)



(12) $\frac{E}{B}$ حقل كهربائي / حقل مغناطيسي =

(a) $m.s^{-1}$

$E \downarrow q \downarrow$ قوة كهربائية $F = q.E$

$B \downarrow q \downarrow$ قوة مغناطيسية $F = q.v.B$

والجسيم متغيرة منتظمة

$F_{كهربائية} = F_{مغناطيسية}$

$q.E = q.v.B$

$E = v.B$

$m.s^{-1}$ $m.s^{-1}$

$\frac{E}{B} = v$

③ حركة دائرية منتظمة (مغناطيسية)

④ تبقى سرعته ثابتة

أو يتغير حاملها وجهتها

إضافي غير موجود بالخيارات

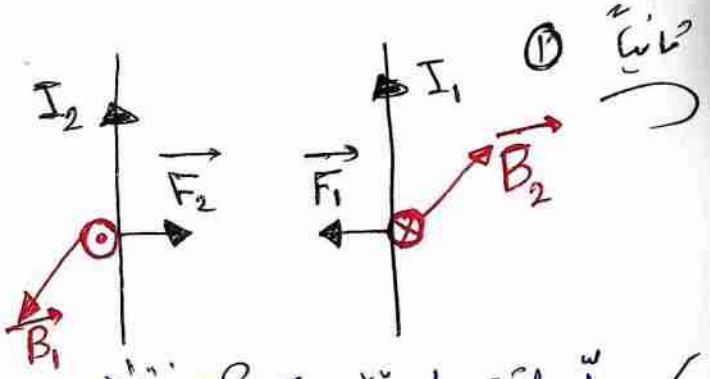
⑤ يزداد

العمل $W > 0$

$I \cdot \Delta\Phi > 0$

$\Rightarrow \Delta\Phi > 0$

ثانياً ①



✓ يولّد التيار المستقيم I_1 بكل نقطة من L_2 من السلك المستقيم الثاني حقل مغناطيسي B_1

$$B_1 = 2 \times 10^{-7} \frac{I_1}{d}$$

هذا الحقل ولّد في السلك الثاني قوة كهرطيسية

$$F_{1\to 2} = I_2 \cdot L_2 \cdot B_1 \cdot \sin\frac{\pi}{2}$$

$$F_{1\to 2} = I_2 \cdot L_2 \cdot \left(2 \times 10^{-7} \frac{I_1}{d}\right)$$

$$F_{1\to 2} = 2 \times 10^{-7} \cdot \frac{I_1 \cdot I_2}{d} \cdot L_2$$

✓ القوة الناتجة عن تأثير السلك الأول على طول L_2 من السلك الثاني

✓ قوة التأثير المتبادل بين السلكين

✓ يحملان واحدة I_1, I_2 يتجاذب السلكان

② جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: السخنة المتحركة

القوى المؤثرة: $\vec{F}$ القوة المغناطيسية

وبإهمال ثقل الإلكترون لصغره

$$\vec{F} = q \cdot \vec{v} \wedge \vec{B}$$

شدة $F = q \cdot v \cdot B \cdot \sin\frac{\pi}{2}$

$$\Rightarrow B = \frac{F}{q \cdot v}$$

B: شدة الحقل المغناطيسي — F: N — q: كولوم — v: $m.s^{-1}$ — السلا

تعريف السلا: هو شدة حقل مغناطيسي يؤثر على سخنة مقدارها واحد كولوم تتحرك بسرعة $1\,m.s^{-1}$ بفعل قوة مغناطيسية $1\,N$

③ تم الحل سابقاً

- عناصرُ شعاعِ القوّةِ الكهرطيسيّة:

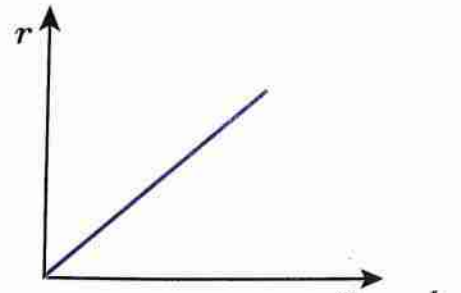
1. نقطة التأثير: منتصفُ الجزءِ من النّاقل المُستقيم الخاضعِ للحقل المغناطيسيّ المُنتظم
2. الحامل: عموديٌّ على المُستوي المُحدَّد بالنّاقل المُستقيم وشعاع الحقل المغناطيسيّ.
3. الجهة: تُحقّقُ الأشعّةُ $(\vec{F}, \vec{IL}, \vec{B})$ ثلاثيّةً مُباشرةً وفق قاعدةِ اليد اليُمنى: نجعلُ اليدَ اليُمنى مُبسطة على الناقل، يدخلُ التيّارُ من السّاعد، ويخرجُ من رؤوس الأصابع. يخرجُ شعاعُ الحقلِ المغناطيسيّ $\vec{B}$ من راحةِ الكفّ. يشيرُ الإبهامُ إلى جهة القوّة الكهرطيسيّة $\vec{F}$.
4. الشّدّة: تُعطى بالعلاقة: $F = ILB\sin\theta$

- نصُّ نظريّة مكسويل: عندما تنتقلُ دارة كهربائيّة أو جزء من دارة كهربائيّة في منطقة يسودها حقل مغناطيسيّ، فإنّ عمل القوّة الكهرطيسيّة المسبّبة لذلك الانتقال يساوي جداء شدّة التيّار المارّ في الدارة في تزايد التدفّق.
- عزم المُزدوَجة الكهرطيسيّة المُؤثّرة في ملفّ يعطى بالعلاقة: $\Gamma = ISB\sin\alpha$ و إذا احتوى الملفّ على N لفّة يعطى بالعلاقة $\Gamma = NISB\sin\alpha$
- المقياس الغلفاني ذو الإطار المُتحرّك: هو جهازٌ يُستخدمُ للاستدلال على وجودِ تيّاراتٍ كهربائيّةٍ صغيرةٍ جدّاً، وقياسِ شدّاتِها.

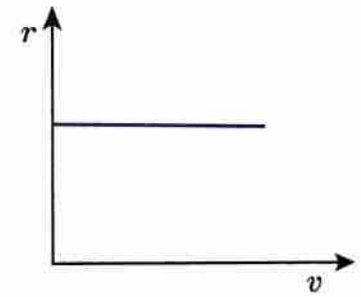
أختبر نفسي

أولا: اختر الإجابةَ الصّحيحة في كلٍّ ممّا يأتي:

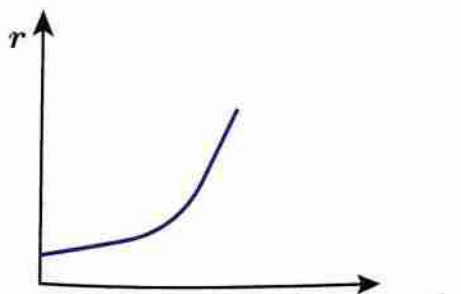
1. جُسَيماتٌ مشحونةٌ لها الكتلةُ نفسُها والشُّحنةُ نفسُها، أُدخلت في منطقة يسودها حقل مغناطيسيّ مُنتظم بسرعة تعامد خطوط الحقل. فإنّ الشّكل الذي يمثّل العلاقة بينَ نصف قطر المسار الدائري r وسرعة الجُسَيمات المشحونة v:



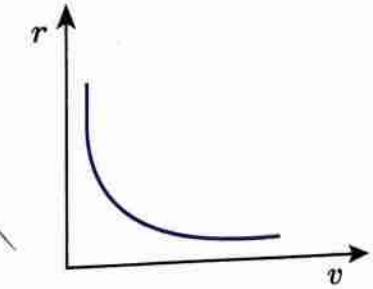
.b



.a



.d



.c

2. إنَّ واحدةَ قياسِ النّسبة $\frac{E}{B}$ هي :

a. $m.s^{-1}$ b. $m.s^{-2}$ c. m d. s

3. عندما يدخلُ الإلكترونُ في منطقةٍ يسودُها حقلٌ مغناطيسيٌّ مُنتظَمٌ بسرعةٍ $\vec{v}$، تعامِدُ خطوطُ الحقلِ المغناطيسيّ (بإهمالِ ثقلِ الإلكترون) فإنَّ حركةَ الإلكترونِ داخلَ الحقلِ هي:

a. دائريّةٌ مُتغيّرةٌ بانتظام b. دائريّةٌ مُنتظَمةٌ c. مُستقيمةٌ مُنتظَمةٌ d. مُستقيمةٌ مُتغيّرةٌ بانتظام

4. عندَما يدخلُ جسمٌ مشحونٌ في منطقةٍ يسودُها حقلٌ مغناطيسيٌّ مُنتظَمٌ، فإنَّ شُعاعاً سرعتُه $\vec{v}$:

a. يتغيّرُ حاملُه وشدّتُه b. يتغيّرُ حاملُه فقط c. تتغيّرُ شدّتُه فقط d. تبقى شدّتُه ثابتةً.

5. عندما تتدحرجُ السّاق في تجربةِ السّكّتَينِ الكهرطيسيّة تحتَ تأثيرِ القوّة الكهرطيسيّة، فإنَّ التّدفُّق المغناطيسيّ:

a. يبقى ثابتاً. b. يزدادُ. c. يتناقصُ. d. ينعدمُ.

ثانياً: أجبْ عن الأسئلةِ الآتيةِ

1. ادرسِ التّأثير المُتبادَل بينَ سلكَين نحاسيَين شاقوليَين طويلَين يمرُّ بهما تيّارانِ مُتواصِلانِ لهما الجهةُ نفسُها، واستنتجْ عبارةَ القوّة الكهرطيسيّة المُؤثّرة في أحدِ السّلكَين نتيجةَ وجودِ السّلكِ الآخرِ.
2. استنتجْ عبارةَ شدّة الحقلِ المغناطيسيّ المُؤثّرة في شحنةٍ كهربائيّةٍ تتحرّكُ في حقلٍ مغناطيسيّ مُنتظَمٍ بسرعة $\vec{v}$ تعامِدُ شُعاعَ الحقلِ المغناطيسيّ ثمَّ عرِّفِ التّسلا.
3. بيِّنْ كيفَ يتمُّ قياسَ شدّةِ التيّارِ في المقياسِ الغلفانيّ، ثمَّ استنتجِ العلاقةَ بينَ شدّةِ التيّار I وزاويةِ دَوران الإطار (0)، وكيفَ تتمُّ زيادةُ حساسيّةِ المقياسِ الغلفانيّ عمليّاً من أجلِ التيّارِ نفسِه.

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

في تجربةِ السِّكتَين الكهرطيسيّة، تستندُ ساقٌ نحاسيّة كتلتُها $16g$ إلى سكّتَينِ أفقيّتَين حيثُ يؤثّرُ على $4\,cm$ من الجزءِ المتوسّط منها حقلٌ مغناطيسيٌّ مُنتظَمٌ شاقوليّ شدّتُه $4\,T$ ويمرُّ بها تيّارٌ شدّتُه $40\,A$، $g = 10$

المطلوب:

1. حدِّدْ بالكتابةِ والرّسمِ عناصرَ شُعاعِ القوّةِ الكهرطيسيّة، ثمَّ احسبْ شدّتُها.
2. احسبْ قيمةَ العملِ الذي تنجزه القوّة الكهرطيسيّة عندما تنتقل الساق مسافة $15\,cm$.
3. احسبْ قيمةَ الزّاويةِ الّتي يجبُ إمالةُ السّكتَين بها عن الأفقِ حتّى تتوازنُ السّاق والدّارة مُغلَقة (بإهمال قوى الاحتكاك).

المسألة الثانية:

نعلّقُ سلكاً نحاسيّاً ثخيناً طولُه $60cm$ وكتلتُه $50g$ من طرفِهِ العلويّ شاقوليّاً، ونغمسُ طرفَه السّفليّ في حوضٍ يحتوي الزّئبقَ. نمرّرُ تيّاراً كهربائيّاً مُتواصِلاً شدّتُه $10A$، حيثُ يؤثّرُ حقلٌ مغناطيسيٌّ مُنتظَمٌ أفقيٌّ شدّتُه $B = 3 \times 10^{-2}\,T$ على قطعةٍ منه، طولُها $4cm$ يبعدُ مُنتصَفُها عن نقطةِ التّعليقِ $50cm$.
استنتِجْ العلاقةَ المُحدِّدةَ لزاويةِ انحرافِ السّلك عن الشّاقول بدلالةِ أحدِ نِسبِها المثلّثيّة، ثمَّ احسبْها.

المسألة الثالثة:

إطارٌ مُستطيلُ الشّكل يحتوي 100 لفّةٍ من سلكٍ نُحاسيٍّ معزولٍ مساحتُه $4\pi\,cm^2$.
$B = 4 \times 10^{-2}\,T$، شدّتُه $\frac{1}{10\pi}\,A$

a. نعلّقُ الإطارَ بسلكٍ عديمِ الفتلِ شاقوليّ، ونخضعُه لحقلٍ مغناطيسيٍّ مُنتظَمٍ أفقيٍّ خطوطُه تُوازي مُستوي الإطارِ الشّاقوليّ، نمرّرُ في الإطارِ تيّاراً
1. عزمِ المُزدوَجة الكهرطيسيّة التي يخضعُ لها الإطارُ لحظةَ إمرارِ التيّار.
2. عملِ المُزدوَجة الكهرطيسيّة عندَما يدورُ الإطارُ من وضعِه السّابق إلى وضعِ التّوازُن المُستقِرّ.

b. نقطعُ التيّارَ ونستبدلُ سلكَ التّعليق بسلكِ فتلٍ شاقوليّ ثابتِ فتلِه K، بحيثُ يكونُ مُستوي الإطار يوازي خطوطَ الحقل المغناطيسيّ السّابق، ونمرّرُ تيّاراً شدّتُه $2mA$، فيدورُ الإطارُ زاويةَ $30°$، ثمَّ يتوازنُ.

المطلوب:

1. احسبِ التّدفُّق المغناطيسيّ في الإطارِ عندَما يتوازَن.
2. استنتِجِ العلاقةَ المُحدِّدةَ لثابتِ فتلِ سلكِ التّعليق انطلاقاً من شرطِ التّوازُن الدّورانيّ، ثمَّ احسبْ قيمتَه (يهملُ تأثيرَ الحقلِ المغناطيسيّ الأرضيّ).

المسألة الرّابعة:

دولابُ بارلو قطرُه $20\,cm$، يمرُّرُ فيه كهربائيّ مُتواصِلٌ I، ويخضعُ نصفُ القرصِ السّفليّ لحقلٍ مغناطيسيٍّ أفقيٍّ مُنتظِمٍ شدَّتُه $B = 10^{-2}T$، فيتأثّرُ الدُّولابُ بقوّةٍ كهرطيسيّةٍ شدَّتُها $F = 4 \times 10^{-2}N$

المطلوب:

1. بيّنْ بالرّسمِ جهةَ كلٍّ من $(\vec{F}, \vec{B}, I\vec{L})$.
2. احسبْ شدّةَ التيّارِ المارّ في الدّولاب.
3. احسبْ عزمَ القوّةِ الكهرطيسيّةِ المُؤثّرةِ في الدُّولاب.
4. احسبْ قيمةَ الكتلةِ الواجبِ تعليقُها على طرفِ نصفِ القطرِ الأفقيّ للدُّولابِ لمنعِه عن الدّوران.

تفكير ناقد

جسمٌ مشحونٌ يتحرّكُ في منطقةٍ يسودُها حقلٌ مغناطيسيٌّ مُنتظَمٌ يعامدُ حقلاً كهربائيّاً مُنتظَماً بسرعةٍ تُعامِدُ كلٌّ منهما، بيّنْ متى يصبحُ مسارُه مُستقيماً، ومتى يكونُ دائريّاً.

أبحث أكثر

ابحث في استخدامِ البروتوناتِ المُتسارِعة في علاجِ الأمراضِ السّرطانيّة.

المسألة (10): عامة مغناطيسية

وشيعة طولها 40 cm، مؤلّفة من 400 لفّة، محورها الأفقيّ يعامد خطّ الزوال المغناطيسيّ، نضع في مركزها إبرة بوصلة صغيرة، ثمّ نمرّر في الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً متواصلاً شدّته 16 mA.

المطلوب:

1. احسب شدّة الحقل المغناطيسيّ المتولّد في مركز الوشيعة.
2. إذا أجرينا اللفّ بالجهة نفسها على أسطوانةٍ فارغةٍ من مادّة عازلةٍ باستخدام سلك معزول قطره 2 mm بلفّات متلاصقة، احسب عدد طبقات الوشيعة.
3. نضع داخل الوشيعة في مركزها حلقةً دائريّةً مساحتها 2cm^2 بحيث يصنع النّاظم على سطح الحلقة مع محور الوشيعة زاوية 60°.

احسب التدفقَ المغناطيسيّ عبر الحلقة الناتج عن تيار الوشيعة.

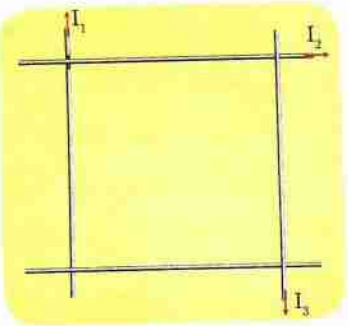
المسألة (11): عامة مغناطيسية

ملفّ دائريّ نصف قطره الوسطيّ 40 cm يتألّف من 100 لفّة، وُضِع في حقل مغناطيسيّ منتظم شدّته 0.5 T حيث خطوط الحقل عموديّة على مستوي الملفّ.

المطلوب:

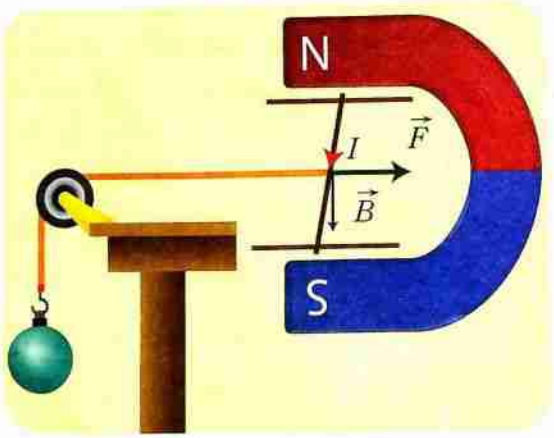
1. احسب التدفّق المغناطيسيّ الذي يجتاز لفّات الملفّ.
2. ما مقدار التغيّر في التدفّق المغناطيسيّ إذا دار الملفّ في الاتّجاه الموجب بزاوية 45°.

المسألة (12): عامة مغناطيسية



أربعُ أسلاك ناقلة طويلة تقع في مستوٍ واحد، ومتقاطعة مع بعضها البعض لتشكّل مربّعاً طول ضلعه 40 cm، أوجد شدّةَ، واتجاهَ التيّار الذي يجب أن يمرَّ في الناقل الرابع بحيث تكون شدّة الحقل المغناطيسيّ في مركز المربّع معدومةً. حيث إنّ: $I_1 = 10\text{ A}, I_2 = 5\text{ A}, I_3 = 15\text{ A}$

المسألة (13): عامة



في الشكل المجاور تستند ساقٌ نحاسيّةٌ طولها 10 cm، وكتلتها 20 g على سكّتين نحاسيّتين أفقيّتين، وتخضعُ بكاملها لحقل مغناطيسيّ منتظم شاقوليّ شدّته $B = 2 \times 10^{-2}\text{ T}$ ويمرُّ فيها تيّارٌ كهربائيٌّ متواصلٌ شدّته 15 A وللحفاظ على توازن هذه السّاق نعلّق في مركز ثقلها خيطاً لا يمتطّ كتلته مهملة، مربوطٌ بكتلة،

المطلوب:

1. احسب كتلة الجسم المعلّق.
2. احسب شدّة قوّة ردّ فعل السكّتين على السّاق.

المسألة (14): عامة

تيّار كهربائيّ شدّته 20 A يمرُّ في سلك مستقيم طوله 10 cm فإذا وضع السلك كاملاً في حقل مغناطيسيٍّ شدّته $2 \times 10^{-3}\text{ T}$ وكان السلك يصنع مع خطوط الحقل المغناطيسيّ زاوية 30° احسب شدّة القوّة الكهرطيسيّة المؤثّرة في السلك.

المسألة (15):

نخضع إلكتروناً يتحرّك بسرعة $8 \times 10^3\ \text{Km.s}^{-1}$ إلى تأثير حقل مغناطيسيّ منتظم ناظميّ على شعاع سرعته شدّته $B = 5 \times 10^{-3}\ \text{T}$.

المطلوب:

1. وازن بالحساب بين شدّة ثقل الإلكترون وشدّة قوّة لورنز المؤثّرة فيه. ماذا تستنتج؟
2. برهن أنّ حركة الإلكترون ضمن المنطقة التي يسودها الحقل المغناطيسيّ هي حركة دائريّة منتظمة، ثمّ استنتج العلاقة المحدّدة لنصف قطر المسار الدائريّ، واحسب قيمته.
3. احسب دور الحركة.

$(e = 1.6 \times 10^{-19}\ \text{C}\ ,\ m_e = 9 \times 10^{-31}\ \text{kg}\ ,\ g = 10\ \text{m.s}^{-2})$

المسألة (16):

إطار مربّع الشكل مساحة سطحه $s = 25\ \text{cm}^2$ يحوي 50 لفّة من سلك نحاسيّ معزول نعلّقه بسلك رفيع عديم الفتل وفق محوره الشاقوليّ ونخضعه لحقل مغناطيسيّ منتظم خطوطه أفقيّة شدّته $B = 10^{-2}\ \text{T}$ بحيث يكون مستوي الإطار يوازي منحى الحقل $\vec{B}$ عند عدم مرور تيّار، نمرّر في الإطار تيّاراً كهربائيّاً شدّته $I = 5\ \text{A}$

المطلوب:

1. احسب شدّة القوّة الكهرطيسيّة المؤثّرة في كلٍّ من الضّلعين الشاقوليّين لحظة مرور التيّار.
2. احسب عزم المزدوجة الكهرطيسيّة المؤثّرة في الإطار لحظة إمرار التيّار السابق.
3. احسب عمل المزدوجة الكهرطيسيّة عندما ينتقل الإطار من وضعه السّابق إلى وضع التّوازن المستقرّ.
4. نستبدل سلك التّعليق بسلك فتل ثابت فتله k لنشكّل مقياساً غلفانيّاً ونمرّر في الإطار تيّاراً كهربائيّاً شدّته ثابتة $2\ \text{mA}$ فيدور الإطار بزاوية $0.02\ \text{rad}$ ويتوازن. استنتج بالرموز علاقة ثابت فتل السلك k واحسب قيمته، ثمّ احسب قيمة ثابت المقياس الغلفانيّ G.
5. نزيد حساسيّة المقياس 10 مرّات من أجل التيّار نفسه، احسب ثابت فتل سلك التعليق بالوضع الجديد.

(يهمل تأثير الحقل المغناطيسيّ الأرضيّ)

المسألة (17):

ملفّ مستطيل مساحته $200\ \text{cm}^2$ يتكوّن من 100 لفّة يمرّ فيه تيّار شدّته 3A، وضع في حقل مغناطيسيّ منتظم شدّته $0.1\ \text{T}$ احسب عزم المزدوجة الكهرطيسيّة المؤثّرة عليه عندما يكون مستوي الملفّ يصنع زاوية 60° مع خطوط الحقل المغناطيسيّ.

المسألة (18):

وشيعة طولها $30\ \text{cm}$ ومساحة مقطعها $3 \times 10^{-2}\ \text{m}^2$ وذاتيّتها $L = 5 \times 10^{-3}\ \text{H}$

1. احسب عدد لفّاتها.
2. نمرّر في الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً متواصلاً شدّته $15\ \text{A}$ احسب الطاقة الكهرطيسيّة المختزنة في الوشيعة.
3. نجعل شدّة التيّار تتناقص بانتظام من $20\ \text{A}$ إلى الصفر خلال $0.5\ \text{s}$ احسب القيمة الجبريّة للقوّة المحرّكة الكهربائيّة المتحرّضة في الوشيعة وحدّد جهة التيّار المتحرّض.
4. نمرّر في سلك الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً شدّته اللحظيّة مقدّرة بالأمبير $\overline{i} = 20 - 5t$، احسب القيمة الجبريّة للقوّة المحرّكة الكهربائيّة التحريضيّة الذاتيّة الناشئة فيها.

(نهمل تأثير الحقل المغناطيسيّ الأرضيّ)

المسألة 1 درس

$m = 16\times10^{-3}\ kg$

$l = 4\times10^{-2}\ m$

$B = 10^{-1}\ T$

$I = 40\ A$

① العناصر: نقطة التأثير: منتصف الجزء من الناقل المستقيم الخاضع للحقل المغناطيسي

المحامل: عمودي على المستوى المحدد بالناقل المستقيم وشعاع الحقل المغناطيسي

الجهة: حسب قاعدة اليد اليمنى

- يدخل التيار من الساعد ويخرج من الإبهام
- يخرج شعاع الحقل $\vec{B}$ من باطن الكف
- يشير الإبهام لجهة شعاع القوة الكهرطيسية
- بحيث تحقق الأشعة $\vec{F}, I\vec{l}, \vec{B}$ ثلاثية قائمة

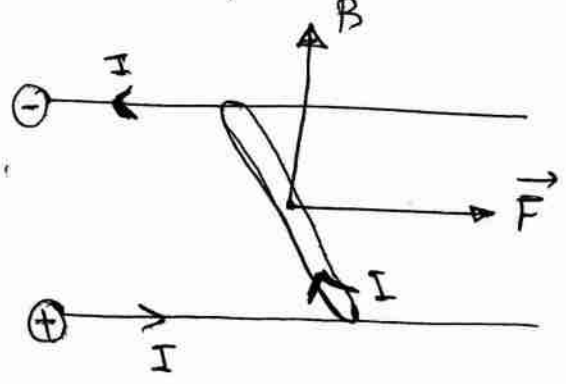
الشدة

$F = I.l.B.\sin\theta$

$\hat{\theta} = (I\vec{l}\,;\vec{B})$ طول الجزء من الساق الخاضع للحقل $\vec{B}$

$F = 40\times4\times10^{-2}\times10^{-1}\times1$

$= 16\times10^{-2}\ N$



② $\Delta x = 15\times10^{-2}\ m$ $\quad W = ?$

$W = F.\Delta x = 16.10^{-2}.15.10^{-2}$

$= 240.10^{-4}$

$= 24.10^{-3}\ J$

إضافي: أحسب قيمة العمل الضروري إذا انتقلت الساق بسرعة ثابتة $v = 5\times10^{-2}\ m/s$ لمدة ثلاثة ثوانٍ

الحل

$\Delta x = v.\Delta t$

$= 5\times10^{-2}\times3 = 15\times10^{-2}\ m$

$W = F.\Delta x = 16.10^{-2}.15.10^{-2}$

$= 240.10^{-4}$

$= 24.10^{-3}\ J$

إضافي: أحسب الاستطاعة الميكانيكية

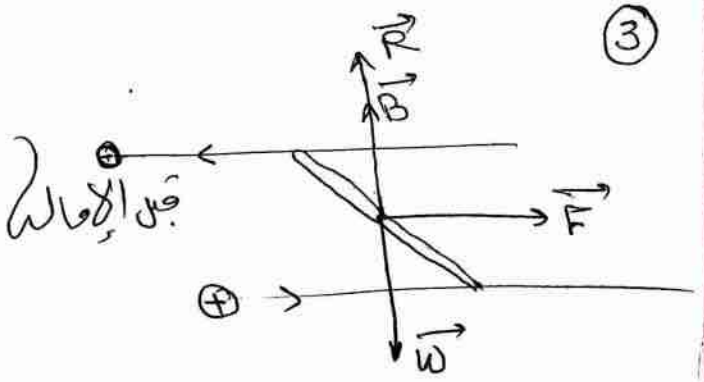
$P = \frac{W}{t} = \frac{24.10^{-3}}{3} = 8.10^{-3}\ watt$

أو

$P = F.v = 16.10^{-2}.5.10^{-2}$

$= 80.10^{-4} = 8.10^{-3}\ watt$

③



المسألة 2 درس

$l = 60 \cdot 10^{-2}\ m$

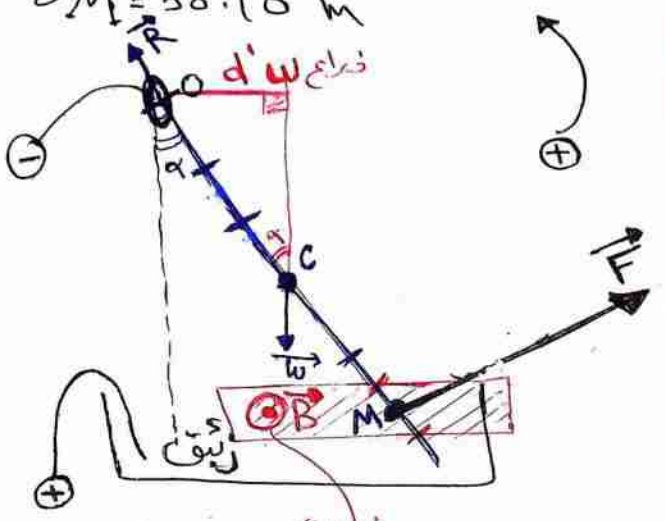
$m = 50 \cdot 10^{-3}\ kg$

$I = 10A$

$B = 3 \cdot 10^{-2}\ T$

$\mathcal{C} = 4 \cdot 10^{-2}\ m$ ← طول الجزء من الناقل المستقيم الخاضع لـ $\vec{B}$

$OM = 50 \cdot 10^{-2}\ m$



- جملة المتأرجح: خارجية
- الجملة المدروسة: ساقة متوازنة
- القوى الخارجية المؤثرة:

$\vec{R}$ رد مفصل محور الدوران

$\vec{w}$ ثقل الساقة

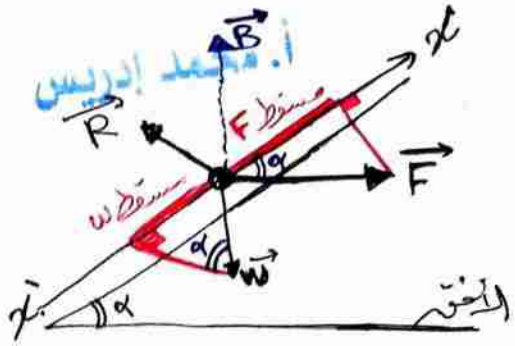
$\vec{F}$ القوة الكهرطيسية

الساقة متوازنة ⇐ دوران $\sum \mathcal{M} = 0$

$$\sum \mathcal{M}_{\vec{R}} + \sum \mathcal{M}_{\vec{F}} + \sum \mathcal{M}_{\vec{w}} = 0$$

$\sum \mathcal{M}_{\vec{R}} = 0$ (لأن القوة تلاقي محور الدوران بشكل مباشر)

$\sum \mathcal{M}_{\vec{F}} = +d \cdot F = OM \cdot F$



حتى تتوازن الساقة (سكنية)

$\sum \vec{F} = \vec{0}$

$\vec{R} + \vec{w} + \vec{F} = \vec{0}$

بالإسقاط على xx':

$0 - W \cdot \sin\alpha + F \cdot \cos\alpha = 0$

$F \cdot \cos\alpha = W \cdot \sin\alpha$

$I \cdot l \cdot B \cdot \sin\frac{\pi}{2} \cdot \cos\alpha = m \cdot g \cdot \sin\alpha$ ($\sin\frac{\pi}{2} = 1$)

$\sin\alpha = \frac{I \cdot l \cdot B \cdot \cos\alpha}{m \cdot g}$

نقسم الطرفين على $\cos\alpha$

$\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{I \cdot l \cdot B}{m \cdot g}$

$\tan\alpha = \frac{I \cdot l \cdot B}{m \cdot g}$

$= \frac{40 \cdot 4 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-1}}{10 \cdot 10^{-3} \cdot 10}$

$\tan\alpha = \frac{10^{-3}}{10^{-3}}$

$\tan\alpha = 1$

$$\alpha = 45^\circ = \frac{\pi}{4}\ rad$$

المسألة 3 درس

$N = 100$ لفة

$S = 4\pi \times 10^{-4}\ m^2$

$B = 4.10^{-2}\ T$

$\vec{B} \,//$ مستوى الإطار $\Rightarrow \vec{B} \perp \vec{n}$

$I = \frac{1}{10\pi}\ A$

$$\Gamma = N.I.S.B.\sin\alpha \quad (1)$$

لحظة إمرار التيار $\Leftarrow$ الإطار بعد ما دار

$\vec{n}, \vec{B}$ بين $\alpha = \frac{\pi}{2}$ $\Leftarrow$

$$\Gamma = 100 . \frac{1}{10\pi} . 4\pi.10^{-4} . 4.10^{-2} . 1$$

$$\Gamma = 16.10^{-5}\ m.N$$

إذا مر التيار الكهربائي

أحسب عزم المزدوجة الكهرطيسية لما دار الإطار بزاوية $60°$

$$\Gamma = N.I.S.B.\sin\alpha$$

$\alpha = (\vec{B}, \vec{n})$ ليست زاوية الدوران

$$\alpha + \alpha' = 90$$

زاوية الدوران

$$\alpha + 60 = 90 \Rightarrow \alpha = 30°$$

$$\Gamma = 100 . \frac{1}{10\pi} . 4\pi.10^{-4} . 4.10^{-2} . \frac{1}{2}$$

$$= 8.10^{-5}\ m.N$$

$$\vec{\omega} = -d' . w$$

ذراع w

مقابل / وتر $\sin\alpha = \frac{d'}{OC}$

$$\Rightarrow d' = OC.\sin\alpha$$

$$\vec{\omega} = -OC.\sin\alpha . W$$

$$\vec{\omega} = -W.OC.\sin\alpha$$

نعوض في ♥

$$0 + OM.F - W.OC.\sin\alpha = 0$$

$$OM.F = W.OC.\sin\alpha$$

$$OM.I.l.B.\sin\frac{\pi}{2} = m.g.OC.\sin\alpha$$

$\sin\frac{\pi}{2} = 1$

طول الجزء من السلك الخاضع لـ $\vec{B}$

$$\sin\alpha = \frac{OM.I.l.B}{m.g.OC}$$

$$= \frac{50.10^{-2}.10.4.10^{-2}.3.10^{-2}}{50.10^{-3}.10.30.10^{-2}}$$

نعوض طول السلك OC

$\sin\alpha = 4.10^{-2} = 0{,}04 < 0{,}24$

$\Leftarrow$ زاوية صغيرة

$\Rightarrow \sin\alpha = \alpha = 0{,}04$ rad

(2) التوازن المستقر ⟵ وضعية المساعة 1

$\alpha = \frac{\pi}{2}$ ⟵ $\alpha = 0$

$W = I.\Delta\Phi = I.(\Phi_2 - \Phi_1)$

$W = I.(N.S.B.\cos\alpha_2 - N.S.B\cos\alpha_1)$

$W = I.N.S.B(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$

$= \frac{1}{10\pi}.100.4.10^{-2}.4\pi.10^{-4}(\cos 0 - \cos\frac{\pi}{2})$

$= 16\times10^{-5}(1-0)$

$= 16\times10^{-5}\ J$

طريقة أخرى للحل

نحسب عمل المزدوجة الكهرطيسية عندما يدور الإطار من وضع تتابع فيه خطوط الحقل زاوية $60°$ مع ناظم الإطار إلى وضع التوازن المستقر

توازن مستقر

$\alpha_1 = 60$ ⟵ $\alpha_2 = 0$

$W = I.\Delta\Phi = I(\Phi_2 - \Phi_1)$

$W = I.(N.S.B.\cos\alpha_2 - N.S.B.\cos\alpha_1)$

$= I.N.S.B(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$

$= \frac{1}{10\pi}.100.4.10^{-2}.4\pi.10^{-4}(\cos 0 - \cos 60)$

$= 16\times10^{-5}(1-\frac{1}{2})$

$= 8.10^{-5}\ J$

b) نقطع التيار $I = 2.10^{-3}\ A$

$\theta' = 30$ متوازن

$\Phi = N.S.B.\cos\alpha$ [1]

$\alpha + \theta' = 90$

$\alpha + 30 = 90 \Rightarrow \alpha = 60$

$\Phi = 100.4\pi.10^{-4}.4.10^{-2}.\frac{1}{2}$

$= 4\pi.10^{-6}.2$

$= 12,5\times10^{-6}.2 = 25.10^{-6}$ weber

[2] $\Sigma\Gamma = 0$

$\Gamma_{كهرطيسية} + \Gamma_{فتل} = 0$

$N.I.S.B.\sin\alpha - K\theta' = 0$

$\alpha + \theta' = 90$

$\sin\alpha = \cos\theta'$

$N.I.S.B.\cos\theta' - K\theta' = 0$

$N.I.S.B.\cos\theta' = K\theta'$

$K = \frac{N.I.S.B.\cos\theta'}{\theta'}$

$= \frac{100.2.10^{-3}.4\pi.10^{-4}.4.10^{-2}.\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{\pi}{6}}$

$= 16\pi.10^{-7}.\sqrt{3}.\frac{6}{\pi}$

$= 96.10^{-7}.\sqrt{3}$ $(m.N.Rad^{-1})$

المسألة 4 درس

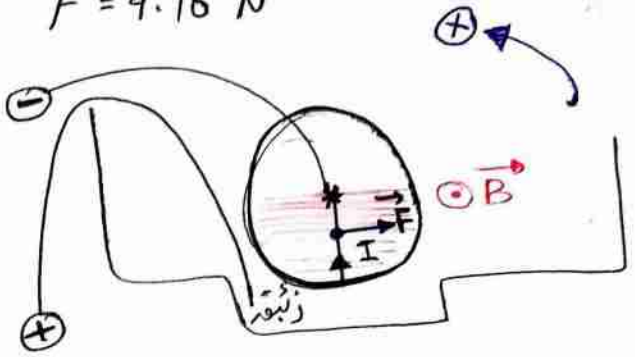
$2r = 20cm \Rightarrow r = 10cm$

$r = 10 \times 10^{-2} = 10^{-1} m$

$B = 10^{-2} T$

$F = 4.10^{-2} N$

①



إضافي حدد بالكتابة عناصر متجاع القوة الكهرطيسية المؤثرة بالدولاب

✓ نقطة التأثير: منتصف الجزء من ناقل المحصور بين القطب السفلي المستقيم الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم

✓ الحامل: عمودي على المستوى المحدد بناقل القطب المستقيم السفلي ومتجاع الحقل المغناطيسي

✓ الجهة: حسب قاعدة اليد اليمنى

* حيث يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع

* يخرج متجاع $\vec{B}$ من باطن الكف

* يشير الإبهام لجهة $\vec{F}$

حيث يتحقق الأسفين

$(\vec{F}, I\vec{r}, \vec{B})$

ثلاثية قائمة

✓ الشدة:

$F = I.r.B.\sin\theta$

$\theta = (\vec{Ir}, \vec{B})$

$I = \frac{F}{r.B.\sin\theta} = \frac{4.10^{-2}}{10^{-1}.10^{-2}.1}$ ②

$I = 40A$

$\Gamma = d.F = \frac{r}{2}.F$ ③

$\Gamma = \frac{10^{-1}}{2}.4.10^{-2} = 2.10^{-3} m.N$

إضافي أحسب الاستطاعة المتوسطة لدولاب إذا دار الدولاب بحيث تقابل $\frac{2}{\pi}$ دورة بالثانية

الحل

التواتر $f = \frac{\text{دورة}}{\text{ثانية}} = \frac{2}{\pi}$

$= \frac{2}{\pi} HZ$

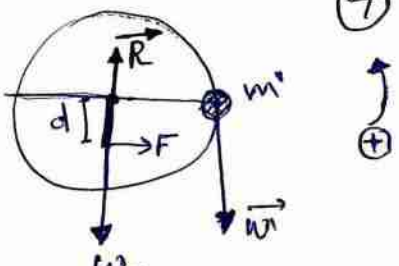
$P = \Gamma . \omega$

$\omega = 2\pi f$

$\omega = 2\pi . \frac{2}{\pi} = 4 \ rad.s^{-1}$

$\Rightarrow P = 2.10^{-3}.4 = 8.10^{-3} \ Watt$

④



ثقل الدولاب

جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: دولاب متوازن

القوى الخارجية المؤثرة $\vec{F}$ قوة كهرطيسية ✓

$\vec{w}$ ثقل الدولاب ✓

$\vec{R}$ رد فعل محور الدوران ✓

$\vec{w}$ ثقل الكتلة المضافة ✓

$$\sum \mathcal{M} = 0$$

$$\mathcal{M}_{\vec{R}} + \mathcal{M}_{\vec{w}} + \mathcal{M}_{\vec{F}} + \mathcal{M}_{\vec{w'}} = 0$$

$\mathcal{M}_{\vec{R}} = \mathcal{M}_{\vec{w}} = 0$ (حاملهما يلاقيان محور الدوران بكل خطة)

$$+d.F - d'.w' = 0$$

$$d.F = d'.w'$$

$$\frac{r}{2}.F = r.m'.g$$

$$\frac{1}{2}.F = m'.10$$

$$m' = \frac{\frac{1}{2}.4.10^{-2}}{10} = 2.10^{-3}\ kg$$

المسألة 13 عامة

$$\ell = 10 \times 10^{-2} = 10^{-1}\ m$$

$$m = 20.10^{-3} = 2.10^{-2}\ kg$$

$$B = 2.10^{-2}\ T$$

$$I = 15\ A$$

① المجال المدروس : الساقة

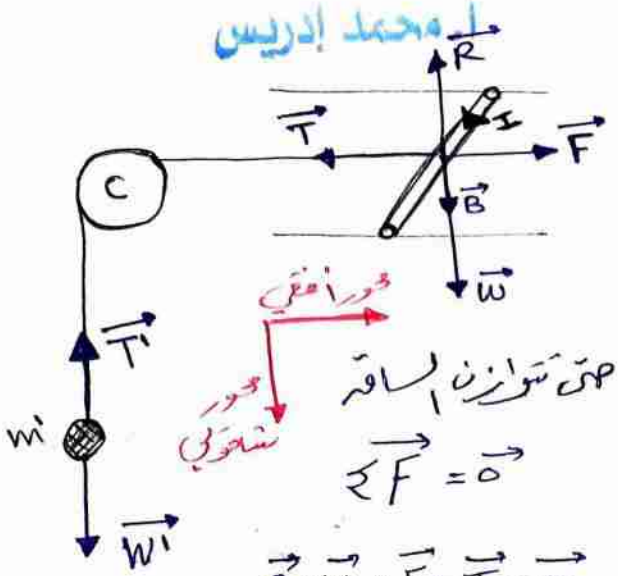
القوة الخارجية المؤثرة :

$\vec{w}$ ثقل الساقة

$\vec{R}$ رد فعل السكين

$\vec{F}$ قوة كهرطيسية

$\vec{T}$ توتر الخيط



عندما تتوازن الساقة

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

$$\vec{R} + \vec{w} + \vec{F} + \vec{T} = \vec{0}$$

بالاسقاط على محور أفقي نجد $\vec{F}$

$$0 + 0 + F - T = 0$$ (0 + 0 تعني انعدام المحور الأفقي)

$$\boxed{F = T}$$ ⊛

✓ المجال المدروس : كتلة معلقة

✓ القوى الخارجية المؤثرة

$\vec{w'}$ ثقل الكتلة المعلقة

$\vec{T'}$ توتر الخيط

الكتلة متوازنة

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

$$\vec{w} + \vec{T'} = 0$$

نسقط على المحور الشاقولي نحو الأسفل

$$w' - T' = 0$$

$$\boxed{w' = T'}$$ ♥

لكن $\boxed{T' = T}$ (نفس الخيط)

$$F = w'$$

$$I.\ell.B.\sin\frac{\pi}{2} = m'.g$$

$$m' = \frac{I \cdot l \cdot B \cdot 1}{g}$$

$$m' = \frac{15 \cdot 10^{-1} \cdot 2 \cdot 10^{-2}}{10} = 3 \cdot 10^{-3}\ kg$$

2 بعلة مدروسة : ساقر

القوى الخارجية المؤثرة

$\vec{w}$ ثقل الساقر

$\vec{R}$ رد فعل السكتين

$\vec{F}$ قوة كهرطيسية

$\vec{T'}$ توتر الخيط

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

$$\vec{R} + \vec{w} + \vec{F} + \vec{T'} = \vec{0}$$

بالإسقاط على محور شاقولي نحو الأسفل

$$-R + W + 0 + 0 = 0$$

$$W = R = m \cdot g = 2 \cdot 10^{-2} \cdot 10$$

$$= 2 \cdot 10^{1}\ N$$

المسألة 14 عامة.

$I = 20\ A$

$l = 10 \cdot 10^{-2} = 10^{-1}\ m$

$B = 2 \cdot 10^{-3}\ T$

$\theta = 30^\circ \quad (I\vec{l}\ ;\ \vec{B})$

$$F = I \cdot l \cdot B \cdot \sin\theta$$

$$= 20 \cdot 10^{-1} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot \sin 30$$

$$= 2 \cdot 10^{-3}\ N$$

المسألة 15 عامة

$v = 8 \cdot 10^3\ Km \cdot s^{-1} = 8 \cdot 10^3 \cdot 10^3 \cdot m \cdot s^{-1}$

$v = 8 \cdot 10^6\ m \cdot s^{-1}$

$v \perp \vec{B}$ نظمي

$B = 5 \cdot 10^{-3}\ T$

$$W_e = m_e \cdot g = 9 \cdot 10^{-31} \cdot 10 \quad (1)$$

$$= 9 \cdot 10^{-30}\ N$$

ثقل الإلكترون

$$F = e \cdot v \cdot B \cdot \sin\theta$$ لورنتز

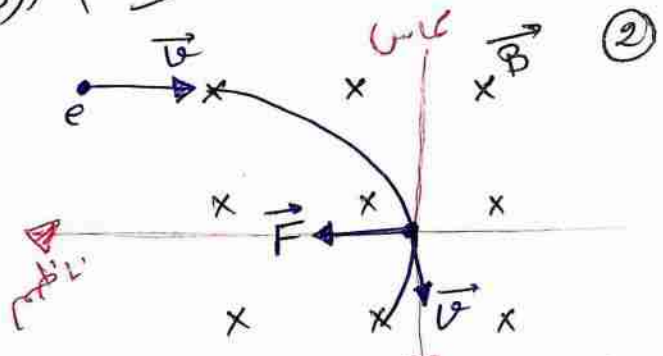
$$= 16 \times 10^{-20} \cdot 8 \cdot 10^6 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 1$$

$$F = 40 \cdot 16 \cdot 10^{-17} = 64 \cdot 10^{-16}\ N$$

$$W_e \ll F$$

يهمل ثقل الإلكترون لصغره أمام قوة لورنتز

(2)



- باطن الكف للداخل
- الإبهام يشير لـ $\vec{F}$ لورنتز

حركة دائرية منتظمة

$v = const$ ← عاسي $a_t = (v)'_t = 0$

a ← منظمي $a_c = \frac{v^2}{r}$

$a = a_c$ كي

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

$$\vec{F}_{\text{لورنتز}} = m_e \cdot \vec{a}$$

$$e \cdot \vec{v} \wedge \vec{B} = m_e \cdot \vec{a}$$

$$\vec{a} = \frac{e \cdot \vec{v} \wedge \vec{B}}{m_e}$$

من خواص الجداء الشعاعي

$$\vec{a} \perp \vec{B}$$

$$\vec{a} \perp \vec{v}$$

$\vec{a}$ محمولة على المماس

$\Leftarrow$ المماس $\perp$ $\vec{a}$

$\Leftarrow$ $\vec{a}$ محمول على الناظم

$\Leftarrow$ $a_{total} = a_c$ (تسارع كلي = تسارع ناظمي)

$\Leftarrow$ الحركة دائرية منتظمة

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

$$\vec{F}_{\text{لورنتز}} = m_e \cdot \vec{a}$$

بالإسقاط على الناظم

$$F = m_e \cdot a_c$$

$$e \cdot v \cdot B \cdot \sin\theta = m_e \cdot \frac{v^2}{r}$$

$$r = \frac{m_e \cdot v^2}{e \cdot v \cdot B \cdot 1}$$

معادلة نصف قطر مسار الإلكترون

$$r = \frac{9.10^{-31} \cdot (8.10^6)^2}{16.10^{-20} \cdot 8.10^6 \cdot 5.10^{-3}}$$

$$r = \frac{9.10^{-31} \cdot 8.10^6}{80.10^{-23}}$$

$$r = \frac{9.10^{-25}}{10^{-22}} = 9.10^{-3}\ m$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$ (3)

$$v = \omega \cdot r \Rightarrow \omega = \frac{v}{r} = \frac{8.10^6}{9.10^{-3}}$$

$$\omega = \frac{8}{9} \times 10^9\ rad.s^{-1}$$

$$T = \frac{2\pi}{\frac{8}{9}.10^9} = 2\pi \cdot \frac{9}{8}.10^{-9}$$

$$= \frac{9\pi}{4}.10^{-9}\ sec$$

التمرين 16 خاصة

$S = 25.10^{-4}\ m^2$

$\Rightarrow L = \sqrt{S} = 5.10^{-2}\ m$

$N = 50$ لفة

$B = 10^{-2}\ T$ $\quad I = 5A$

① $F = N.I.l.B.\sin\theta$

$F = 50.5.5.10^{-2}.10^{-2}.1$

$F = 125.10^{-3}\ N$

② $\Gamma = N.I.S.B.\sin\alpha$

$= 50.5.25.10^{-4}.10^{-2}.1$

$= 625.10^{-5}\ m.N$

③ $\alpha_1 = \frac{\pi}{2}$ واضح سابقا $\xrightarrow{\text{دار الإطار}}$ $\alpha_2 = 0$ توازن مستقر

$W = I.\Delta\Phi = I.(\Phi_2 - \Phi_1)$

$= I.(N.S.B.\cos\alpha_2 - N.S.B.\cos\alpha_1)$

$= I.N.S.B.(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$

$= 5.50.25.10^{-4}.10^{-2}\left(\cos 0 - \cos\frac{\pi}{2}\right)$ ($\cos 0 = 1$، $\cos\frac{\pi}{2} = 0$)

$= 625.10^{-5}\ J$

④ $I_{max} = 2.10^{-3}\ A$

$\theta' = 2.10^{-2}\ rad$

$\Sigma\Gamma = 0$

$\Gamma_{\text{كهرطيسية}} + \Gamma'_{\text{فتل}} = 0$

$N.I.S.B.\sin\alpha - k\theta' = 0$

$N.I.S.B.\sin\alpha = k\theta'$

$\alpha + \theta' = 90$ (متتامتان)

$\sin\alpha = \cos\theta'$

$N.I.S.B.\cos\theta' = k\theta'$

نأخذ θ'_{max}

$\cos\theta' = 1$

$N.I.S.B = K.\theta'$

$K = \frac{N.I.S.B}{\theta'}$

$K = \frac{50.2.10^{-3}.25.10^{-4}.10^{-2}}{2.10^{-3}}$

$K = 125.10^{-6}\ m.N.rad^{-1}$

$\theta' = G.I \Rightarrow G = \frac{\theta'}{I}$

$\Rightarrow G = \frac{2.10^{-2}}{2.10^{-3}} = 10\ rad.A^{-1}$

$$\Rightarrow K' = 125.10^{-7}\ m.N.Rad^{-1}$$

التمرين 17 حالة 2 :

$S = 200 \times 10^{-4} = 2.10^{-2}\ m^2$

$N = 100$ لفة

$I = 3\ A$

$B = 10^{-1}\ T$

الزاوية بين مستوى الملف (نقطة d) والناظم $\vec{n}$ هي 90 ✓

$\alpha = (\vec{B}\ \hat{,}\ \vec{n})$ ✓

$(\vec{B}\ \hat{,}\ d) = 60$ ✓

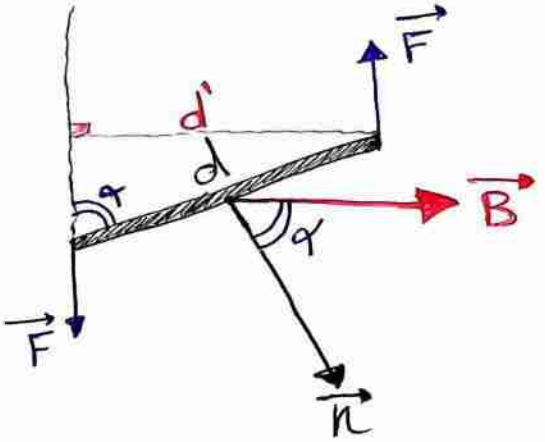
مستوى الملف

$\Rightarrow \boxed{\alpha = 30}$ ✓

$$\Gamma = N.I.S.B.\sin\alpha$$

$\Gamma = 100.3.2.10^{-2}.10^{-1}.\sin 30$

$\Gamma = 6.10^{-1}.\frac{1}{2} = 3.10^{-1}\ m.N$



② الحالة الثانية

$$G = \frac{N.S.B}{K}$$

$$G = \frac{50.25.10^{-4}.10^{-2}}{125.10^{-6}} = 10\ rad^{-1}.A$$

⑤ الحالة الجديدة $G' = 10\,G$

قبل التغير $G = \frac{N.S.B}{K}$

بعد التغير $G' = \frac{N.S.B}{K'}$

نسب

$$\frac{G}{G'} = \frac{\frac{N.S.B}{K}}{\frac{N.S.B}{K'}} = \frac{\frac{1}{K}}{\frac{1}{K'}}$$

$$\frac{G}{G'} = \frac{1}{K} \times \frac{K'}{1}$$

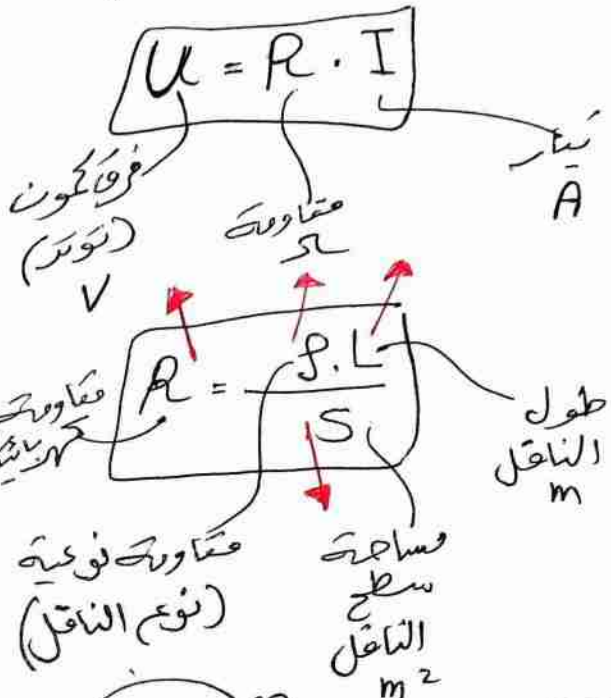
$$\frac{G}{G'} = \frac{K'}{K}$$

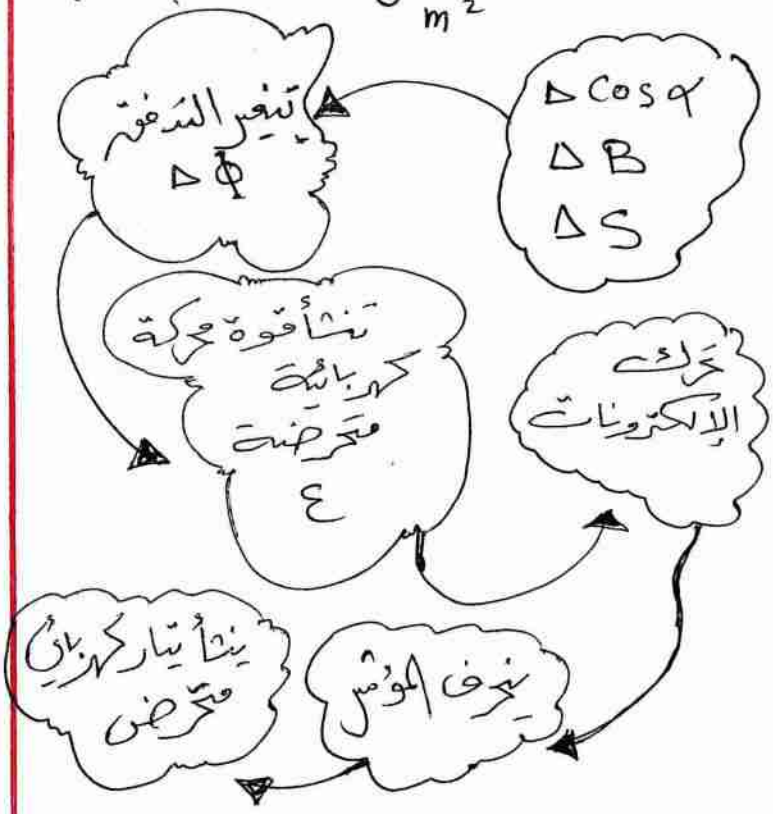
$$\frac{G}{10G} = \frac{K'}{K}$$

$$\frac{1}{10} = \frac{K'}{K}$$

$$K' = \frac{K}{10} = \frac{125.10^{-6}}{10}$$

التحريض الكهرطيسي





قانون فاراداي:

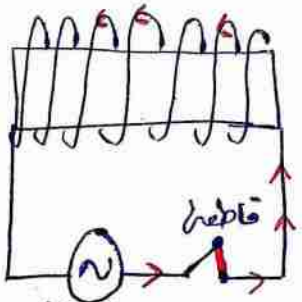
يتولد التيار المتحرض في دارة مغلقة إذا تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازها ويدوم هذا التيار بدوام تغير التدفق وينعدم هذا التيار بثبات التدفق المغناطيسي المحرض.

سؤال: في تجربة لدينا وشيعتين متقابلتين لهما المحور نفسه

نصل طرفي الوشيعة الأولى بمأخذ تيار متناوب (مولد) ⓝ

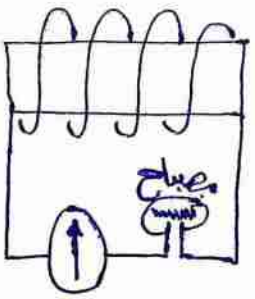
ونصل طرفي الوشيعة الثانية بمصباح ومقياس ميكرو أمبير

نغلق دارة الوشيعة الأولى



منبع تيار متناوب (متغير)

① الوشيعة الأولى (جملة محرضة)



② الوشيعة الثانية (جملة متحرضة)

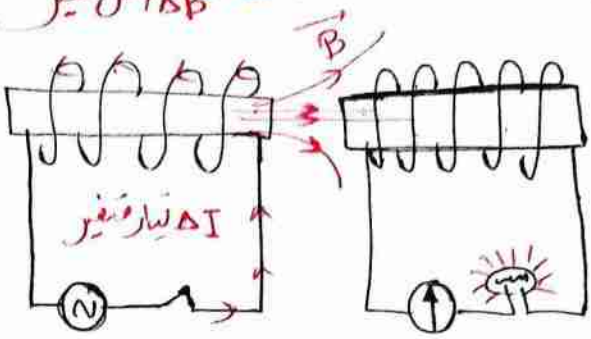
a. ماذا تلاحظ؟ فسّر إجابتك؟

b. ماذا تتوقع لو اجتبنا المولد المتناوب في الوشيعة الأولى بمولد متواصل؟ فسّر ذلك؟

c. ما الحلول المناسبة برأيك لإضاءة المصباح بالوشيعة ②؟

الحل

a



✓ نلاحظ إضاءة المصباح في الوشيعة الثانية

✓ انحراف المؤشر

ΔI متغير ← ΔB متغير ← $\Delta\Phi$ متغير بمرور

← ع.ك.ك ← قوة تحريك كهربائية ← تحرك الإلكترونات ← نشأ I متحرض

← أضاء المصباح

✓ دليل تولد تيار كهربائي بالوشيعة الثانية بالرغم من أنها ليست موصولة إلى مولد

✓ أي تولد في الوشيعة الثانية تيار متحرض ناتج عن عملية تحريض كهرطيسي

التفسير ✓ نتيجة التيار المتناوب بالوشيعة الأولى نشأ فيها حقل مغناطيسي $\vec{B}$ متغير

✓ يتدفق هذا الحقل $\vec{B}$ من الوشيعة الأولى إلى الوشيعة الثانية وهذا التدفق متغير

✓ وتغير التدفق المغناطيسي في الوشيعة الثانية ينشأ بالوشيعة قوة تحريك كهربائية متحرضة ع تعمل على تحريك الإلكترونات (للوشيعة)

✓ فينشأ فيها تيار متحرض ويضيء المصباح

b ✓ سوف يكون التيار في الوشيعة الأولى ثابت وحقله $\vec{B}$ المتولد عنه ثابت

✓ والتدفق المغناطيسي من الوشيعة الأولى إلى الوشيعة الثانية ثابت

✓ ومنه لا يحدث تحريض كهرطيسي ولا يضيء المصباح

c ✓ يجب تغير التدفق المغناطيسي من الوشيعة الأولى إلى الوشيعة الثانية

✓ فتح وإغلاق القاطعة بالوشيعة الأولى باستمرار يؤدي إلى:

ΔI ① ← ΔB ① ← $\Delta\Phi$ ② ← نشوء ع ② ← تحرك الكترونات $\bar{e}$ ② ← نشأ I متحرض ② ← إضاءة المصباح ②

✓ تقريب وإبعاد إحدى الوشيعتين من الأخرى باستمرار يؤدي إلى:

ΔB ① ← $\Delta\Phi$ ② ← نشوء ع ② ← تحريك الكترونات $\bar{e}$ ②

نشأ I متحرض ② ← إضاءة المصباح ②

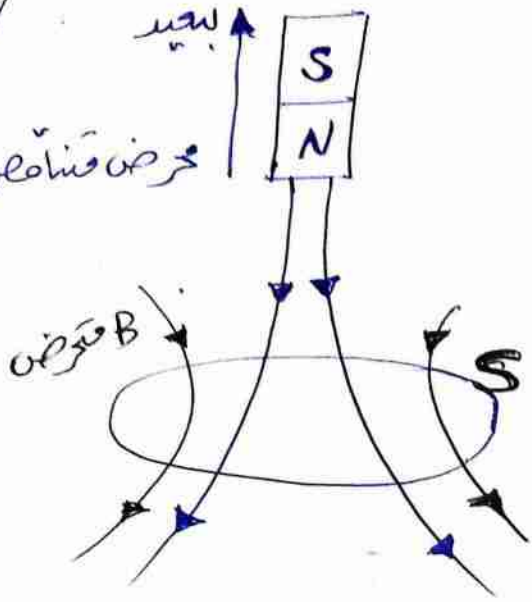
✓ تغير المقاومة الكهربائية بالوشيعة الأولى يؤدي إلى:

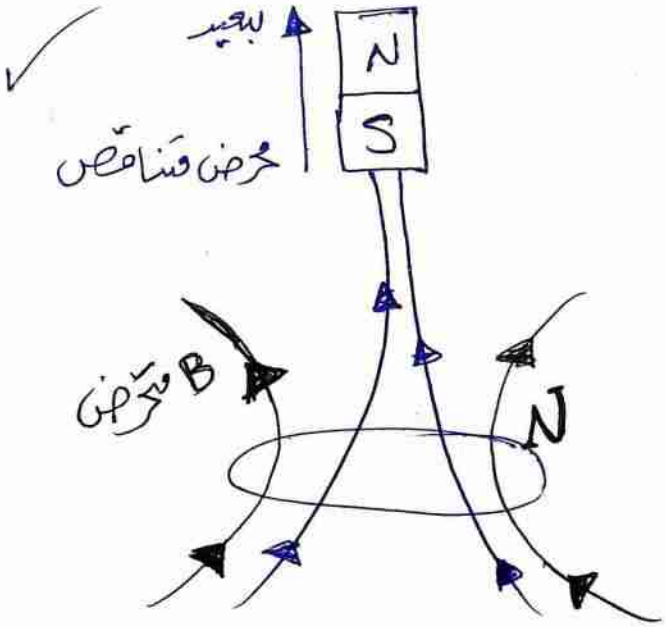
ΔR ① ← ΔI ① ← ΔB ① ← $\Delta\Phi$ ② ← ع ② ← $\bar{e}$ ② ← I متحرض ② ← إضاءة ②

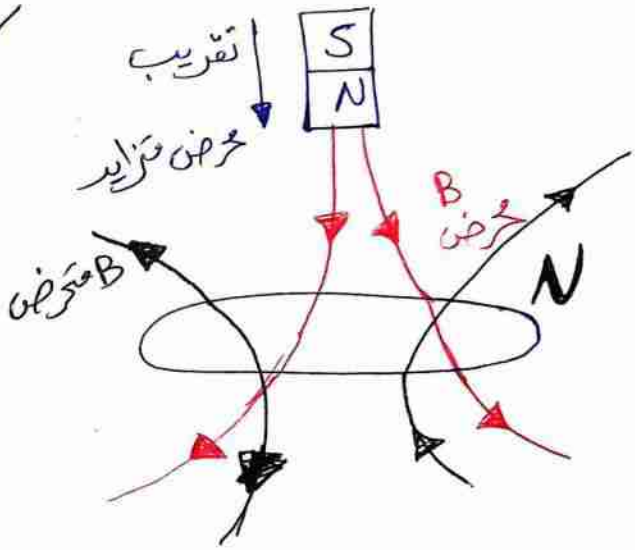
قانون لنز في تحديد جهة التيار المتحرض :

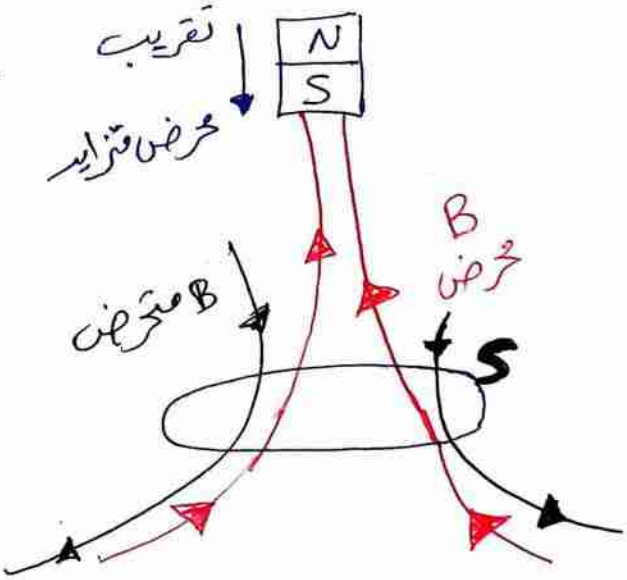
إنّ جهة التيار المتحرض تكون بحيث تتبع أفعالاً مغناطيسية تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه

ΔB محرض ← $\Delta \Phi$ ← ε متحرض ← تيار I متحرض ← B متحرض









B محرض متزايد ⇐ B متحرض عكسها

B محرض متناقص ⇐ B متحرض يجانسها

أ. محمد إدريس

✓ تقريب قطب مغناطيسي من وجه ملف
⇐ يعطي قطب مشابه
⇐ تناف.

✓ إبعاد قطب مغناطيسي من وجه ملف
⇐ يعطي قطب مخالف
⇐ تجاذب

✓ $\varepsilon = \frac{-d\Phi}{dt}$

ε: القوة المحركة الكهربائية المتحرضة — Volt
$d\Phi$: تغير تدفق
dt: تغير زمن

للمسائل: $\varepsilon = \frac{-\Delta\Phi}{\Delta t}$

هام سؤال

في تجربة الكتين التحريضية
(المولد الكهربائي)

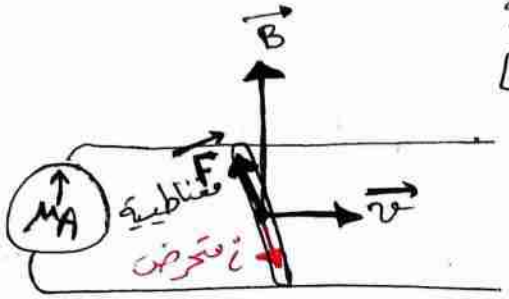
① فسر الكترونيا" نشوء التيار المتحرض والقوة الكهربائية المتحرضة موضحا" بالرسم في كل من الحالتين
[a] دارة مغلقة
[b] دارة مفتوحة

② استنتج العلاقة المعبرة عن كل من
[a] القوة المحركة الكهربائية المتحرضة
[b] التيار المتحرض
[c] الاستطاعة الكهربائية الناتجة

③ برهن تحول الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية في المولد الكهربائي

الحل

[a]



في حالة دارة مغلقة نلاحظ انحراف مؤشر مقياس الميكرو أمبير وهذا يدل على نشوء تيار متحرض

التفسير: عند تحريك الساق بسرعة ثابتة $\vec{v}$ عمودياً على خطوط الحقل $\vec{B}$ فإن الإلكترونات الحرة داخل الساق ستوف تتحرك بنفس السرعة $\vec{v}$ ضمن خطوط الحقل $\vec{B}$ وتنشأ داخل الساق قوة مغناطيسية $\vec{F} = e\vec{v} \wedge \vec{B}$ تحدد جهتها (حسب قاعدة اليد اليمنى)

✓ تعمل $\vec{F}$ مغناطيسية على تحريك الإلكترونات داخل الساق وفق حاملها وتعترض

✓ وتتولد قوة محركة كهربائية متحرضة بسبب مرور تيار كهربائي متحرض عبر الدارة المغلقة تكون جهتها بعكس جهة حركة الإلكترونات أي [بعكس جهة $\vec{F}$ مغناطيسية]

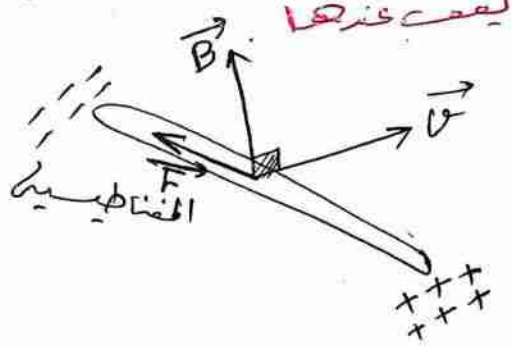
b حالة دارة مفتوحة :

✓ عند حركة الإلكترونات بسرعة $\vec{v}$ ضمن حقل مغناطيسي $\vec{B}$ تنشأ قوة مغناطيسية تعمل على نقل الإلكترونات الحرة من أحد طرفي الساق إلى الطرف الآخر.

✓ فتتراكم الشحنات السالبة في أحد طرفي الساق وتقابلها تراكم للشحنات الموجبة في الطرف الآخر

✓ فينشأ بين طرفي الساق فرق بالكمون هو تفسير القوة المحركة الكهربائية المتحرضة

يستمر هذا التراكم إلى قيمة معينة يقف عندها



(2) **a** عند تحريك الساق بسرعة ثابتة $\vec{v}$ عمودية على $\vec{B}$ خلال فاصل زمني Δt فإنه :

تقطع مسافة $\Delta x = v \cdot \Delta t$

وتمسح سطحاً $\Delta S = L \cdot \Delta x$

$\Delta S = L \cdot v \cdot \Delta t$

ويتغير المتدفق $\Delta\Phi = B \cdot \Delta S \cdot \cos\alpha$

$\Delta\Phi = B \cdot L \cdot v \cdot \Delta t \cdot 1$

وتتولد قوة محركة كهربائية متحرضة

$$\mathcal{E} = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \frac{B \cdot L \cdot v \cdot \Delta t}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E} = B \cdot L \cdot v$$

b

بالدارة المغلقة يمر تيار متحرض

$$i = \frac{U}{R} = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

($\mathcal{E}$: قوة محركة كهربائية، R: مقاومة كهربائية)

$$i = \frac{B \cdot L \cdot v}{R}$$

c

$P = \mathcal{E} \cdot i$ كهربائية

$$P = B \cdot L \cdot v \cdot \frac{B \cdot L \cdot v}{R}$$

$$P = \frac{B^2 \cdot L^2 \cdot v^2}{R}$$

أ. محمد إدريس

③ عند تحريك الساق بسرعة $\vec{v}$ تنشأ قوة كهرطيسية تعاكس جهة حركة الساق المولدة للتيار المتحرض ولاستمرار هذا التيار يجب التغلب على القوة الكهرطيسية بصرف استطاعة ميكانيكية

$$i = \frac{B.L.v}{R}$$ تيار متحرض

$$P_{كهربائية} = \frac{B^2.L^2.v^2}{R}$$

$P_{ميكانيكية} = F.v$ (الانسحابية)

$F_{كهرطيسية} = I.L.B.\sin\alpha$

$= i.L.B.1$

$$F = i.L.B$$

$$i = \frac{B.L.v}{R}$$

$$F = \frac{B.L.v}{R}.L.B$$

$$F = \frac{B^2.L^2.v}{R}$$

$$P_{ميكانيكية} = \frac{B^2.L^2.v}{R}.v$$

$$P_{ميكانيكية} = \frac{B^2.L^2.v^2}{R} = P_{كهربائية}$$

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

سؤال: في تجربة تتكون إطار من N لفة متماثلة من سلك فلزي معزول مساحة كل منها S يدور حول محور شاقولي في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم $\vec{B}$ يصنع زاويا α مع ناظم الإطار في لحظة ما أثناء الدوران.

① استنتج العلاقة المحددة للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآنية في مولد التيار المتناوب الجيبي.

② ارسم المخطط البياني لتغيرات e, Φ بدلالة ωt خلال دورة كاملة.

③ فاذا يدعى التيار الحاصل وماذا يمثل واكتب تابعة الزمني؟

④ بيّن متى تكون القوة المحركة الكهربائية المتناوبة.

a موجبة وسالبة.

b عظمى وصغرى.

c معدومة.

الحل

① يدور الإطار بسرعة زاوية ω ثابتة خلال زمن t فيصنع ناظم الإطار مع شعاع الحقل المغناطيسي المنتظم زاوية α

السرعة = المسافة / الزمن

$\omega = \frac{\alpha}{t}$ ← المسافة الزاوية المقطوعة خلال الدوران

⑥ $\Rightarrow \alpha = \omega.t$

أ. محمد إدريس

$$\Phi = B.S.\cos\alpha$$

$$\Phi = N.S.B.\cos\alpha$$

$$\boxed{\Phi = N.S.B.\cos\omega t}$$

القوة المحركة الكهربائية المتحرضة

$$\boxed{\varepsilon = \frac{-d\Phi}{dt}}$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = (\Phi)'_t = \left(N.S.B.\cos\omega t\right)'_t$$

$$\frac{dx}{dt} = (x)'_t \qquad \frac{dv}{dt} = (v)'_t$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = -\omega.N.S.B.\sin\omega t$$

$$\Rightarrow \varepsilon = -\left(-\omega.N.S.B.\sin\omega t\right)$$

$$\boxed{\varepsilon = +\omega.N.S.B.\sin\omega t}$$

$\sin\omega t = 1 \Rightarrow$ نظم ε

$$\boxed{\varepsilon_{max} = \omega.N.S.B}$$

$$\Rightarrow \boxed{\varepsilon = \varepsilon_{max}.\sin\omega t}$$

(2) $\boxed{\varepsilon = \varepsilon_{max}.\sin\omega t}$

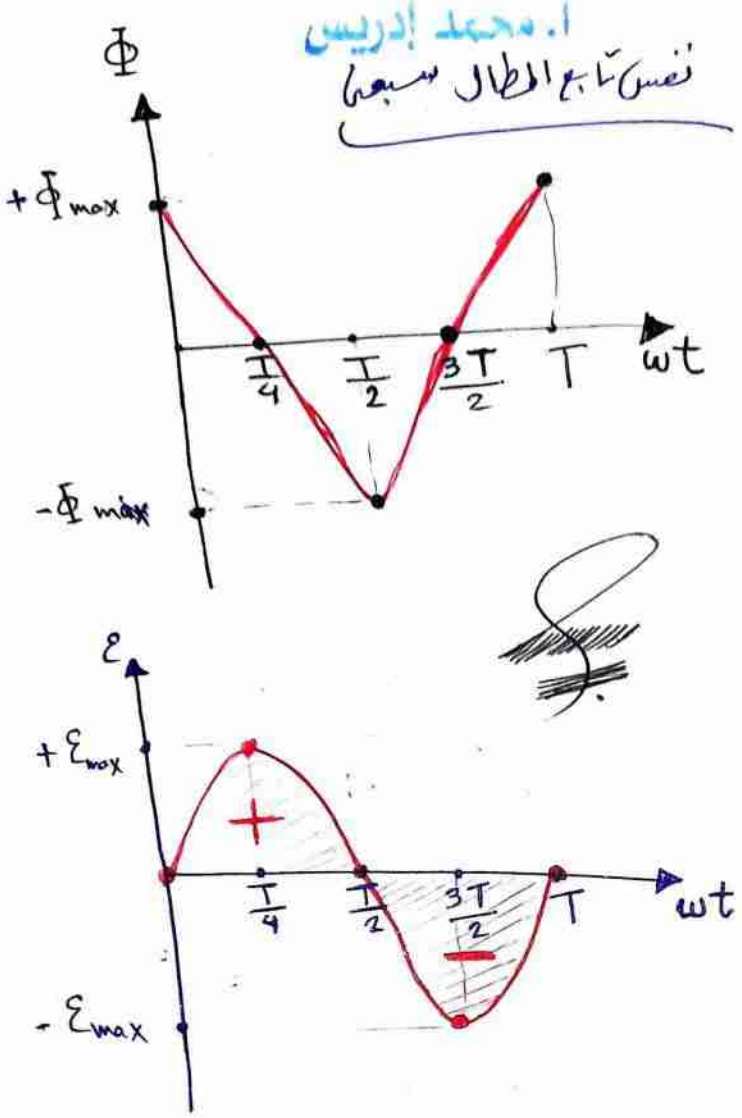
تابع القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآنية

$$\boxed{\Phi = N.S.B.\cos\omega t}$$

تابع التدفق المغناطيسي

$$\boxed{\omega = \frac{2\pi}{T}} \Rightarrow \boxed{\Phi = N.S.B.\cos\frac{2\pi}{T}t}$$

نفس تابع الطال سبقها



(3) يدعى بالتيار المتناوب الجيبي

(لأن القوة المحركة الكهربائية متناوبة)

$$\varepsilon = \varepsilon_{max}.\sin\omega t$$

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon_{max}.\sin\omega t}{R}$$

$$\boxed{i = \frac{\varepsilon_{max}}{R}.\sin\omega t}$$

(4) a موجبة (في النصف الأول من الدور)

سالبة (في النصف الثاني للدور)

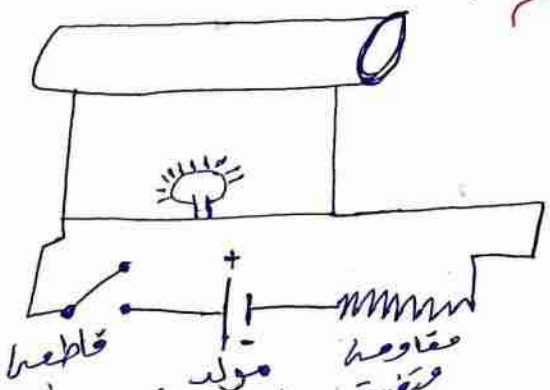
b تنعدم (في نهاية الربع الأول للدور)

صغرى

(7) (في نهاية ثلاثة أرباع الدور)

ⓒ معدومة (في بداية وفي نهاية وسنتصف الدور)

سؤال :



في الدارة الموضحة بالشكل

① فسر كل مما يلي :

✓ عند فتح القاطعة توهج المصباح بشدة قبل أن ينطفئ.

✓ عند إغلاق القاطعة يتوهج المصباح ثم تخبو إضاءته.

② ماذا نسمي الدارة والحادثة في هذه الحالة ولماذا ؟

①

✓ عند فتح القاطعة : تنقص شدة التيار المار بالوشيعة

وعند يتناقص التدفق للحقل المغناطيسي المتولد بالوشيعة ذاتيا

ويتولد بالوشيعة ذاتيا قوة محركة كهربائية متحرضة تكون أكبر من القوة المحركة الكهربائية للمولد

حيث $\frac{di}{dt}$ أكبر ما يمكن لحظة فتح القاطعة

وزمن تناقص الشدة متناهي في الصغر

✓ عند إغلاق القاطعة :

تزداد شدة التيار المار بالوشيعة فيزداد التدفق المغناطيسي عبر الوشيعة ذاتيا ويتولد بالوشيعة ذاتيا قوة محركة كهربائية متحرضة تعاكس مرور التيار فيها

فيمر التيار فقط في المصباح فيتوهج ولكن $\frac{di}{dt}$ (تغير التيار) يتناقص

وازدياد مرور التيار بالوشيعة حتى ثبابته.

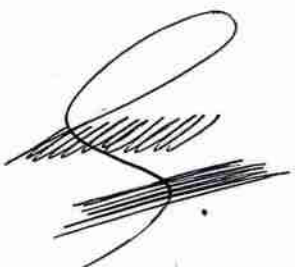
وتنعدم القوة المحركة الكهربائية المتحرضة

وعند تخبو إضاءة المصباح

② ندعو الدارة بالدارة المتحرضة الذاتية

تسمى الحادثة التحريض الذاتي

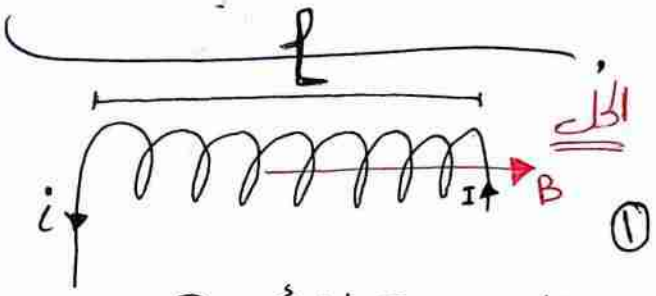
لأن الوشيعة قامت بدور محرض ومتحرض بآن واحد.



السؤال: وشيعة طولها L مؤلفة من N لفة يمر فيها تيار متغير

1. استنتج العلاقة المعبرة عن ذاتية وشيعة، وعرف الهنري.
2. استنتج علاقة التدفق الذاتي عبر الوشيعة.
3. استنتج العلاقة المعبرة عن القوة المحركة التحريضية الذاتية.
4. أكتب العلاقة المعبرة عن القوة المحركة التحريضية الذاتية ثم فسرها عند
   - A تزايد شدة التيار
   - B تناقص شدة التيار
5. أكتب العلاقة المعبرة عن ذاتية وشيعة ثم كيف تتحول تلك العلاقة من أجل وشيعة طولها ℓ وطول سلكها ℓ'

الحل



① عند مرور I ينشأ B

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N \cdot I}{\ell}$$

فيكون التدفق المغناطيسي

$$\Phi = N \cdot S \cdot B \cdot \cos(0)$$

$$\Phi = N \cdot S \left(4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N \cdot I}{\ell} \right)$$

$$\Phi = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2 \cdot S}{\ell} \, i$$

ثوابت Const

$$\text{ذاتية الوشيعة } L = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2 \cdot S}{\ell}$$

الهنري H

② $\Phi = L \cdot i$

التدفق الذاتي عبر الوشيعة

الهنري: $L = \frac{\Phi}{i}$ weber / A = هنري H

هو ذاتية دارة مغلقة يجتازها تدفق مغناطيسي واحد ويب عندما يمر فيها تيار كهربائي واحد أمبير

③ $\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$

$$\varepsilon = -\frac{d(L \cdot i)}{dt} = \boxed{-L \cdot \frac{di}{dt}}$$

قوة محركة كهربائية تحريضية ذاتية

④ $\varepsilon = -L \cdot \frac{di}{dt}$

A تزايد التيار $\Leftarrow di > 0$

$\Leftarrow \varepsilon < 0$

جهة التيار المتحرض عكس جهة التيار المحرض

B تناقص التيار ← $di < 0$

$\varepsilon > 0$ ⇐

⇐ يعاند التيار المتزايد مع تعاند التيار المتناقص

$$L = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2 \cdot S}{\ell} \quad (5)$$

$S = \pi r^2$ دائرة

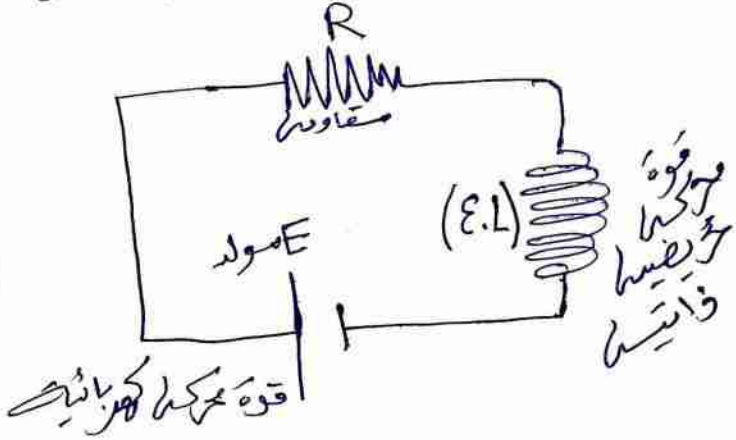
N عدد لفات الوشيعة $= \frac{\ell'}{2\pi \cdot r}$ ← طول سلكي

$$L = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\frac{\ell'^2}{4\pi^2 \cdot r^2} \cdot \pi \cdot r^2}{\ell}$$

$$L = 10^{-7} \cdot \frac{\ell'^2}{\ell}$$

ذاتية وشيعة طولها ℓ وطول سلكي ℓ'

سؤال: استنتج الطاقة الكهرطيسية المختزنة في وشيعة ذاتيتها L



مكون كيرشوف الثاني

$$E + \varepsilon = R \cdot i$$

$$E - L \cdot \frac{di}{dt} = R \cdot i$$

$$E = L \cdot \frac{di}{dt} + R \cdot i$$

نضرب الطرفين بـ $(i.dt)$

$$E \cdot i \cdot dt = L \cdot \frac{di}{dt} \cdot i \cdot dt + R \cdot i \cdot i \cdot dt$$

$$E \cdot i \cdot dt = L \cdot di \cdot i + R \cdot i^2 \cdot dt$$

① ② ③

الحد الأول يمثل: الطاقة الكهربائية التي يقدمها المولد خلال زمن dt.

الحد الثاني يمثل: الطاقة الكهرطيسية التي تختزنها الوشيعة.

الحد الثالث يمثل: الطاقة الحرارية المستهلكة في المقاومة الكهربائية خلال زمن dt.

$$E_L = L \cdot di \cdot i = \int_0^i L \cdot i \cdot di$$

$$E_L = L \cdot \int_0^i i \cdot di = L \cdot \frac{i^2}{2}$$

$$E_L = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2$$

الطاقة الكهرطيسية المختزنة بوشيعة

$$= \frac{1}{2} L \cdot i \cdot i$$

$\Phi = L \cdot i$

$$E_L = \frac{1}{2} \Phi \cdot i$$

مسألة وشيعة طولها 20 cm وطول سلكها 40 m بطبقة واحدة ومتقاربة الأسلاك مهملة والمطلوب

① أحسب ذاتية الوشيعة

② إذا كان نصف قطر اللفة الواحدة 4cm أحسب عدد لفات الوشيعة

③ نمرر بالوشيعة تيار كهربائي تزداد شدته بانتظام من الصفر إلى 10A خلال 0,5sec أحسب القوة المحركة الكهربائية المتولدة داخل الوشيعة محدداً جهة التيار المتحرض

④ أحسب الطاقة الكهرطيسية بالوشيعة

$\ell = 20\,cm = 20 \cdot 10^{-2} = 2 \cdot 10^{-1}\,m$ طول

$\ell' = 40\,m$ طول سلكها

① $L = 10^{-7} \frac{\ell'^2}{\ell}$ الذاتية — ℓ' طول سلكها، ℓ طولها

$L = 10^{-7} \frac{1600}{2 \cdot 10^{-1}}$

$L = 10^{-6} \cdot 800$

$L = 8 \cdot 10^{-4}\,H$

$r = 4 \cdot cm = 4 \cdot 10^{-2}\,m$

② $N = \frac{\ell'}{2\pi r}$ حيث ℓ' طول سلكها

$N = \frac{40}{2\pi \cdot 4 \cdot 10^{-2}}$

$N = \frac{20}{4\pi \cdot 10^{-2}} = \frac{20}{12,5 \times 10^{-2}}$

$N = \frac{2000}{12,5} = \frac{1000}{6,25}$

$N = \frac{100000}{625} = \frac{20000}{125}$

$N = \frac{4000}{25} = \frac{800}{5} = 160$ لفة

③ $\mathcal{E} = \frac{-\Delta\Phi}{\Delta t}$

$\Phi_1 = 0$ لأن $I_1 = 0$

$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$

$\Delta\Phi = N \cdot S \cdot B \cdot \cos 0 - 0$

$S = \pi r^2 = \pi \cdot 16 \cdot 10^{-4} = 16\pi \cdot 10^{-4}\,m^2$

$B_{\text{وشيعة}} = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{N \cdot I}{\ell}$

$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{160 \cdot 10}{2 \cdot 10^{-1}}$

$B = 4\pi \cdot 10^{-6} \cdot 80 \cdot 10$

$B = 32\pi \cdot 10^{-4}\,T$

$$\Delta\Phi = N \cdot S \cdot B \cdot \cos\theta$$

(1)

$$= N \cdot S \cdot B$$
$$= 160 \cdot 16\pi \cdot 10^{-4} \cdot 32\pi \cdot 10^{-4}$$
$$= 160 \cdot 160 \cdot 10^{-4} \cdot 32 \cdot 10^{-4}$$
$$= 256 \cdot 10^{-2} \cdot 32 \cdot 10^{-4}$$

$$\Delta\Phi = 8192 \cdot 10^{-6} \text{ weber}$$

$$\Rightarrow \boxed{\varepsilon = \frac{-\Delta\Phi}{\Delta t}} = \frac{-8192 \cdot 10^{-6}}{\frac{1}{2}}$$

(1)

$$\varepsilon = 16384 \cdot 10^{-6} \text{ volt}$$

جهد التيار المتردد عكس جهة
التيار المتردد

$$0 \xrightarrow{\text{زاد}} 10A$$

(ع)

$$E_L = \frac{1}{2} \cdot L I^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 10^{-4} \cdot 100$$
$$= 4 \cdot 10^{-4} \cdot 100$$
$$= 4 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$

أ. محمد إدريس

ملاحظات مسائل

① حساب شدة التيار المتحرض ← مباشرة إلى المقياس الملفاني

$$i = \frac{\varepsilon}{R}$$

② القوة المحركة الكهربائية المتحرضة (التحريضية)

$$\varepsilon = \frac{-\Delta\Phi}{\Delta t}$$

volt

$\Delta\Phi$ نفس الشيء

✓ تغير ΔB

$$\Delta B = B_2 - B_1$$

- تضاعف شدة الحقل $B_2 = 2B_1$
- تزداد شدة الحقل من ـــ إلى ـــ
- تنقص شدة الحقل من ـــ إلى ـــ

✓ تغلق القاطعة ⇐ تزداد شدة التيار من ـــ إلى ـــ

✓ تفتح القاطعة ⇐ تنقص شدة التيار من ـــ إلى ـــ

$$\Rightarrow \varepsilon = \frac{-\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{-N.S.\Delta B.\cos\alpha}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \varepsilon = \frac{-N.S.(B_2 - B_1).\cos\alpha}{\Delta t}$$

✓ تغير الزاوية $\Delta\cos\alpha$

$$\Delta\cos\alpha = \cos\alpha_2 - \cos\alpha_1$$

$$\alpha = \vec{B}, \vec{n}$$

$\vec{B} \perp \vec{n} \Rightarrow B \parallel$ السطح ✓ ناظمي

$$\alpha = \frac{\pi}{2}$$

$\vec{B} \parallel \vec{n} \Rightarrow B \perp$ السطح ✓

توازن مستقر $\alpha = 0$

$$\alpha + \theta' = 90$$ ✓

زاوية الدوران

$$\varepsilon = \frac{-\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{-N.S.B\,\Delta\cos\alpha}{\Delta t}$$ ✓

$$= \frac{-N.S.B.(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)}{\Delta t}$$

✓ تغير ΔS (عند تحريك الساق بسرعة ثابتة تعامد $\vec{B}$)

تنقل مسافة $\Delta x = v.\Delta t$

وتمسح سطحاً $\Delta S = L.\Delta x$

وتغير التدفق $\Delta\Phi = B.\Delta S.\cos\alpha$

$\cos\alpha = 1$ غالباً

$$\Delta\Phi = B.\Delta S$$
$$= B.L.\Delta x$$
$$= B.L.v.\Delta t$$

وتنشأ ع

$$|\varepsilon| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B.L.v.\Delta t}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = B.L.v$$

بحالة دارة مغلقة ينشأ تيار متحرض

$$i_{متحرض} = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{B.L.v}{R}$$

✓ بحالة دارة مفتوحة ← لا ينشأ تيار

يكون فرق الكمون بين طرفي الساق يساوي القيمة المطلقة للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة

$$U_{AB} = |\varepsilon| = B.L.v$$

فرق الكمون

✓ عيّن جهة التيار المتحرض :

حسب قاعدة اليد اليمنى

إن جهة التيار المتحرض بجهة أصابع يد يمنى إبهامها يشير إلى الحقل المتحرض الذي هو

★ يعاكس الحقل المحرض لأنه متزايد

من نص المسألة

يزداد الحقل أو يزداد التيار أو تقترب قطب مغناطيسي

أو $\varepsilon < 0 \Rightarrow \Delta\Phi > 0$

سالبة

$\Rightarrow$ محرض متزايد

★★ يوافق الحقل المحرض لأنه متناقص

يتناقص الحقل أو يتناقص التيار

أو إبعاد قطب مغناطيسي

أو $\varepsilon > 0 \Rightarrow \Delta\Phi < 0$

$\Rightarrow$ محرض متناقص

✓ تقريب قطب مغناطيسي

من وجه ملف يعطي قطب مشابه

✓ عند إبعاد قطب مغناطيسي

من وجه ملف يعطي قطب مخالف

✓ القوة المحركة الكهربائية المتحرضة

(الآنية - المتناوبة - الجيبية)

سرعة زاوية ثابتة ← حركة دائرية منتظمة

$$\omega = \frac{\alpha}{t} \Rightarrow \alpha = \omega.t$$

$$\Phi = N.S.B.\cos\alpha$$

$$\Phi = N.S.B.\cos\omega t$$

$$\varepsilon = \frac{-d\Phi}{dt} = -(\Phi)'_t$$

$$\varepsilon = -\left(N \cdot S \cdot B \cdot \cos\omega t\right)'_t$$

$$= -\left(-\omega \cdot N \cdot S \cdot B \cdot \sin\omega t\right)$$

$$\boxed{\varepsilon = +\omega \cdot N \cdot S \cdot B \cdot \sin\omega t}$$

$\sin\omega t = 1$ لما ε_{max}

$$\boxed{\varepsilon_{max} = \omega \cdot N \cdot S \cdot B}$$

القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الأنية العظمى

$$\boxed{\varepsilon = \varepsilon_{max} \cdot \sin\omega t}$$

تابع القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الأنية المتناوبة

✓ تابع التيار المتحرض

$$\boxed{i = \frac{\varepsilon}{R}}$$

$$\boxed{i = \frac{\varepsilon_{max}}{R} \cdot \sin\omega t}$$

✓ كمية الكهرباء المتحرضة

$$\boxed{\Delta q = i \cdot \Delta t}$$

زمن

تيار متحرض

واحدة C كولوم

✓ التحريض الذاتي

n عدد الطبقات $= \dfrac{N}{N'}$ عدد اللفات الكلي / عدد اللفات بالطبقة الواحدة

N' عدد اللفات بالطبقة الواحدة $= \dfrac{\ell}{2r'}$ طول الوشيعة / قطر سلك

N عدد اللفات الكلي $= \dfrac{\ell'}{2\pi r}$ طول السلك / محيط

ℓ' طول سلك الوشيعة $= N \cdot 2\pi \cdot r$

عدد اللفات الكلي

✓ في وجود نواة حديدية داخل الوشيعة عامل انفاذها μ

$$\mu = \frac{B_{total}}{B}$$

حقل مع النواة الحديدية

حقل دون النواة

✓ حساب ذاتية وشيعة

$$L = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2 \cdot S}{\ell}$$

الهنري H

✓ ذاتية وشيعة طولها l وطول سلكها l'

$$L = 10^{-7} \cdot \frac{l'^2}{l}$$

L: ذاتية — l': طول سلكها — l: طول الوشيعة

✓ القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الذاتية

$$\varepsilon = -L \cdot \frac{di}{dt}$$

L: الذاتية — الهنري H

$$\frac{di}{dt} = (i)'_t$$

مثال: $i = 5 - 2t$

$$(i)'_t = -2$$

✓ أحسب المتغير في اللحظة $t = 0$

$$\Rightarrow i = 5 - 2(0) = 5$$

✓ التدفق المغناطيسي الذاتي

$$\Phi = L \cdot i$$

✓ تغير التدفق

$$\Delta\Phi = L \cdot \Delta i = L \cdot (i_2 - i_1)$$

✓ الطاقة الكهرطيسية المختزنة بالوشيعة

$$E_L = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2$$

- مبدأُ المولِد: يحوّلُ الطّاقةَ الميكانيكيّةَ إلى طاقةٍ كهربائيّةٍ، وتكونُ الاستطاعةُ الميكانيكيّةُ مُساويةً للاستطاعةِ الكهربائيّة.
- مبدأُ المُحرّك: يحوّلُ الطّاقةَ الكهربائيّةَ إلى الطّاقة الميكانيكيّة.
- مولِدُ التيّارِ المُتناوِب الجيبيّ: يعتمدُ على دوران دارةٍ كهربائيّةٍ مُغلَقة ضمنَ حقلٍ مغناطيسيّ.
- نُسمّي تلكَ التيّاراتِ التّحريضيّة المُتولّدة في الكتلِ المعدنيّة التي تخضعُ لِتدفُّقٍ مغناطيسيّ مُتغيّر بتيّاراتِ فوكو.
- تُعطَى القوّةُ المُحرّكةُ الكهربائيّةُ المُتحرّضةُ الذّاتية بالعلاقة: $\overline{\varepsilon} = -L\frac{d\overline{i}}{dt}$
حيثُ L : ذاتيةُ الوشيعةِ وحدةُ قياسُها (هنري) وتُعطَى بالعلاقة: $L = 4\pi \times 10^{-7}\frac{N^2 s}{\ell}$
- الطّاقةُ الكهرطيسيّة المُختزَنة في الوشيعة: $E_L = \frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2}\Phi I$

أختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابةَ الصّحيحة في كلٍّ ممّا يأتي:

1. وشيعةٌ طولُها $\ell = 10\text{cm}$، وطولُ سلكِها $\ell' = 10\text{m}$، فقيمةُ ذاتيّتِها:

(a) $10^{-4}H$ .b $10^{-5}H$ .c $10^{-3}H$ .d $10^{-7}H$

2. في تجربةِ السّكتَين التّحريضيّة حيثُ الدّارة مُغلَقة تكونُ القيمةُ المُطلَقة لشدّةِ التيّار المُتحرّض:

.a BLv .b $\frac{BLv}{R}$ .c 0 .d $-\frac{BLv}{R}$

ثانياً: أعطِ تفسيراً علميّاً لكلٍّ ممّا يأتي:

1. لا يغلي الماءُ في إناءٍ زجاجيٍّ يوضَع على سطحِ طبّاخٍ إلكترونيّ. اقترِحْ طريقةً لجعلِ الماءِ يغلي في الإناء الزّجاجيّ.
2. في تجربةِ السّكتَين التّحريضيّة تكونُ جهةُ القوّةِ الكهرطيسيّة مُعاكِسة لجهةِ حركةِ السّاق.

ثالثاً: ماذا تتوقّعُ أن يحدُثَ في كلٍّ من الحالاتِ الآتيةِ مُعلّلاً إجابتِكَ:

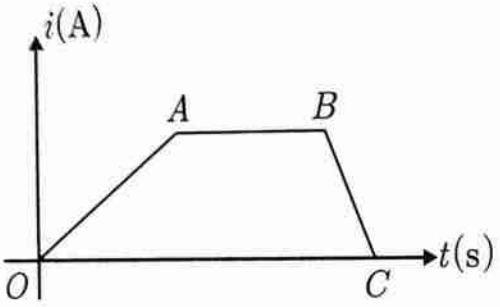
1. في تجربةِ السّكّتَين التّحريضيّة حيثُ الدّارةُ مُغلَقةٌ، نزيدُ سرعةَ تدحرُجِ السّاقِ على السّكّتَين.
2. تقريبُ القطبِ الشّمالي لمغناطيس من أحدِ وجهَي وشيعةٍ يتّصلُ طرفاها ببعضِهما البعض.
3. تقريبُ القطبِ الشّمالي لمغناطيس من أحدِ وجهَي حلقةٍ نحاسيّةٍ دارتُها مفتوحةٌ.

رابعاً: أجِبْ عن الأسئلةِ الآتيةِ:

1. مَلفّانِ مُتقابِلانِ الأوّلُ موصولٌ إلى بيلٍ كهربائيٍّ والثاني إلى مصباحٍ، هل يضيءُ المصباحُ إذا كانَ المَلفّانِ ساكنَين؟ في حالِ النّفي ماذا نفعلُ ليضيءَ المِصباحُ؟ ولماذا؟

2. في تجربةِ السّاق المُتحرّكة بوجودِ الحقلِ المغناطيسيّ المُنتظَمِ في دارةٍ مفتوحةٍ، تتراكمُ الشّحناتُ المُوجبةُ في طرفٍ والشّحناتُ السّالبةُ في طرفٍ آخرَ، ويستمرُّ التّراكمُ إلى أنْ يصلَ إلى قيمةٍ حدّيّةٍ يتوقّفُ عندَها. فسّرْ ذلك.

3. يبيّنُ الخطُّ البيانيُّ المرسومُ جانباً تغيُّراتِ تيّارِ المُولِّدِ المارِّ في الوشيعةِ في حادثةِ التّحريضِ الذّاتي.



a. ماذا تُمثّلُ كلٌّ من المراحلِ (BC, AB, OA).

b. أيُّهما أكبرُ، القوّةُ المُحرّكةُ الكهربائيّةُ المُتحرّضةُ عندَ إغلاقِ الدّارةِ أم عندَ فتحِها.

c. في أيِّ المراحلِ تزدادُ الطّاقةُ الكهرطيسيّةُ المُختزنةُ في الوشيعةِ؟ وفي أيِّ المراحلِ تكونُ ثابتةً؟ وفي أيِّ المراحلِ تتناقصُ الطّاقةُ الكهرطيسيّةُ المُختزَنة في الوشيعة.

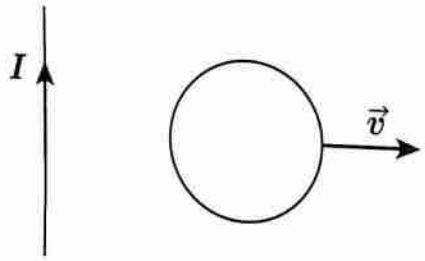
4. وشيعةٌ يمرُّ فيها تيّارٌ كهربائيٌّ مُتغيِّرٌ شدّتُه i:

a. اكتبْ عبارةَ شدّةِ الحقلِ المغناطيسيّ المُتولِّد داخلَها نتيجةَ مرورِ التيّار.

b. اكتبْ عبارةَ التّدفُّق المغناطيسيّ للحقلِ المغناطيسيّ.

c. استنتجْ العلاقةَ المُحدِّدة للقيمةِ الجبريّة للقوّةِ المُحرّكة الكهربائيّة المُتحرّضة الآنيّة الذّاتيّة المُتحرّضة فيها موضحاً متى تنعدمُ قيمةُ هذه القوّة.

5. في الشّكلِ المُجاورِ مَلفٌّ دائريٌّ نحرّكُه بسرعةٍ ثابتة $\vec{v}$ عموديّة على السّلك المُستقيم: المطلوب:



a. حدِّدْ على الرّسمِ جهةَ الحقلِ المغناطيسيّ المُتولِّد عن مرورِ التيّار الكهربائيّ في السّلك المُستقيم عندِ مركزِ المَلفّ الدائري.

b. حدِّدْ على الرسمِ جهةَ الحقلِ المغناطيسيّ المُتحرِّض المُتولِّد في المَلفّ، وجهةَ التيّارِ الكهربائيّ المُتحرِّض.

c. صِفْ ما يحدثُ إذا أوقفنا المَلفَّ عن الحركةِ، مُعلِّلاً إجابتَك؟

خامساً: حُلَّ المسائلَ الآتية:

المسألة الأولى:

مَلفٌّ دائريٌّ، يتألّفُ من 100 لفّةٍ مُتماثِلة، نصفُ قطرِه الوسطيّ 4 cm، نصلُ طرفَيه بمقياسِ ميلي أمبير موصولاً على التّسلسل معَ مقاومةٍ أوميةٍ قيمتُها 20Ω، نقرّبُ من أحدِ وجهَي المَلفّ القطبَ الشّمالي لمغناطيسٍ مُستقيمٍ، فتزدادُ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيّ الذي يخترقُ لفّاتِ المَلفّ الدّائريّ بانتظامٍ من الصّفر إلى 0.08T خلالَ 2s.

المطلوب:

1. احسبْ قيمةَ القوّةِ المُحرِّكة الكهربائيّة المُتحرّضة المُتولّدة في المَلفّ الدّائريّ مُحدّداً جهةَ التيّار الكهربائيّ المُتحرّض.
2. ما نوع الوجه المُقابِل للقطبِ الشّمالي؟
3. احسبْ شدّةَ التيّارِ المارّة في المَلفّ.
4. احسبِ الاستطاعةَ الكهربائيّةَ المُتولّدة عن المَلفّ الدّائريّ، ثمّ الاستطاعةَ الحراريّةَ المصروفةَ في المُقاوَمةِ الأوميّة، ماذا تستنتجُ.

المسألة الثّانية:

1. لدينا وشيعةٌ، طولُها 30cm، قطرُها 4cm، تحوي 1200 لفّة، نمرّرُ فيها تيّاراً شدّتُه 4A. احسبْ شدّةَ الحقلِ المغناطيسيّ في مركزِ الوشيعة.
2. نلفُّ حولَ القسمِ المتوسطِ من الوشيعةِ مَلفّاً يحوي 100 لفّةٍ معزولةٍ، ونصلُ طرفَيه بمقياسِ غلفانيّ، بحيثُ تكونُ المُقاوَمة الكلّيّة للدّارة الجديدة 16Ω. ما دلالةُ المقياسِ عندَ قطعِ التيّارِ عن الوشيعةِ خلال 0.5s تتناقصُ فيها الشّدّةُ بانتظام؟

المسألة الثّالثة:

في تجربةِ السّكّتَين الكهرطيسيّة يبلغُ طولُ السّاقِ النّحاسيّةِ المُستندةِ عموديّاً عليهما 30cm، وكتلتُها 60g.

المطلوب:

1. احسبْ شدّةَ الحقلِ المغناطيسيّ المُنتظَم المُؤثّرة عموديّاً في السّكّتَين لتكونَ شدّةُ القوّةِ الكهرطيسيّة مُساويةً مِثلَي ثقلِ السّاقِ، وذلكَ عندَ إمرارِ تيّارٍ كهربائيّ شدّتُه 20 A.
2. احسبْ عملَ القوّةِ الكهرطيسيّة المُؤثّرة في السّاق إذا تدحرجَت بسرعةٍ ثابتةٍ قدرُها $0.4ms^{-1}$ لمدّة ثانيتَين.
3. نرفعُ المولّد من الدّارة السّابقة، ونستبدلُه بمقياسٍ غلفاني، وندحرجُ السّاقَ بسرعةٍ وسطيّةٍ ثابتةٍ $5ms^{-1}$ ضمنَ الحقل السّابق. استنتجْ عبارةَ القوّةِ المُحرّكةِ الكهربائيّة المُتحرّضة، ثمّ احسبْ قيمتَها، واحسبْ شدّةَ التيّار المُتحرّض بافتراضِ أنّ المُقاوَمةَ الكلّيّة للدّارة ثابتةٌ وتُساوي 5Ω، ثمّ ارسمْ شكلاً توضيحيّاً يبيّنُ جهةَ كلٍّ من $(\vec{v},\vec{B})$ وجهةَ التيّارِ المُتحرّض.
4. احسبِ الاستطاعةَ الكهربائيّةَ النّاتجة، ثمّ احسبِ شدّةَ القوّةِ الكهرطيسيّة المُؤثّرة في السّاق في أثناءِ تدحرجِها.
$(g = 10\,m.s^{-2})$

المسألة الرابعة:

سكّتانِ نحاسيّتانِ مُتوازيتانِ، تميلُ كلٌّ منهما على الأفقِ بزاوية 45°، تستندُ إليهما ساقٌ نحاسيّة طولُها $\ell = 40cm$، تخضعُ بكاملِها لتأثيرِ حقلٍ مغناطيسيّ مُنتظَمٍ شاقولي شدّتُه 0.8T، نُغلِقُ الدّارة ثمّ نُترَك لِتنزلَقَ دونَ احتكاكٍ بسرعةٍ ثابتةٍ، قيمتُها $2ms^{-1}$.

المطلوب:

1. بيّن أنّه تنشأ قوّةٌ كهرطيسيّة تعيقُ حركةَ السّاق.
2. استنتج العلاقةَ المُحدَّدةَ للمُقاوَمةِ الكليّة للدّارة، ثمّ احسبْ قيمتَها إذا كانت شدّةُ التيّارِ المُتحرّض المُتولد فيها $\sqrt{2}A$
3. استنتج العلاقةَ المُحدَّدة لكتلةِ السّاقِ، ثمّ احسب قيمتَها.

المسألة الخامسة:

إطارٌ مربّعُ الشّكلِ طولُ ضلعِه $4\,cm$، مؤلّفٌ من 100 لفةٍ مُتماثلة من سلكٍ نحاسيّ معزولٍ، نديرُ الإطارَ حولَ محورٍ شاقوليّ مارٍّ من مركزِه ومن ضلعَين أفقيّين مُتقابلَين بحركةٍ دائريّةٍ مُنتظمةٍ تقابلُ $\frac{10}{\pi}Hz$ ضمنَ حقلٍ مغناطيسيٍّ مُنتظَمٍ أفقيّ شدتُه $5\times10^{-2}T$، خطوطُه ناظميّة على سطحِ الإطارِ قبلَ الدّوران حيثُ الدّارة مُغلقة ومُقاوَمتُها $R=4\Omega$.

المطلوب:

1. اكتبِ التّابعَ الزمنيَ للقوّةِ المُحرّكةِ الكهربائيّةِ المُتحرّضةِ الآنيّةِ النّاشئةِ في الإطار.
2. عيّنِ اللّحظتَين الأولى والثّانية التي تكونُ فيهما قيمةُ القوّةِ المُحرّكةِ الكهربائيّةِ المُتحرّضةِ الآنيةِ الناشئةِ معدومةً.
3. اكتبِ التابعَ الزمني للتيار الكهربائيّ المُتحرّضِ اللّحظيّ المارِّ في الإطارِ. (نهملُ تأثيرَ الحقلِ المغناطيسيّ الأرضيّ)

تفكير ناقد

تُعطى القوّةُ المُحرّكةُ الكهربائيّةُ المُتحرّضةُ الذّاتية بالعلاقةِ: $\varepsilon=-L\frac{di}{dt}$

ناقشْ علاقةَ ε في كلٍّ من الحالتَين الآتيتَين موضّحاً جهةَ التيّارِ المُتحرّض:

1. عندما تزدادُ شدّةُ التيّارِ المُحرّض المارّ في الوشيعة.
2. عندما تتناقصُ شدّةُ التيّارِ المُحرّض المارّ في الوشيعة.

أبحث أكثر

تُستثمَرُ تيّاراتُ فوكو في تطبيقاتٍ حياتيّةٍ كثيرةٍ ومُتنوّعةٍ، ابحثْ في طريقةِ استخدامِ تيّاراتِ فوكو في مكابحِ بعضِ القطاراتِ الحديثةِ، وفي الأجهزةِ المُستخدَمة للكشفِ عن المعادنِ في نقاطِ التّفتيش الأمنيّة ولاسيّما في المطارات.

تستثمرُ بعضُ الطّائراتِ التيّاراتِ الكهربائيّةَ المُتحرّضةَ في دارتِها الكهربائيّةِ على إبقاءِ مُحرّكِها في حالةِ عملٍ حتّى لو حدثَ عِطلٌ في أيِّ نظامٍ كهربائيٍّ فيها، كيفَ يتمُّ ذلكَ؟

أولاً

حل اختبر نفسك

① $\ell = 10 \times 10^{-2} = 10^{-1}\ m$

$\ell' = 10\ m$

$L_{\text{ذاتية}} = 10^{-7}\dfrac{L'^2}{\ell} = 10^{-7}\dfrac{100}{10^{-1}}$

$= 10^{-6} \cdot 100$

$= 10^{-6}\ H$

② $i = \dfrac{\varepsilon}{R} = \dfrac{B.l.v}{R}$

توضيح ص ٢٠٩

$i = \dfrac{\varepsilon}{R} = \dfrac{\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}}{R} = \dfrac{\Delta\Phi}{R.\Delta t}$

$i = \dfrac{B.\Delta S}{R.\Delta t} = \dfrac{B.l.\Delta x}{R.\Delta t}$

$i = \dfrac{B.l.v}{R}$

ثانياً

① لأن تيارات فوكو لا تنشأ في الأواني الزجاجية.

ولجعل يفلي نضع في الماء قطعة معدنية ينشأ فيها تيارات فوكو التي تنتج عنها حرارة كبيرة

② يتولد تيار متحرض ناتج عن حركة الساق. حيث ينشأ أفعالاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه وهو (حركة الساق)

فتنشأ قوة كهرطيسية تعاكس تتعامد السرعة

ثالثاً

أتوقع زيادة شدة التيار الكهربائي المتحرض

لأن (التيار المتحرض يتناسب طرداً مع سرعة الدفع)

$i = \dfrac{B.l.v}{R}$

طلب إضافي

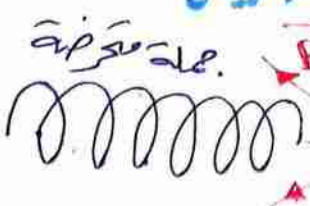
ماذا تتوقع بحالة زيادة مقاومة الكلية للدارة المغلقة بتجربة السكين التحريضي

أتوقع تناقص شدة التيار الكهربائي المتحرض

لأن (التيار المتحرض يتناسب عكساً مع المقاومة)

$i = \dfrac{B.l.v}{R}$

2 تقريب ← جملة متحركة



جملة محرضة

✓ عند تقريب قطب مغناطيسي من وجه ملف أو وشيعة فيعطي قطب مماثل

تقريب N يعطي N ←

تقريب S يعطي S ←

✓ وعند إبعاد قطب مغناطيسي من وجه ملف أو وشيعة فيعطي قطب معاكس

تبعيد N يعطي S ←

تبعيد S يعطي N ←

الحل

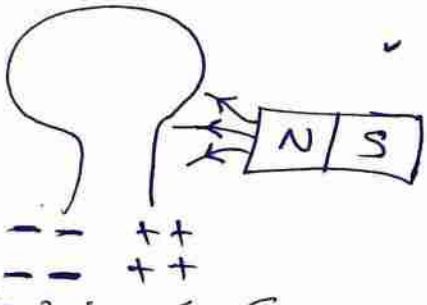
أتوقع أن يعطي وجه الوشيعة شمالي N

لأن عند تقريب قطب مغناطيسي

B ↑↑ المحرض ← يزداد الحقل المحرض

حسب قانون لنز

3 ·



يتولد قوة محركة كهربائية متحرضة متساوية في القيمة المعاكسة بين طرفي الحلقة لأن الإلكترونات تتأثر بالقوة المغناطيسية وتنتقل الشحنات السالبة

إلى أحد طرفي الحلقة ويشحن الطرف بشحنة سالبة والطرف الآخر يشحن بشحنة موجبة وينشأ بينهما فرق كمون

$U = \mathcal{E}$

1

رابعاً

لا يضيء لأن التدفق المغناطيسي للحقل الناتج عن الملف الأول لا يتغير خلال الثاني.

حتى يضيء يجب أن يتغير التدفق المغناطيسي للحقل الناجم عن الملف الأول وذلك عن طريق

- فتح وغلق قاطعة الملف الأول باستمرار
- تحريك أحد الملفين باتجاه الآخر
- استبدال التيار بمولد متناوب

2 تراكم الشحنات الكهربائية يولد حقل كهربائي $\vec{E}$ يتجه من الموجب إلى السالب

يؤثر الحقل $\vec{E}$ على الإلكترونات الحرة بقوة كهربائية تعاكس جهة القوة المغناطيسية تزداد شدتها تدريجياً باستمرار انتقال الشحنات وتتوقف انتقال الشحنات عندما

$F_{\text{كهربائية}} = F_{\text{مغناطيسية}}$

3 ⓐ ✓ المرحلة OA : تزداد شدة التيار المار بالوشيعة

← فيتوهج المصباح ثم تخبو إضاءته (نسبياً)

✓ المرحلة AB : ثبات شدة التيار

← إضاءة المصباح لا تتغير

✓ المرحلة BC : تناقص شدة التيار (فتح القاطعة)

← يتوهج المصباح بشدة ثم ينطفئ

ⓑ $\varepsilon = -L \cdot \frac{di}{dt}$

عند إغلاق القاطعة يزداد التيار

$di_{\text{جديد}} > di_{\text{قديم}}$

عند فتح القاطعة عند الإغلاق

عند غلق الدارة $E_{\text{غلق}} > E_{\text{فتح}}$

ⓒ $E_L = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2$

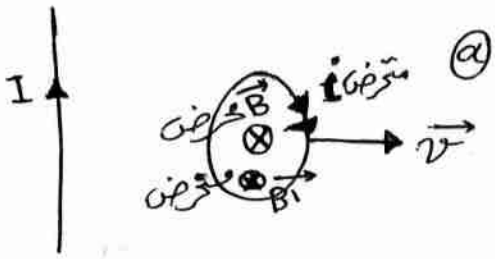
تزداد بالمرحلة OA

ثابتة بالمرحلة AB

تتناقص بالمرحلة BC

4 تم حلها سابقاً

5 ⓐ



ⓑ

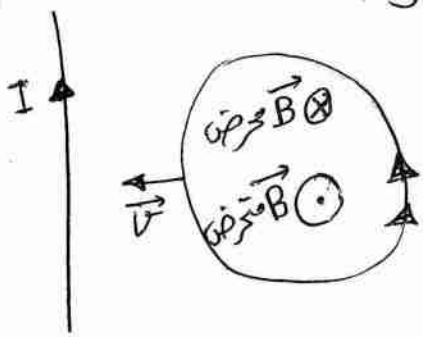
البعاد ← محرض متناقص

وحسب لنز $\vec{B'}$ متحرض بجهة $\vec{B}$ محرض

(حسب قاعدة اليد اليمنى لأن جهة التيار المتحرض أصابع يد يمنى إبهامها مع الحقل المتحرض)

إضافي

بحالة تقريب



تقريب ← محرض متزايد

وحسب لنز $\vec{B'}$ متحرض عكس جهة $\vec{B}$ محرض

ⓒ لأنشأ تيار متحرض لأنه لا يوجد تغير في التدفق الذي يجتاز سطح الملف وحسب فاراداي

$\Delta\Phi = 0$

$i_{\text{متحرض}} = 0$

$\varepsilon_{\text{متحرض}} = 0$

المسألة 1 درس

$N = 100$ لفة

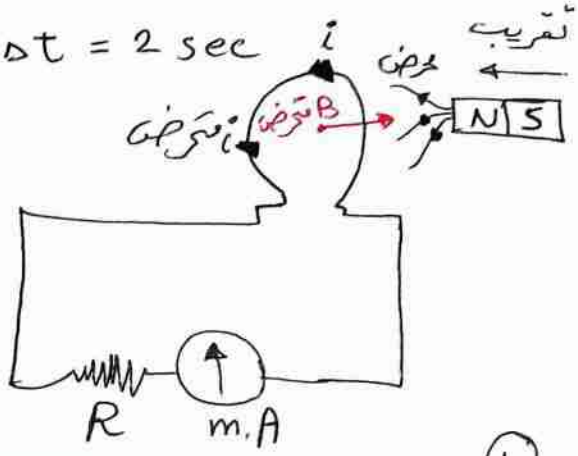
$r = 4 \times 10^{-2}\ m$

$R = 20\ \Omega$

$4\pi = 12{,}5$

B تغير $0 \longrightarrow 8 \times 10^{-2}\ T$

$\Delta t = 2\ sec$



(1)

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$\Delta\Phi = N \cdot S \cdot \Delta B \cdot \cos\alpha$$

$$S = \pi \cdot r^2 \qquad \Delta B = B_2 - B_1$$

$$\alpha = (\vec{B}\,\hat{,}\,\vec{n}) = 0$$

$$\Rightarrow \cos\alpha = 1$$

$$\varepsilon = -\frac{N \cdot S \cdot (B_2 - B_1) \cdot 1}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = \frac{-100 \cdot \pi \cdot 16 \cdot 10^{-4} \cdot (8 \times 10^{-2} - 0)}{2}$$

$$\varepsilon = -64\pi \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-2}$$

$$\varepsilon = -200 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-2}$$

$$\varepsilon = -2 \cdot 10^{-2}\ Volt$$

$\varepsilon < 0$ سالبة

$\Delta\Phi > 0$ موجبة ← إيجابي

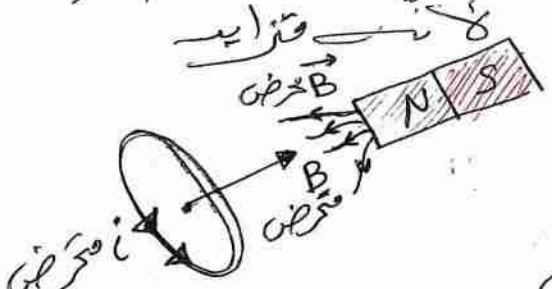
← متحرض متزايد

← حسب لنز

(جهة الحقل المتحرض عكس جهة الحقل المحرض)

(جهة المتحرض عكس جهة المتحرض)

(جهة التيار المتحرض بحيث أن الحقل المتحرض الذي يولده يعاكس الحقل المحرض)



(2) تقريب قطب يعطي وجه مماثل

ابعاد قطب يعطي وجه مخالف

يصبح وجه الملف المقابل للوشائي

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{-2 \cdot 10^{-2}}{20} \qquad (3)$$

$$= -10^{-3}\ A$$

$$P = \varepsilon \cdot i = -2 \cdot 10^{-2} \cdot (-10^{-3}) \qquad (4)$$

$$= +2 \cdot 10^{-5}\ watt$$

$$P = R \cdot i^2 = 20 \cdot 10^{-6} = 2 \cdot 10^{-5}\ watt$$

وعندئذ يجب $P_{\text{حرارية}} = P_{\text{كهربائية}}$

(تحولت الطاقة الكهربائية كاملة إلى طاقة حرارية)

المسألة 2 درس

$4\pi = 12,5$

$l = 30 \times 10^{-2}\ m$

$r = 2.10^{-2}\ m$

$N = 1200$ لفة

$I = 4\ A$

$$B = 4\pi.10^{-7}\frac{N.I}{l} \quad (1)$$

$$B = 4\pi.10^{-7}\frac{1200.4}{30.10^{-2}}$$

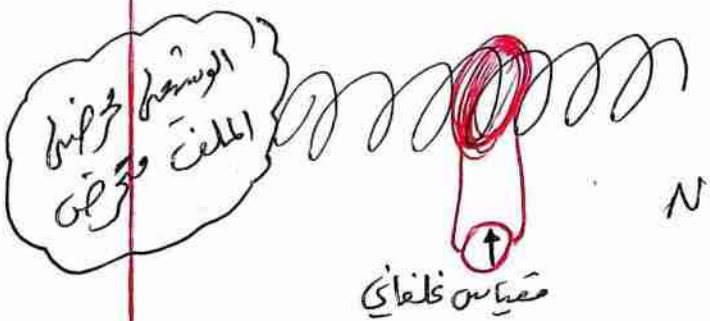
$$B = 4\pi.10^{-5}.160$$

$$B = 64\pi.10^{-4}\ T$$

$$B = 200.10^{-4}$$

$$B = 2.10^{-2}\ T$$

(2)



$N = 100$ لفة

دلالة المقياس $\Leftarrow$ مخرض $i = ?$

$\Delta t = 0,15\ sec$

$R = 16\ \Omega$

قطع التيار $\Leftarrow I_2 = 0 \Leftarrow B_2 = 0$

$\alpha = (\vec{B}, \vec{n}) = 0$

$$i = \frac{\varepsilon}{R}$$

$$\varepsilon = \frac{-\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{-N.S.\Delta B.\cos\alpha}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = \frac{-N.\pi.r^2.(B_2 - B_1).1}{5.10^{-1}}$$

$$= \frac{-100.\pi.4.10^{-4}(0 - 2.10^{-2})}{5.10^{-1}}$$

$$= \frac{+20.8\pi.10^{-6}}{10^{-1}}$$

$$\varepsilon = 16\pi.10^{-4}\ Volt$$

$$\Rightarrow i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{16\pi.10^{-4}}{16}$$

$$i = \pi.10^{-4}\ A$$

المسألة 3 درس

$l = 30 \cdot 10^{-2} = 3 \cdot 10^{-1}\ m$

$m = 60 \cdot 10^{-3} = 6 \cdot 10^{-2}\ kg$

$I = 20A$ ①

$F = 2 \cdot W$ كهرطيسي = ثقل الساق

$I \cdot l \cdot B \cdot \sin\theta = 2 \cdot m \cdot g$

$B = \dfrac{2 \cdot m \cdot g}{I \cdot l} = \dfrac{2 \cdot 6 \cdot 10^{-2} \cdot 10}{20 \cdot 3 \cdot 10^{-1}}$

$B = 2 \cdot 10^{-1}\ T$

② $W = ?$

$v = 4 \cdot 10^{-1}\ m.s^{-1}$

$\Delta t = 2\ sec$

$W = F \cdot \Delta x$

$\Delta x = v \cdot \Delta t$

$W = F \cdot v \cdot \Delta t$

$= 2 \cdot m \cdot g \cdot v \cdot \Delta t$

$= 2 \cdot 6 \cdot 10^{-2} \cdot 10 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 2$

$W = 96 \cdot 10^{-2}\ J$

طريقة ثانية لحساب العمل

$W = I \cdot \Delta\phi$

$= I \cdot B \cdot \Delta S$

$= I \cdot B \cdot l \cdot \Delta x$

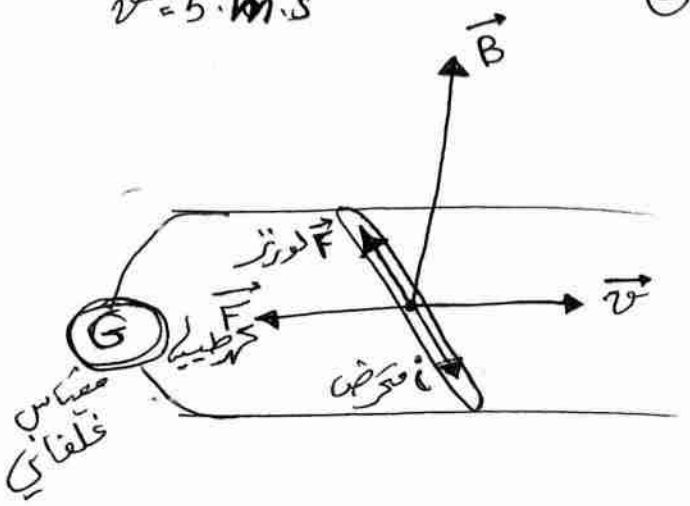
$= I \cdot B \cdot l \cdot v \cdot \Delta t$

$W = 20 \cdot 2 \cdot 10^{-1} \cdot 3 \cdot 10^{-1} \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 2$

$= 96 \cdot 10^{-2}\ J$

③

$v = 5\ m.s^{-1}$



تحديد جهة $\vec{F}$ لورنز ← الأصابع عكس السرعة

" " i متحرض ← عكس جهة $\vec{F}$ لورنز

حركة تحريك الساق فإنها تمسح سطحاً

$\Delta S = L \cdot \Delta x$

$\Delta S = L \cdot v \cdot \Delta t$

$\Delta\phi = B \cdot \Delta S$ فيتغير التدفق

$\Delta\phi = B \cdot L \cdot v \cdot \Delta t$

وتنشأ قوة محركة كهربائية متحرضة

$\mathcal{E} = \left|\dfrac{\Delta\phi}{\Delta t}\right| = \left|\dfrac{B \cdot L \cdot v \cdot \Delta t}{\Delta t}\right|$

$\mathcal{E} = B \cdot L \cdot v$

$= 2 \cdot 10^{-1} \cdot 3 \cdot 10^{-1} \cdot 5$

$\mathcal{E} = 3 \cdot 10^{-1}\ Volt$

$i = \dfrac{\mathcal{E}}{R} = \dfrac{3 \cdot 10^{-1}}{5} = \dfrac{6 \cdot 10^{-1}}{10} = 6 \cdot 10^{-2}\ A$

④ $P_{كهربائية} = \varepsilon . i$

$= 3.10^{1} . 6.10^{2}$

$= 18.10^{3}$ watt

$F_{كهرطيسية} = i_{متحرض} . l . B . \sin\theta$

$= 6.10^{2} . 3.10^{1} . 2.10^{1} . 1$

$= 36.10^{4}$ N

طريقة ثانية

$P = F . v$

$18.10^{3} = F . 5$

$F = \frac{18.10^{3}}{5} = 0,2 . 18.10^{-3}$

$= 36.10^{4}$ N

المسألة 4 درس :

$\alpha = 45°$

$l = 40.10^{2} = 4.10^{1}$ m

$B = 8.10^{-1}$ T

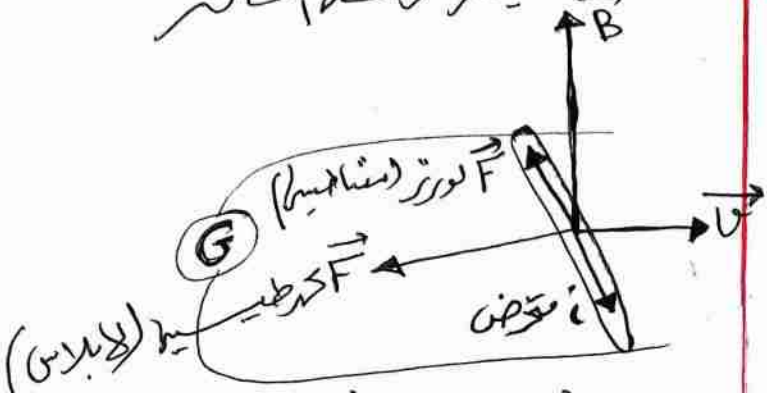
$v = 2.m.s^{-1}$

① عند تحريك الساق بسرعة ثابتة عموديا على خطوط الحقل المغناطيسي فإن كل الكترون حر في الساق سيتحرك بهذه السرعة الوسطية. ومع خضوع هذه الإلكترونات لتأثير الحقل المغناطيسي المنتظم فإنه يخضع لقوة مغناطيسية (قوة لورنز) $\vec{F} = e\vec{v} \wedge \vec{B}$ تعمل هذه القوة على تحريك الإلكترونات وخلق تيار متحرض عبر الدارة

فيتولد تيار كهربائي متحرض ينتج مفعولا تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه (تحريك الساق)

أي تنشأ قوة كهرطيسية معاكسة لتحريك الساق

أي تعيق حركة الساق



$\vec{F}_{مغناطيسية} = e . \vec{v} \wedge \vec{B}$

$F_{كهرطيسية} = i . l . B . \sin\frac{\pi}{2}$

---

② $i_{متحرض} = \sqrt{2} . A$

نتيجة حركة الساق (الناقل) بسرعة ثابتة v خلال زمن Δt فإنه تقطع مسافة

$\Delta x = v . \Delta t$

فإنه تمسح سطحا

$\Delta S = L . \Delta x$

$\Delta S = L . v . \Delta t$

وتتغير التدفق

$\Delta\Phi = B . \Delta S . \cos\alpha$

$\Delta\Phi = B . L . v . \Delta t . \cos\alpha$

$\alpha = (\vec{B} ; \vec{n}) = 45$

وتنشأ قوة محركة كهربائية متحرضة

$|\varepsilon| = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|$

$$|\mathcal{E}| = \left| \frac{B.L.v.\Delta t.\cos\alpha}{\Delta t} \right|$$

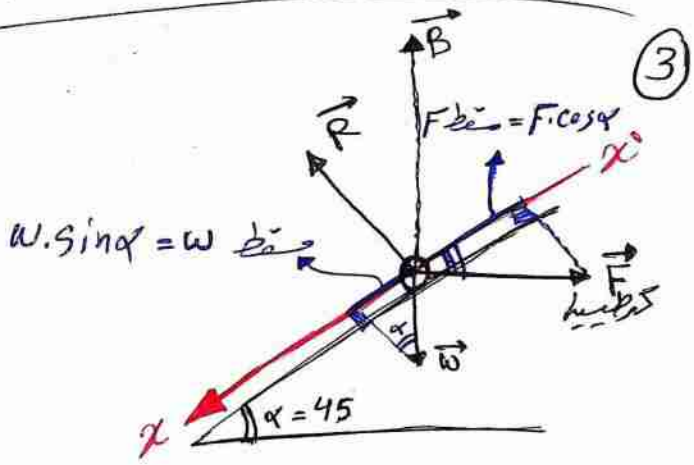
$$|\mathcal{E}| = B.L.v.\cos\alpha$$

$$\text{تحريض} = \frac{\mathcal{E}}{R} \Rightarrow R = \frac{\mathcal{E}}{\text{تحريض}}$$

$$R = \frac{B.L.v.\cos\alpha}{\text{تحريض}}$$

$$R = \frac{8.10^{-1}.9.10^{-1}.2.\frac{1}{\sqrt{2}}}{\sqrt{2}}$$

$$R = 32.10^{-2}\ \Omega$$



(3)

جملة المقارنة : خارجية

الجملة المدروسة : الساقر المتوازنة

القوى الخارجية المؤثرة

$\vec{F}$ كهربائية

$\vec{w}$ ثقل الساقر

$\vec{R}$ رد فعل السكتين

الساقر تتحرك بسرعة ثابتة $v = const$

حركة مستقيمة منتظمة $\alpha = 0$

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

$$\vec{R} + \vec{F} + \vec{W} = \vec{0}$$

نسقط على xx'

$$0 - F.\cos\alpha + w.\sin\alpha = 0$$

$$w.\sin\alpha = F.\cos\alpha$$

$$m.g.\sin\alpha = \text{تحريض}.L.B.\sin\frac{\pi}{2}.\cos\alpha$$

$$m = \frac{\text{تحريض}.L.B.\cos\alpha}{g.\sin\alpha}$$

$$m = \frac{\sqrt{2}.9.10^{-1}.8.10^{-1}.\frac{\sqrt{2}}{2}}{10.\frac{\sqrt{2}}{2}}$$

$$m = 32\sqrt{2}.10^{-3}\ kg$$

المسألة 5 درس: مربع

طول ضلع $\ell = 4.10^{-2}\ m$

عدد لفات $N = 100$

$f = \frac{10}{\pi}\ HZ$

$B = 5.10^{-2}\ T$

$R = 4\ \Omega$

الوضعية: استنتاج البيانات

① يدور الإطار المكون من لفة واحدة حركة دائرية منتظمة

$\omega = \frac{\alpha}{t} \Rightarrow \boxed{\alpha = \omega.t}$

والتدفق المغناطيسي خلال لفة واحدة عبر الإطار

$\Phi = N.S.B.\cos\alpha$

$\Phi = N.S.B.\cos\omega t$

$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -(\Phi)'_t$

$\mathcal{E} = -\left(N.S.B.\cos\omega t\right)'_t$

$\mathcal{E} = -\left(-\omega.N.S.B.\sin\omega t\right)$

$\mathcal{E} = +\omega.N.S.B.\sin\omega t$

تكون $\mathcal{E}$ عظمى عندما $\sin\omega t = 1$

$\boxed{\mathcal{E}_{max} = \omega.N.S.B}$

$\boxed{\mathcal{E} = \mathcal{E}_{max}.\sin\omega t}$

$\boxed{\omega = 2\pi.f} = 2\pi.\frac{10}{\pi} = 20\ rad.s^{-1}$

$\boxed{S = \text{طول ضلع}.\text{طول ضلع}} = 4.10^{-2}.4.10^{-2}$

$= 16.10^{-4}\ m^2$

$\boxed{\mathcal{E}_{max} = \omega.N.S.B}$

$\mathcal{E}_{max} = 20.100.16.10^{-4}.5.10^{-2}$

$\mathcal{E}_{max} = 16.10^{-2}\ Volt$

$\Rightarrow \boxed{\mathcal{E} = 16.10^{-2}.\sin 20t}\ Volt$

② $\mathcal{E} = 0$

$0 = 16.10^{-2}.\sin 20t$

$16.10^{-2} \neq 0$

$\sin 20t = 0$

$\sin 20t = \sin(\pi K)$

$20t = \pi K$

$\boxed{t = \frac{\pi K}{20}}$

الحالة الأولى $K = 0 \Rightarrow t = 0\ sec$

الحالة الثانية $K = 1 \Rightarrow t = \frac{\pi}{20}\ sec$

أ. محمد إدريس

(3)

$$i = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$i = \frac{16.10^{-2}.\sin 20t}{4}$$

$$i = 4.10^{-2}.\sin 20t \quad A$$

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

المسألة (15):
نخضع إلكتروناً يتحرّك بسرعة $8\times10^{3}\,\mathrm{Km.s^{-1}}$ إلى تأثير حقل مغناطيسيّ منتظم ناظميّ على شعاع سرعته شدّته $B=5\times10^{-3}\,\mathrm{T}$.

المطلوب:
1. وازن بالحساب بين شدّة ثقل الإلكترون وشدّة قوّة لورنز المؤثّرة فيه. ماذا تستنتج؟
2. برهن أنّ حركة الإلكترون ضمن المنطقة التي يسودها الحقل المغناطيسيّ هي حركة دائريّة منتظمة، ثمّ استنتج العلاقة المحدّدة لنصف قطر المسار الدائريّ، واحسب قيمته.
3. احسب دور الحركة.

$(e=1.6\times10^{-19}\,\mathrm{C}\ ,\ m_e=9\times10^{-31}\,\mathrm{kg}\ ,\ g=10\,\mathrm{m.s^{-2}})$

المسألة (16):
إطار مربّع الشكل مساحة سطحه $s=25\,\mathrm{cm^2}$ يحوي 50 لفّة من سلك نحاسيّ معزول نعلّقه بسلك رفيع عديم الفتل وفق محوره الشاقوليّ ونخضعه لحقل مغناطيسيّ منتظم خطوطه أفقيّة شدّته $B=10^{-2}\,\mathrm{T}$ بحيث يكون مستوي الإطار يوازي منحى الحقل $\vec{B}$ عند عدم مرور تيّار، نمرّر في الإطار تيّاراً كهربائيّاً شدّته $I=5\,\mathrm{A}$

المطلوب:
1. احسب شدّة القوّة الكهرطيسيّة المؤثّرة في كلٍّ من الضّلعين الشاقوليّين لحظة مرور التيّار.
2. احسب عزم المزدوجة الكهرطيسيّة المؤثّرة في الإطار لحظة إمرار التيّار السابق.
3. احسب عمل المزدوجة الكهرطيسيّة عندما ينتقل الإطار من وضعه السّابق إلى وضع التّوازن المستقرّ.
4. نستبدل سلك التّعليق بسلك فتل ثابت فتله k لنشكّل مقياساً غلفانيّاً ونمرّر في الإطار تيّاراً كهربائيّاً شدّته ثابتة $2\,\mathrm{mA}$ فيدور الإطار بزاوية $0.02\,\mathrm{rad}$ ويتوازن. استنتج بالرموز علاقة ثابت فتل السلك k واحسب قيمته، ثمّ احسب قيمة ثابت المقياس الغلفانيّ G.
5. نزيد حساسيّة المقياس 10 مرّات من أجل التيّار نفسه، احسب ثابت فتل سلك التعليق بالوضع الجديد.

(يهمل تأثير الحقل المغناطيسيّ الأرضيّ)

المسألة (17):
ملفّ مستطيل مساحته $200\,\mathrm{cm^2}$ يتكوّن من 100 لفّة يمرّ فيه تيّار شدّته 3A، وضع في حقل مغناطيسيّ منتظم شدّته $0.1\,\mathrm{T}$ احسب عزم المزدوجة الكهرطيسيّة المؤثّرة عليه عندما يكون مستوي الملفّ يصنع زاوية 60° مع خطوط الحقل المغناطيسيّ.

المسألة (18):
وشيعة طولها $30\,\mathrm{cm}$ ومساحة مقطعها $3\times10^{-2}\,\mathrm{m^2}$ وذاتيّتها $L=5\times10^{-3}\,\mathrm{H}$
1. احسب عدد لفّاتها.
2. نمرّر في الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً متواصلاً شدّته 20 A احسب الطاقة الكهرطيسيّة المختزنة في الوشيعة.
3. نجعل شدّة التيّار تتناقص بانتظام من 20 A إلى الصفر خلال $0.5\,\mathrm{s}$ احسب القيمة الجبريّة للقوّة المحرّكة الكهربائيّة المتحرّضة في الوشيعة وحدّد جهة التيّار المتحرّض.
4. نمرّر في سلك الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً شدّته اللحظيّة مقدّرة بالأمبير $\overline{i}=20-5t$، احسب القيمة الجبريّة للقوّة المحرّكة الكهربائيّة التحريضيّة الذاتيّة الناشئة فيها.

(نهمل تأثير الحقل المغناطيسيّ الأرضيّ)

المسألة (19):

وشيعة طولها $\frac{2\pi}{5}$ m وعدد لفّاتها 200 لفّة ومساحة مقطعها $20\,cm^2$ حيث المقاومة الكلّيّة لدارتها المغلقة 5Ω

1. نضع الوشيعة في منطقة يسودها حقل مغناطيسيّ ثابت المنحى وجهة خطوطه توازي محور الوشيعة، نزيد شدّة هذا الحقل بانتظام خلال $0.5\,s$ من $0.04\,T$ إلى $0.06\,T$.
   a. حدّد على الرسم جهة كلٍّ من الحقلين المغناطيسيّين المحرّض والمتحرّض في الوشيعة وعيّن جهة التيّار المتحرّض.
   b. احسب القيمة الجبريّة لشدّة التيّار الكهربائيّ المتحرّض المارّ في الوشيعة.
   c. احسب ذاتيّة الوشيعة.
2. نزيل الحقل المغناطيسيّ السابق ثمّ نمرّر في الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً شدّته اللحظيّة $i = 6 + 2t$
   a. احسب القيمة الجبريّة للقوّة المحرّكة الكهربائيّة التحريضيّة الذاتيّة في الوشيعة.
   b. احسب مقدار التغيُّر في التدفُّق المغناطيسيّ لحقل الوشيعة في اللحظتين: $t_1 = 0,\ t_2 = 1S$
   c. نمرّر في سلك الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً متواصلاً شدّته $10\,A$ بدل التيّار السابق. احسب الطاقة الكهرطيسيّة المختزنة في الوشيعة.

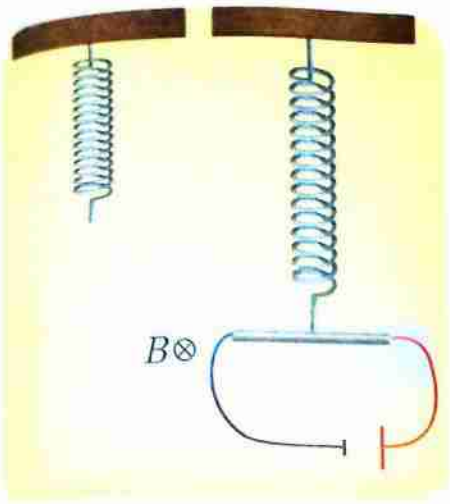
(يهمل تأثير الحقل المغناطيسيّ الأرضيّ)

المسألة (20):

وشيعة طولها $\frac{2\pi}{5}$ m وعدد لفّاتها 1000 لفّة نصف قطر مقطعها $2\,cm$ ومقاومة دارتها الكهربائيّة المغلقة 5Ω مؤلّفة من سلك نحاسيّ معزول قطر مقطعه $\frac{\pi}{500}$ m

المطلوب:

1. احسب طول سلك الوشيعة واحسب عدد الطبقات.
2. احسب ذاتيّة الوشيعة.
3. نعلّق الوشيعة من منتصفها بسلك شاقوليّ عديم الفتل ونجعل محورها أفقيّاً عموديّاً على خطوط حقل مغناطيسيّ منتظم أفقيّ شدّته $10^{-2}\,T$ ونمرّر فيها تيّاراً كهربائيّاً شدّته $4\,A$ المطلوب:
   a. احسب قيمة عزم المزدوجة الكهرطيسيّة عندما تكون قد دارت زاوية 30°.
   b. احسب عمل المزدوجة الكهرطيسيّة المؤثّرة في الوشيعة من لحظة مرور التيّار حتّى اللحظة التي تكون فيها قد دارت بزاوية 60°.
4. نقطع التيّار السابق عن الوشيعة وهي في وضع التّوازن المستقرّ ثمّ نديرها حول السلك الشاقوليّ خلال $0.5S$ ليصبح محورها عموديّاً على خطوط الحقل المغناطيسيّ المطلوب:
   a. احسب شدّة التيّار المتحرّض المتولّد في الوشيعة.
   b. احسب كمّيّة الكهرباء المتحرّضة خلال الزمن السابق.
5. نعيد الوشيعة إلى وضع التوازن المستقرّ ثمّ ندخل بداخلها نواة حديدية عامل نفاذيتها المغناطيسيّ 50 احسب شدّة الحقل المغناطيسيّ داخل النواة الحديديّة واحسب قيمة التدفُّق المغناطيسيّ داخل الوشيعة.



المسألة (21):

ساق نحاسيّة طولها 80 cm نحرّكها بسرعة أفقيّة ثابتة $\vec{v}$ عموديّة على شعاع حقل مغناطيسيّ منتظم أفقيّ شدّته 0.5 T فيكون فرق الكمون بين طرفي الساق 0.4 V

المطلوب:

1. استنتج العلاقة المحدّدة لسرعة الساق واحسب قيمتها.
2. نأخذ الساق النحاسيّة ونعلّقها من منتصفها ضمن منطقة الحقل السابق بنابض مرن شاقوليّ مهمل الكتلة ثابت صلابته $100\ N.m^{-1}$ ونمرّر فيها تيّاراً كهربائيّاً شدّته 20 A فتتوازن الساق بعد أن يستطيل النابض بمقدار 20 m عن طوله الأصليّ:

a. حدّد على الرسم القوى الخارجيّة المؤثّرة على الساق.

b. استنتج بالرموز العلاقة المحدّدة لكتلة الساق واحسب قيمتها.

المسألة (22):

ملفّ دائريّ نصف قطره الوسطيّ 4 cm مؤلّف من 600 لفّة متماثلة من سلك نحاسيّ معزول معلّق من الأعلى بسلك شاقوليّ عديم الفتل ضمن حقل مغناطيسيّ منتظم أفقيّ خطوطه ناظميّة على مستوي الملفّ شدّته 0.04 T نصل طرفي سلك الملفّ بمقياس غلفانيّ. المطلوب:

1. ندير الملفّ بدءاً من وضع توازنه بزاوية $\frac{\pi}{2}$ rad خلال 0.2 s احسب شدّة التيّار المتحرّض في الملفّ حيث المقاومة الكلّيّة للدارة 5Ω.
2. نستبدل سلك التعليق السابق بمحور دوران شاقوليّ ثمّ ندير الملفّ بسرعة زاوية ثابتة تقابل $\frac{2}{\pi}$ Hz المطلوب:

a. استنتج بالرموز العلاقة المحدّدة للقيمة الجبريّة للقوّة المحرّكة الكهربائيّة المتحرّضة المتناوبة الجيبيّة ثمّ اكتب التابع الزمنيّ لكلٍّ من هذه القوّة والتيّار المتحرّض المتناوب الجيبيّ.

b. احسب طول سلك الملفّ.

المسألة (23):

يغذّي تيّار متناوب جيبي يعطى توتّره اللحظيّ بالعلاقة $u = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$ الجهازين الآتيين المربوطين فيما بينهما على التفرّع:

a. جهاز تسخين كهربائيّ ذاتيّته مهملة يرفع درجة حرارة 1g من الماء من الدرجة $0^\circ C$ إلى الدرجة $72^\circ C$ خلال 7 min بمردود تسخين 100%.

b. محرّك استطاعته 600 watt وعامل استطاعته $\frac{1}{2}$ فيه التيّار متأخّر بالطور عن التيّار.

المطلوب:

1. احسب الشدّة المنتجة للتيّار في كلٍّ من الفرعين، واكتب تابع الشدّة اللحظيّة في كلٍّ منهما.
2. احسب الشدّة المنتجة الكلّيّة باستخدام إنشاء فرينل، واحسب عامل استطاعة الدارة.
3. احسب سعة المكثّفة التي إذا ضمّت أيضاً على التفرّع في الدارة جعلت الشدّة الكلّيّة متّفقة بالطور مع فرق الكمون المطبق عندما تعمل الأجهزة جميعاً، واحسب قيمة الشدّة المنتجة في الدارة الأصليّة عندئذ.

المسألة (18) عامة

$l = 30 \cdot 10^{-2} = 3 \cdot 10^{-1}\ m$

$S = 3 \cdot 10^{-2}\ m^2$

$L = 5 \cdot 10^{-3}\ H$ لدينا

$$L = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2 \cdot S}{l} \quad (1)$$

$$5 \cdot 10^{-3} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2 \cdot 3 \cdot 10^{-2}}{3 \cdot 10^{-1}}$$

$$5 \cdot 10^{-3} = 12{,}5 \cdot 10^{-8} \cdot N^2$$

$$N^2 = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{12{,}5 \times 10^{-8}} = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{25 \cdot 10^{-8}}$$

$$N^2 = \frac{10^{-2}}{25 \cdot 10^{-8}} = \frac{10^6}{25}$$

$$\Rightarrow N = \frac{10^3}{5} = 200$$ لفة.

$i = 20A$ (2)

$$E_L = \frac{1}{2} \cdot L i^2 = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 400$$

$$= 200 \cdot 5 \cdot 10^{-3}$$

$$E_L = 1\ J$$

(3) $I_1 = 20\ A \xrightarrow{\text{يتناقص}} I_2 = 0$

$B_1 = ? \xrightarrow{\text{يتناقص}} B_2 = 0$

$\Delta t = 0{,}5\ sec$

$\varepsilon = ?$ المتوسطة المتولدة في الوشيعة تعرض

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \qquad \alpha = 0$$

$$\varepsilon = -\frac{N \cdot S \cdot \Delta B \cdot \cos\alpha}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = \frac{-N \cdot S \cdot (B_2 - B_1) \cdot 1}{\Delta t}$$

$$B_1 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N \cdot I_1}{l}$$

$$B_1 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{200 \cdot 20}{3 \cdot 10^{-1}}$$

$$B_1 = \frac{16\pi \cdot 10^{-3}}{3} = \frac{50}{3} \cdot 10^{-3}$$

$$B_1 = \frac{100}{6} \cdot 10^{-3} = \frac{1}{6} \cdot 10^{-1}\ T$$

$$\varepsilon = \frac{-200 \cdot 3 \cdot 10^{-2} \cdot (0 - \frac{1}{6} \cdot 10^{-1})}{5 \cdot 10^{-1}}$$

$$\varepsilon = \frac{+6 \cdot (\frac{1}{6} \cdot 10^{-1})}{5 \cdot 10^{-1}}$$

$$\varepsilon = \frac{1}{5} = 0{,}2\ Volt$$

تحديد تعرض

$\varepsilon > 0 \Rightarrow \Delta\Phi < 0 \Rightarrow$ تعرض متناقص

$\Leftarrow$ جهة التيار المتعرض بعكس التيار المحرض

(4) $i = 20 - 5t$

$\mathcal{E}_{\text{تحريضية ذاتية}} = ?$

$$\mathcal{E} = -L \cdot \frac{di}{dt}$$

$$\mathcal{E} = -L \cdot (i)'_t$$

$$= -(5.10^{-3})(-5)$$

$$\mathcal{E} = +25.10^{-3} \text{ Volt}$$

القوة المحركة الكهربائية التحريضية الذاتية

طلب إضافي:

أحسب كلاً من: التدفق الذاتي عبر الوشيعة

الطاقة الكهربائية المختزنة بالوشيعة بالحظة $t = 2sec$

الحل

التدفق الذاتي $\Phi = L \cdot i$

$t = 2 sec \Rightarrow i = 20 - 5(2)$

$= 20 - 10$

$= 10 A$

$\Rightarrow \Phi = 5.10^{-3} \cdot 10$

$= 5.10^{-2}$ weber

$$E_L = \frac{1}{2} L \cdot i^2$$

$E_L = \frac{1}{2} \cdot 5.10^{-3} \cdot (100)$

$= 50 \cdot 5 \cdot 10^{-3}$

$= 25 \cdot 10^{-2}$ J

المسألة 19 خاصة:

$\ell = \frac{2\pi}{5}$ m $N = 200$ لفة

$S = 20.10^{-4} = 2.10^{-3}$ m^2

$R = 5\ \Omega$

$\alpha = 0$ ⇐ $\vec{B}$ توازي محور الوشيعة

$\Delta t = 0,5 sec$ (1)

4.10^{-2} ← ازداد ← 6.10^{-2} T

(a)

المحرض متزايد (ازواد)

← المتحرض يعاكسه بالجهة

إن جهة التيار المتحرض بجهة أصابع اليد اليمنى إبهام يشير إلى الحقل المغناطيسي المتحرض الذي يعاكس الحقل المحرض لأنه متزايد

$$i = 6 + 2t$$ (2)

(a) $\mathcal{E}$ ذاتية = ؟

$$\mathcal{E} = -L \cdot \frac{di}{dt} = -L \cdot (i)'_t$$

$$\mathcal{E} = -8 \cdot 10^{-5} \cdot (2) = -16 \cdot 10^{-5} \text{ volt}$$

$t_1 = 0$ $\quad t_2 = 1$ sec (b)

$t_1 = 0 \Rightarrow I_1 = 6 + 2(0) = 6A$

$t_2 = 1 \Rightarrow I_2 = 6 + 2(1) = 8A$

Φ ذاتي $= L \cdot i$

$$\Delta\Phi = L \cdot \Delta I = L \cdot (I_2 - I_1)$$

$$\Delta\Phi = 8 \cdot 10^{-5} (8 - 6)$$

$$= 16 \cdot 10^{-5} \text{ weber}$$

$I = 10A$ (c)

$$E_L = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 10^{-5} \cdot 100$$

$$= 4 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس

$$i = \frac{\mathcal{E}}{R}$$ (b)

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{N \cdot S \cdot \Delta B \cdot \cos\varphi}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E} = -\frac{N \cdot S \cdot (B_2 - B_1) \cdot 1}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E} = \frac{-200 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot (6 \cdot 10^{-2} - 4 \cdot 10^{-2})}{\frac{1}{2}}$$

$$\mathcal{E} = -4 \cdot 10^{-1} (2) \cdot 10^{-2} \cdot \frac{2}{1}$$

$$\mathcal{E} = -16 \cdot 10^{-3} \text{ volt}$$

$$\Rightarrow i = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{-16 \cdot 10^{-3}}{5} = \frac{-32 \cdot 10^{-3}}{10}$$

$$i = -32 \cdot 10^{-4} \text{ A}$$

L ذاتية $= 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2 \cdot S}{\ell}$ (c)

$$= 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{4 \cdot 10^4 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{\frac{2\pi}{5}}$$

$$= 2 \cdot 10^{-6} \cdot 8 \cdot \frac{5}{1}$$

$$L = 8 \cdot 10^{-5} \text{ H}$$

أ. محمد إدريس

المسألة 20 عامة

$N = 1000$ لفة

طول $L = \frac{2\pi}{5}$ m

$R = 5\ \Omega$ مقاومة

$r = 2.10^{-2}$ m

قطر مقطع سلك $= 2r' = \frac{\pi}{500}$ m

(1)

طول سلك الوشيعة $\ell' = ?$

عدد الطبقات $n = ?$

عدد اللفات $N = \frac{\ell'}{2\pi r}$ ← طول سلك الوشيعة / محيط اللفة

$\Rightarrow \ell' = 2\pi . r . N$

$= 2\pi . 2.10^{-2} . 10^3$

$= 4\pi . 10$

$= 12{,}5 . 10$

طول سلك الوشيعة $\boxed{\ell' = 125\ m}$

عدد الطبقات $n = \frac{\text{عدد اللفات الكلية } N}{\text{عدد اللفات بالطبقة الواحدة } N'}$

$N' = \frac{\ell'}{2r'}$ ← عدد اللفات في الطبقة الواحدة / طول الوشيعة / قطر السلك

$N' = \frac{\frac{2\pi}{5}}{\frac{\pi}{500}} = \frac{2}{\frac{1}{100}} = 200$ لفة

$\Rightarrow n = \frac{N}{N'} = \frac{1000}{200} = 5$ طبقات

(2) L الذاتية للوشيعة $= ?$

$$L = 4\pi.10^{-7}\frac{N^2.S}{\ell}$$

$= 4\pi.10^{-7}\ \frac{10^6 . \pi . 4.10^{-4}}{\frac{2\pi}{5}}$

$= 4\pi . 10^{-5} . 2 . \frac{5}{1}$

$= 4\pi . 10^{-4}$

$= 12{,}5 . 10^{-4}$

$= 125 . 10^{-5}\ H$

طريقة ثانية

L الذاتية $= 10^{-7}\frac{\ell'^2}{\ell}$

$= 10^{-7}\ \frac{125.125}{\frac{2\pi}{5}}$

$= 10^{-7}\ \frac{125 \times 125 \times 2}{4\pi}$

$= 10^{-7}\ \frac{125.125.2}{12{,}5}$

$= 10^{-7}\ \frac{125.125.2}{125.10^1}$

$= 10^{-6} . 125 . 2 . 5$

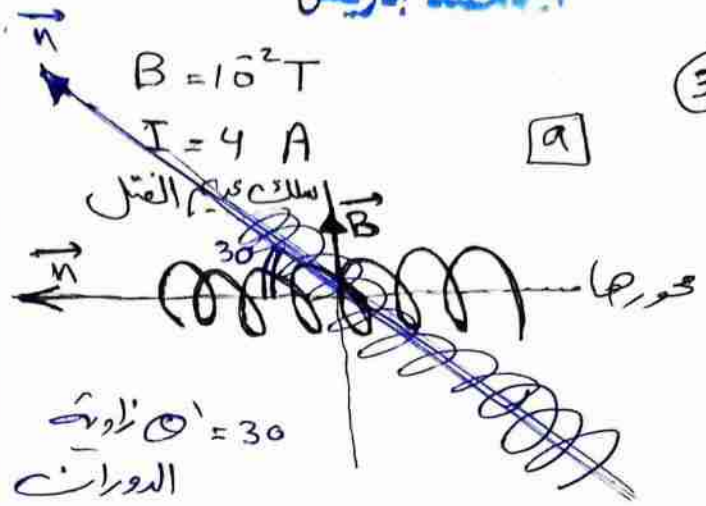
$L = 125 . 10^{-5}\ H$ (37)

(3)

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

$I = 4\ A$

[a]



$\theta' = 30$ زاوية الدوران

$\alpha = (\vec{B}\,;\,\vec{n}) = 60$

$$\int_\Delta = N \cdot I \cdot S \cdot B \cdot \sin\alpha$$

$$\int_\Delta = 10^3 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\int_\Delta = 8\pi\sqrt{3} \cdot 10^{-3}$$

$$\int_\Delta = 25\sqrt{3} \cdot 10^{-3}\ m.N$$

[b]

$W = ?$

$$W = I \cdot \Delta\phi = I \cdot (\Phi_2 - \Phi_1)$$

$$W = I \cdot (N \cdot S \cdot B \cdot \cos\alpha_2 - N \cdot S \cdot B \cdot \cos\alpha_1)$$

$$W = I \cdot N \cdot S \cdot B \cdot (\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$$

$\theta' = 0 \Leftarrow$ حضري إسوار البنار $\Rightarrow \alpha_1 = 90$ ✓ لم يبعد

$\theta' = 60 \Leftarrow$ يدور بزاوية 60 ✓ وضع

$\alpha_2 = 30$

$$W = 4 \cdot 10^3 \cdot \pi \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2} (\cos 30 - \cos 90)$$

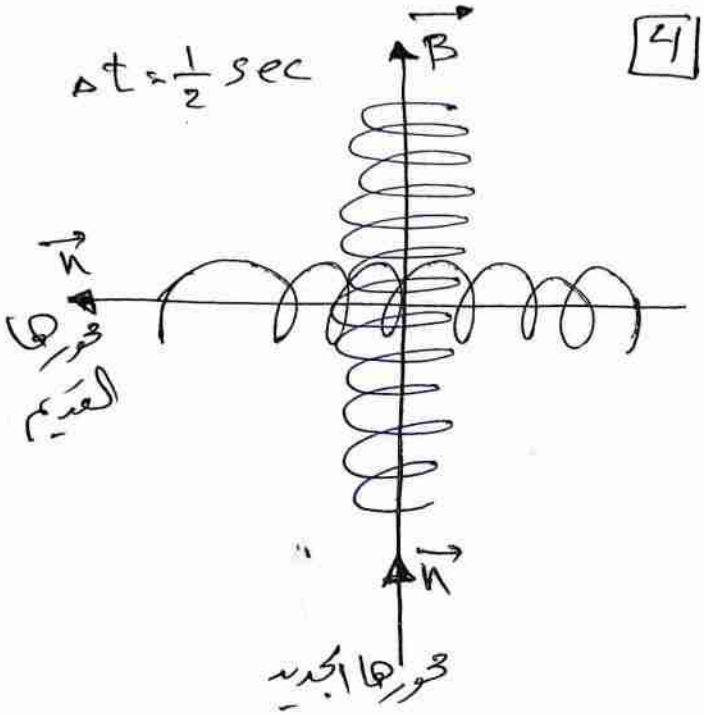
$$= 8\pi \cdot 10^{-3} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - 0\right)$$

$$= 8\pi \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{3}$$

$$= 25 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{3}\ J$$

[4]

$\Delta t = \frac{1}{2}\ sec$



توازن مستقر $\Rightarrow \alpha_1 = (\vec{B}\,;\,\vec{n}) = 0$

$\vec{n} \perp \vec{B} \Rightarrow \alpha_2 = 90$

(a)

$$i = \frac{\varepsilon}{R}$$

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{N \cdot S \cdot B \cdot \Delta\cos\alpha}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = -\frac{N \cdot \pi \cdot r^2 \cdot B \cdot (\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)}{\Delta t}$$

$$= -\frac{10^3 \cdot \pi \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2} \cdot (\cos 90 - \cos 0)}{\frac{1}{2}}$$

$$\mathcal{E} = -8\pi.10^{-3}.(0-1)$$

$$= +8\pi.10^{-3}$$

$$= 25.10^{-3}\ \text{Volt}$$

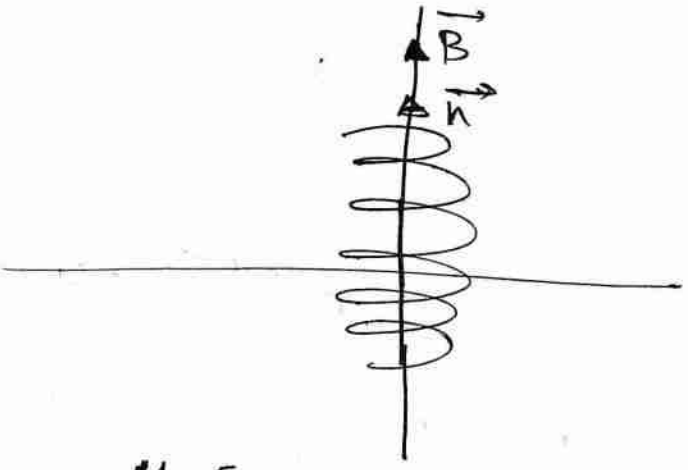
$$\Rightarrow \boxed{i = \frac{\mathcal{E}}{R}} = \frac{25.10^{-3}}{5} = 5.10^{-3}\ A$$

(b) كمية الكهرباء $\Delta q = i.\Delta t$

$$= 5.10^{-3}.\frac{1}{2}$$

$$= 25.10^{-4}\ C$$ كولوم

(5) توازن مستقر $q = 0$



$\mu = 50$

$B_t = ?$ $\Phi = ?$

$\mu = \frac{B_t \text{ مع نواة}}{B \text{ دون نواة}}$

$$B_t = \mu.B = 50.10^{-2}$$

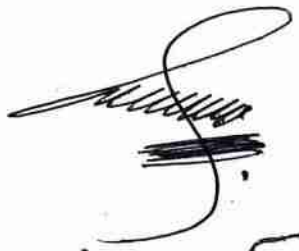
$$= 5.10^{-1}\ T$$

$$\Phi = N.S.B_t.\cos\alpha$$

$$= 10^3.\pi.4.10^{-4}.5.10^{-1}.\cos 0$$ ← 1

$$= 20\pi.10^{-1}.10^{-1}$$

$$= 2\pi.10^{-1}\ \text{weber}$$



المسألة 21 عاشرا:

طول الساقة $\ell = 80.10^{-2} = 8.10^{-1}\ m$

$B = 5.10^{-1}\ T$

$U_{AB} = 4.10^{-1}\ \text{Volt}$

① تتحرك الساقة بسرعة $\vec{v}$ خلال المدة Δt تنقل مسافة Δx

$$\Delta x = v.\Delta t$$

فتمسح سطحا

$$\Delta S = L.\Delta x$$

$$= l.v.\Delta t$$

وتتغير التدفق

$$\Delta\Phi = B.\Delta S$$

$$= B.L.v.\Delta t$$

فتنشأ قوة محركة كهربائية متحرضة قيمتها المطلقة تساوي فرق الكمون بين طرفي الساقة لأن الدارة مفتوحة

$$U_{AB} = |\mathcal{E}|$$

$$U_{AB} = |\mathcal{E}| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B.l.v.\Delta t}{\Delta t}$$

$$U_{AB} = B.l.v$$

$$\Rightarrow v = \frac{U_{AB}}{B.l} = \frac{4.10^{-1}}{5.10^{-1}.8.10^{-1}}$$

$$v = 1\ m.s^{-1}$$

(2)

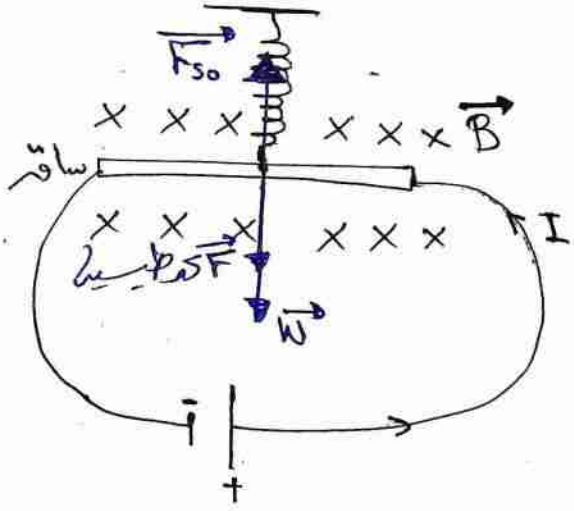
$K = 100\ N.m^{-1}$

$I = 20\ A$

$x_0 = 20cm = 20.10^{-2}m$

$= 2.10^{-1}m$

(a)



(b) جملة الخارجية: خارجية

الجملة المدروسة: ساقة المتوازنة

القوى الخارجية المؤثرة: $\vec{W}$ ثقل الساقة، $\vec{F}_{so}$ توتر النابض، $\vec{F}$ كهرطيسية

توازن: $\sum \vec{F} = \vec{0}$

$$\vec{W} + \vec{F} + \vec{F}_{so} = \vec{0}$$

نسقط على الأسفل

$$W + F - F_{so} = 0$$

$$W = F_{so} - F$$

$$m.g = Kx_0 - I.l.B.\sin\frac{\pi}{2}$$

$$m = \frac{Kx_0 - I.l.B}{g}$$

$$m = \frac{100.2.10^{-1} - 20.8.10^{-1}.5.10^{-1}}{10}$$

$$m = 10.2.10^{-1} - 2.8.10^{-1}.5.10^{-1}$$

$$= 2 - 8.10^{-1}$$

$$= 2 - 0,8 = 1,2\ kg$$

المسألة 22 عامة :

$r = 4.10^{-2}\ m$

$N = 600$ لفة

$B = 4.10^{-2}\ T$

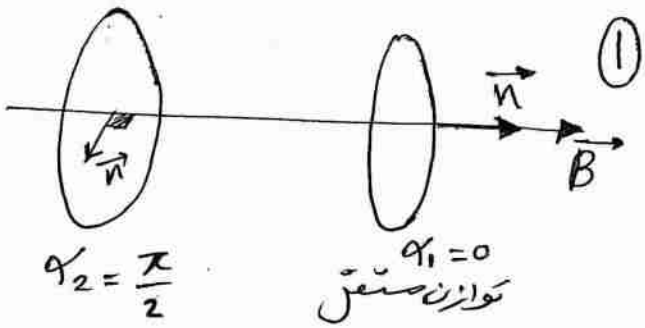
$\Delta t = 2.10^{-2}\ sec$

$R = 5\ \Omega$

خطوط الحقل مغناطيسية على سطح الوشيعة

$\Rightarrow \varphi = 0$

(1)



$$i = \frac{\varepsilon}{R}$$

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{-N.S.B.\Delta\cos\alpha}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = \frac{-N.\pi.r^2.B.(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = \frac{-600.\pi.16.10^{-4}.4.10^{-2}(\cos 90 - \cos 0)}{2.10^{-1}}$$

$$\varepsilon = -300.\pi.16.10^{-3}.4.10^{-2}(0-1)$$

$$\varepsilon = +3\pi.16.10^{-3}.4$$

$$\varepsilon = 3\,(50).10^{-3}.4$$

$$\varepsilon = 3.200.10^{-3}$$

$$\varepsilon = 6.10^{-1}\ \text{volt}$$

$$\Rightarrow i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{6.10^{-1}}{5} = \frac{12.10^{-1}}{10}$$

$$i = 12.10^{-2}\ A$$

الاستطاعة الكهربائية $P = \varepsilon.i = 6.10^{-1}.12.10^{-2}$

$$= 72.10^{-3}\ \text{watt}$$

$$f = \frac{2}{\pi}\ HZ \quad (2)$$

(3) بما أن الإطار يدور بسرعة ثابتة حول المحور الذي يمر من منتصف الضلعين الطويلين المتقابلين فإن حركته دائرية منتظمة

$$\omega = \frac{\alpha}{t} \Rightarrow \alpha = \omega t$$

فيكون التدفق المغناطيسي

$$\Phi = N.S.B.\cos\alpha$$

$$\Phi = N.S.B.\cos\omega t$$

القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآنية

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -(\Phi)'_t$$

$$\varepsilon = -(-\omega.N.S.B.\sin\omega t)$$

$$\varepsilon = +\omega.N.S.B.\sin\omega t$$

تكون ε_{max} عندما $\sin\omega t = 1$

$$\boxed{\varepsilon_{max} = \omega.N.S.B}$$

$$\Rightarrow \boxed{\varepsilon = \varepsilon_{max}.\sin\omega t}$$

$$\varepsilon_{max} = \omega.N.S.B$$

$$\boxed{S = \pi.r^2} = \pi.16.10^{-4} = 50.10^{-4}$$

$$= 5.10^{-3}\ m^2$$

$$\boxed{\omega = 2\pi f} = 2\pi.\frac{2}{\pi} = 4\ rad.s^{-1}$$

$$\varepsilon_{max} = \omega.N.S.B$$

$$= 4.600.5.10^{-3}.4.10^{-2}$$

$$= 24.5.10^{-3}.4$$

$$\varepsilon_{max} = 24.20.10^{-3} = 48.10^{-2}\ volt$$

$\Rightarrow \varepsilon = \varepsilon_{max} \cdot \sin \omega t$

$\boxed{\varepsilon = 48 \cdot 10^{-2} \cdot \sin 4t}$ Volt

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{48 \cdot 10^{-2} \cdot \sin 4t}{5}$$

$$i = \frac{96 \cdot 10^{-2} \cdot \sin 4t}{10}$$

$\boxed{i = 96 \cdot 10^{-3} \cdot \sin 4t}$ A

(b) $l' = ?$ طول سلك الملف

عدد اللفات $= \frac{\text{طول السلك } l'}{2\pi r}$

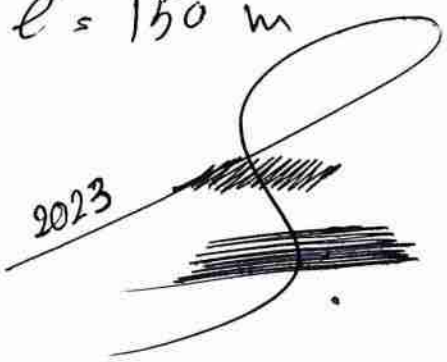
$\Rightarrow l' = 2\pi r \cdot N$

$= 2\pi \cdot 4 \cdot 10^{-2} \cdot 600$

$= 8\pi \cdot 6$

$= 25 \cdot 6$

$l' = 150$ m



أ. محمد إدريس

أ. محمد إدريس