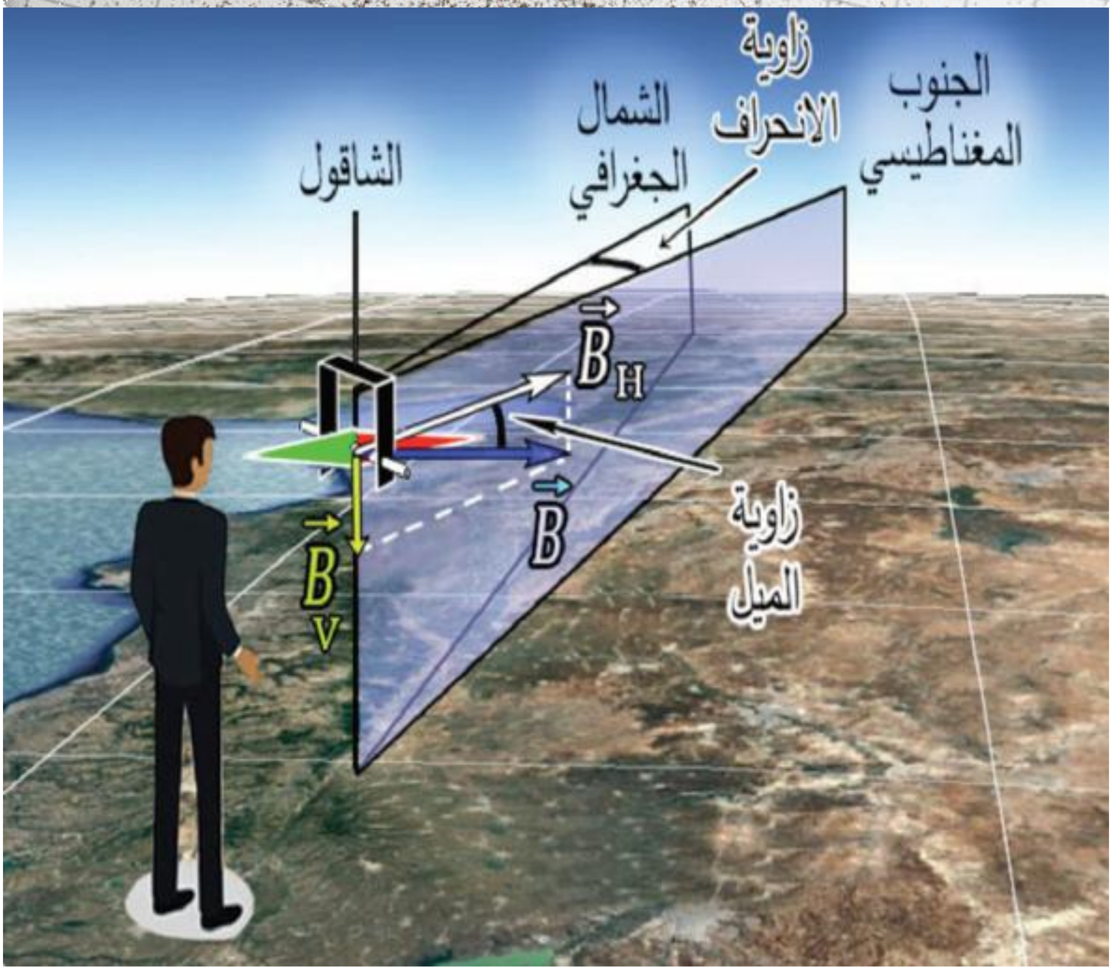
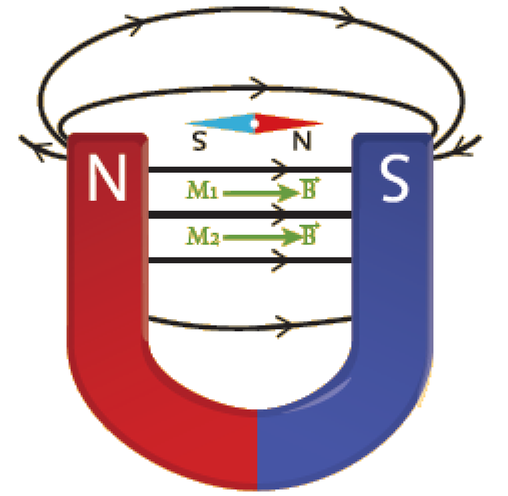
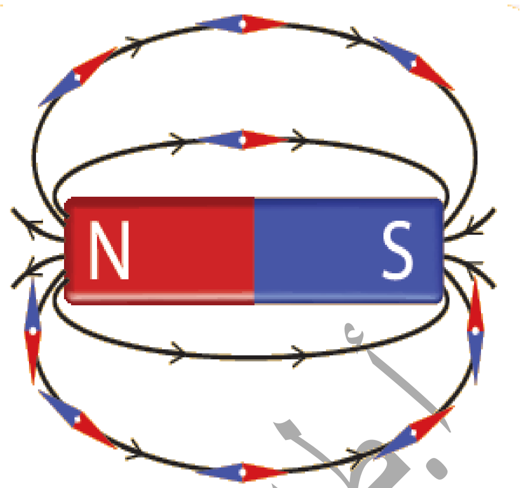
الدرس الأول : المغناطيسية



مفهومُ الحقل المغناطيسيِّ:

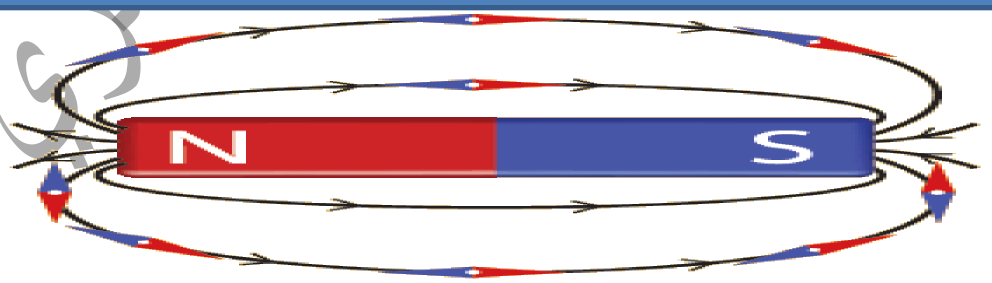




نتائج

- **نقولُ :إنَّ منطقةً يسودُها حقلٌ مغناطيسيٌّ إذا وُضعَتْ فيها إبرةٌ مغناطيسيّةٌ حرّةُ الحركةِ، فإنّها تخضعُ لأفعالٍ مغناطيسيّةٍ.**
- **تأخذُ الإبرةُ المغناطيسيّةُ منحى واتّجاهاً معيّنين بتأثيرِ الحقلِ المغناطيسيِّ .**
- **تشكّلُ الخطوطُ التي ترسمُها الأبرُ المِغناطيسيّةُ ما يُسمّى بخطوطِ الحقل المغناطيسيِّ.**
- **خطُّ الحقلِ المِغناطيسيِّ هو خطٌّ وهميٌّ يَمَسُّ في كلِّ نقطةٍ من نِقاطِهِ شعاعَ الحقلِ المغناطيسيِّ في تلك النقطة.**
- **تتّجهُ خطوطُ الحقلِ المغناطيسيِّ خارجَ المِغناطيس من قطبهِ الشماليِّ إلى قطبهِ الجنوبيِّ، وتُكملُ دورتَها داخلَ المغناطيس من القُطبِ الجنوبيِّ إلى القطبِ الشماليِّ.**
- **تأخذُ خطوطُ الحقلِ المِغناطيسيِّ بينَ قطبي المِغناطيسِ النضويّ شكلَ خطوطٍ مستقيمةٍ متوازيةٍ، ولها الجهةُ نفسُها، ثمّ تنحني خارجَ قطبَي المغناطيس.**
- **يكونُ الحقلُ المغناطيسيُّ منتظماً إذا كانت أشعّةُ الحقلِ متوازيةً، ولها الشِّدَّةُ نفسُها، والجهةُ ذاتُها (متسايرة فيما بينها)**

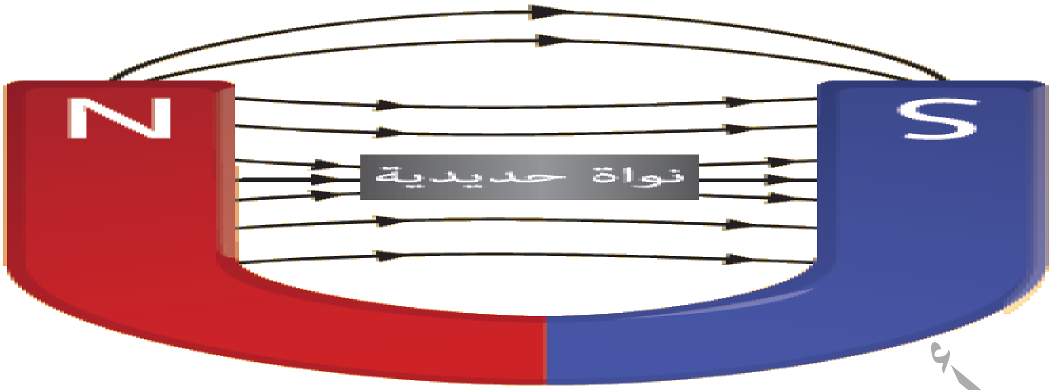
سؤال: حدد عناصر شعاع الحقلِ المغناطيسيّ $\vec{B}$ في نقطةٍ من الحقل؟



الحل: يمكنُ تحديدُ عناصرِ شعاعِ الحقلِ المغناطيسيِّ لمغناطيسٍ بوساطة إبرةٍ مغناطيسيّةٍ.

- **الحاملُ :** المستقيمُ الواصلُ بينَ قطبَي الإبرةِ المغناطيسيّة.
- **الجهةُ :** من القطبِ الجنوبيِّ للإبرةِ إلى قُطبها الشماليِّ.
- **الشِّدَّة :** تزدادُ بازديادِ سرعةِ اهتزازِ الإبرةِ المغناطيسيّةِ في تلك النقطةِ، وتقدّرُ في الجملة الدوليّة بواحدة التسلا T.

الحقلُ المغناطيسيُّ بوجود الحديدِ:



نتائج التجربة:

- تتقاربُ برادةُ الحديدِ عند طرفَي النّواةِ الحديديّة، أي تتكاثفُ خطوطُ الحقلِ المغناطيسيِّ ضمنَ النواةِ الحديديّة.
- تتمغنطُ نواةُ الحديدِ، ويتولّدُ منها حقلاً مغناطيسيّاً $\overrightarrow{B'}$ إضافيّاً يُضافُ إلى الحقلِ المغناطيسيّ الأصليّ الممغنط $\overrightarrow{B}$ فيشكّلُ حقلاً مغناطيسيّاً كليّاً $\overrightarrow{B_t}$
- يُستفادُ من وضعِ النواةِ الحديديّة بينَ قطبَي المغناطيس النضوي في زيادةِ شدّةِ الحقلِ المغناطيسيّ.

عاملُ النفاذيةِ المغناطيسيِّ:

سؤال : اكتب قانون عامل النفاذية المغناطيسية؟ مع ذكر دلالات الرموز والواحدات الدولية؟

القانون: $\mu = \frac{B_t}{B}$

μ : عاملُ النفاذيةِ المغناطيسيِّ لا واحدةَ قياسٍ له.

B_t : شدّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ الكليِّ، وتقدّرُ شدّتُهُ في الجملةِ الدوليّة بواحدةِ التسلا (T)

B : شدّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ الأصليِّ الممغنط، وتقدّرُ شدّتُهُ في الجملةِ الدوليّة بواحدة التسلا (T)

سؤال: بماذا يتعلّقُ عاملُ النفاذيةِ المغناطيسيِّ ؟

a. طبيعةُ المادّةِ من حيثُ قابليّتُها للمغنطة.

b. شدّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ الممغنط.

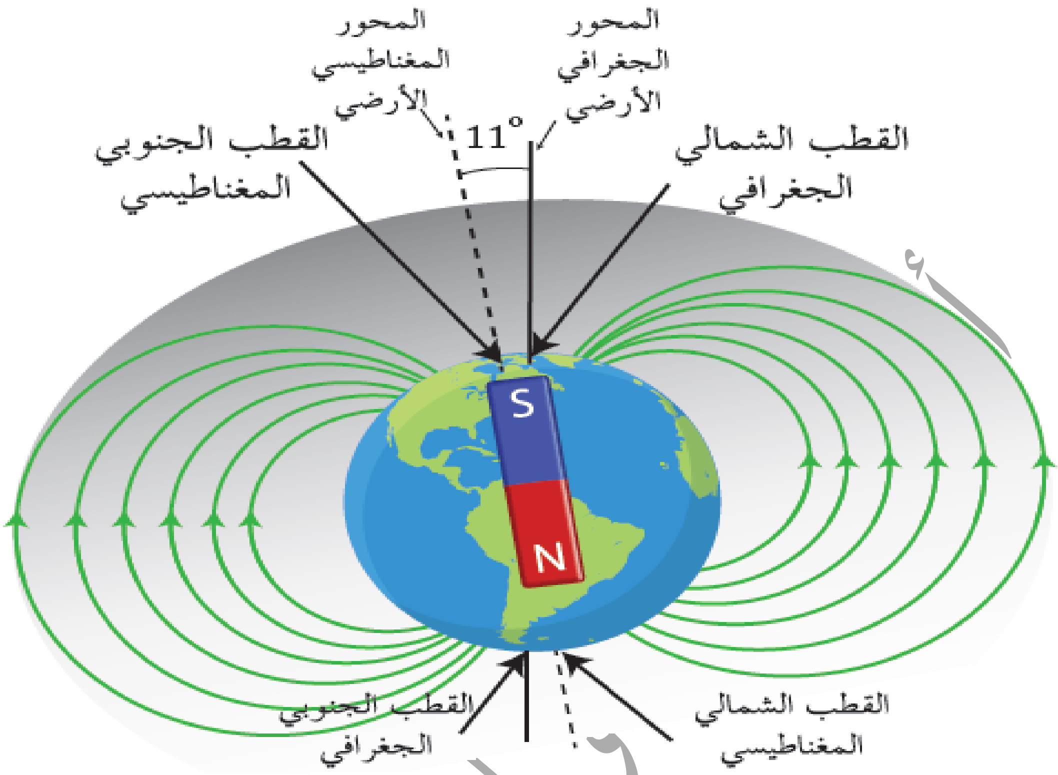
الحقل المغناطيسي الأرضي :

سؤال: ما هو تفسير توجّهَ إبرةٍ مغناطيسيّةٍ في نقطةٍ ما من سطحِ الأرضِ إلى الشمالِ الجغرافيِّ؟

إنّ منشأَ المغناطيسيّةِ الأرضيّةِ مُعقّدٌ وغيرُ معروفٍ بدقّةٍ حتى الآن.
اعتقدَ العلماء بدايةً أنّ الموادَّ المغناطيسيّةَ في الأرض مسؤولةٌ عن مغناطيسيّةِ الأرضِ، لكنَّ درجاتِ الحرارةِ العاليّة جدّاً في جوفِ الأرضِ تجعلُ من الصّعبِ الحفاظُ على مغناطيسيّةٍ دائمةٍ للموادِّ الحديديّةِ في باطنِ الأرض.
ويعزو العلماء مغناطيسيّةَ الأرض إلى **الشحناتِ المتحرّكةِ في سوائلِ جوف الأرض** (**أيونات موجبة، وإلكترونات سالبة**)التي تولّدُ بحركتِها تياراتٍ كهربائيّةً داخلَ الأرضِ ينشأُ عنها حقولٌ مغناطيسيّةٌ.

عناصرُ شعاع الحقلِ المغناطيسيِّ الأرضيِّ في نقطة:

سؤال: اذكر عناصرُ شعاعِ الحقلِ المغناطيسيِّ الأرضيِّ في نقطة؟



تسلكُ الأرضُ سلوكَ مغناطيسٍ مستقيمٍ كبيرٍ، منتصفُهُ في مركزِها، يميلُ محورُهُ قُرابةَ(11^{O}) عن محورِ دورانِ الأرضِ المنطبقِ على(الشمال - الجنوب)الجغرافيِّ، قطباها المغناطيسيّان لا يُطابقانِ قطبيها الجغرافيّين؛ أي أنّ القطبَ المغناطيسيَّ الجنوبيَّ للأرض يقعُ بالقربِ من القطبِ الشماليِّ الجغرافيِّ، والقطبَ المغناطيسيَّ الشماليَّ للأرض يقعُ قربَ القطبِ الجنوبيِّ الجغرافيِّ للأرض، والمسافةُ بينَ القطبَين تقريباً $1920\ km$.

عندَ وضعِ إبرةٍ مغناطيسيّةٍ محورُ دورانِها أفقيٌّ عندَ أحدِ القطبينِ الجغرافيّينِ فإنّها تستقرُّ بوضعٍ شاقوليٍّ، أي تصنعُ مع خطِّ الأفقِ زاويةً قياسُها تقريباً(90^{O})وعندَ نقلِ الإبرةِ إلى خطِّ الاستواءِ فإنّها تنطبقُ على الأفق، أي أنَّ قياسَ زاويةِ الإبرةِ مع الأفقِ يساوي الصفرَ.

<u>تُسمّى الزاويةَ بينَ مُستوى الإبرةِ وخطِّ الأفقِ</u> **زاويةَ الميل $\hat{\imath}$**

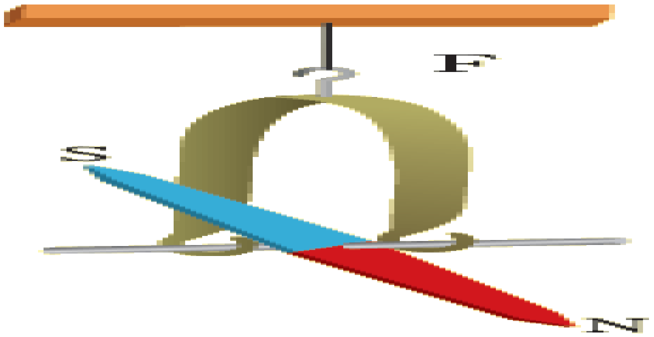
وعندَ وضعِ إبرةٍ مغناطيسيّةٍ محورُ دورانِها شاقوليٌّ بعيدةٌ عن أيِّ تأثيرٍ مغناطيسيٍّ يمكنُها الدورانُ بحرّيّةٍ في مستوٍ أفقيٍّ فإنّها تستقرُّ موازيةً لخطٍّ أفقيٍّ يُسمّى خطَّ الزّوالَ المغناطيسيّ.

<u>تُسمّى الزاويةُ المحصورةُ بينَ خطِّ الزّوالِ المغناطيسيِّ والمحورِ الجغرافيِّ للأرضِ</u>

زاويةَ الانحرافِ المغناطيسيّ. ويتغيّرُ مقدارُها بينَ$(0^{O} - 180^{O})$

أجرّب وأستنتج: أضعُ الإبرةَ داخلَ الغرفةِ بعيدةً عن أيِّ تأثيرٍ مغناطيسيٍّ، وأُلاحِظُ منحى استقرارِها

2. أزيحُ الإبرةَ عن منحى استقرارِها، هل تعودُ إلى منحاها السابقِ قبلَ إزاحتِها

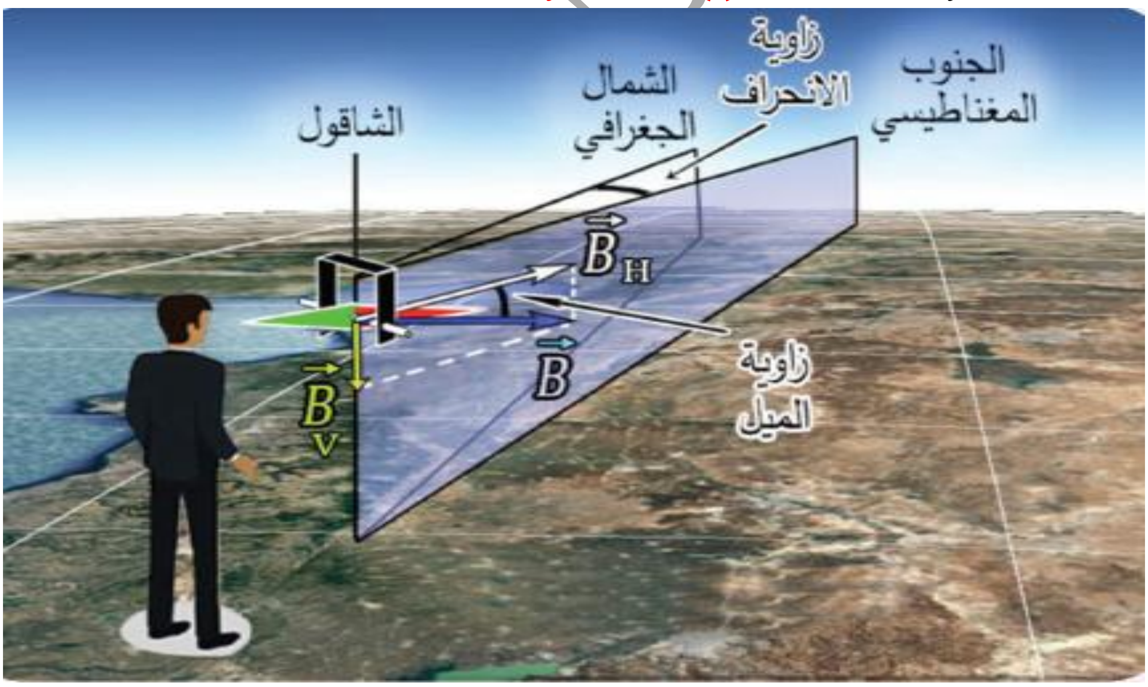


نستنتج مايلي:

- **تتغيّرُ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ الأرضيِّ من منطقةٍ إلى أخرى على سطحِ الأرضِ حسبَ موقِعِها الجغرافيِّ، ويقعُ شعاعُ الحقلِ المغناطيسيِّ الأرضيِّ في مُستوي الزّوال المغناطيسيّ(وهو المُستوي المعرّف بخط الزوال المغناطيسي ومركز الأرض)**
- **يُعيّنُ شعاعُ الحقلِ المغناطيسيِّ الأرضيِّ بوساطةِ زاويتي المَيل والانحراف**
- **يمكنُ تحليلُ شعاعِ الحقلِ المغناطيسيِّ إلى مركبتين:**

مركبةٍ أفقيّةٍ $\overrightarrow{B_H}$ شدّتُها: $B_H = B\cos(i)$

مركبةٍ شاقوليّةٍ $\overrightarrow{B_v}$ شدّتُها: $B_v = B\sin(i)$



ملاحظة : تأخذُ الإبرةُ المغناطيسيّةُ لبوصلةٍ محور دورانها شاقوليٌّ منحى المركبةِ الأفقيّةِ للحقلِ المغناطيسيِّ الأرضيِّ $\overrightarrow{B_H}$ في مُستوي الزّوالِ المغناطيسيِّ، في حين تأخذُ الإبرةُ الحرّةُ الحركةِ منحى الحقلَ المغناطيسيَّ الكلّيَّ $\overrightarrow{B}$.

الحقولُ المغناطيسيّةُ للتياراتِ الكهربائيّة:

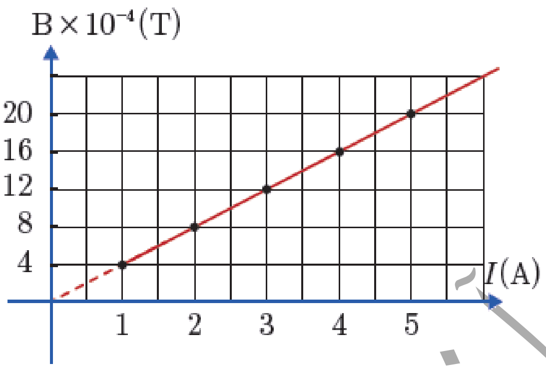
نشاط: يُبيّنُ الجدولُ الآتي النتائجَ التجريبيّةَ لقياس شدّةِ الحقلِ المغناطيسيِّ المتولّدِ عن مرورِ تيارٍ كهربائيٍّ متواصلٍ في سلكٍ مستقيمٍ في نقطةٍ تقعُ على بُعدٍ معيّنٍ من السلك:

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

1.أرسمُ الخطَّ البيانيَّ لتغيّرات B بدلالة I .

2.أحسبُ مَيلَ الخطِّ البيانيِّ، ماذا أستنتج؟

3.أحسبُ قيمةَ B من أجلِ تيّارٍ شدّتُه $I = 8(A)$.



١- إنّ شدّةَ الحقلِ المغناطيسيِّ المتوّلدِ عن تيا ر كهربائيٍّ تتناسبُ طرداً وشدّةَ التيارِ المارِّ في الدّارة.

٢- الخطُ البيانيُّ الممثل لتغيّرات شدّةِ الحقلِ المغناطيسيِّ بدلالةِ شدّةِ التيّارِ مستقيمٌ يمرُّ من المبدأ، ميلُهُ $k = \frac{B}{I}$

$B = k.I$

نحسب الميل من احدى التجارب $k = \frac{B}{I} = \frac{4\times10^{-4}}{1} = 4\times10^{-4}\ \ T.A^{-1}$

٣- نحسب الحقل عند $I = 8(A)$: $B = k.I = 4\times10^{-4}\times8 = 32\times10^{-4}T$

سؤال بماذا يتعلّقُ مَيلَ المستقيم k ؟

الأوّلُ :الطبيعةُ الهندسيّةُ للدارة :شكلُ الدّارة، وموضع النقطة المعتبرة بالنسبة للدارة أي k'

الثاني :عاملُ النفاذية المغناطيسيّ μ_0 وقيمتُهُ في الخلاءِ في جملة الوحدات الدوليّة

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

بناءً على ما سبقَ يمكنُ أنْ نكتبَ علاقةَ شدّةِ الحقلِ المغناطيسيِّ المتولّدِ عن تيّارٍ كهربائيٍّ بالشكل: $B = 4\pi\times10^{-7}k'.I$

B: شدّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ (T) . I شدّةُ التيّارِ (A)

k':ثابتٌ يتعلّقُ بالطبيعةِ الهندسيّة للدارة.

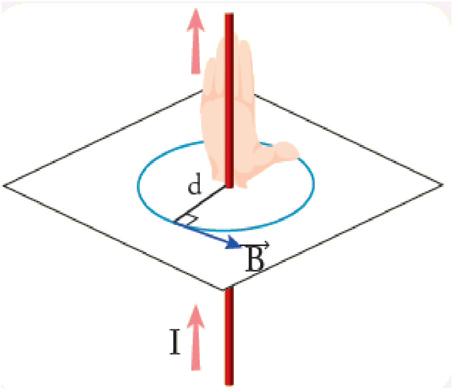
سلك $k' = \frac{1}{2\pi.d}$ ، ملف دائري $k' = \frac{N}{2r}$ ، ملف حلزوني (وشيعة) $k' = \frac{N}{l}$

الحقلُ المغناطيسيُّ لتيّارٍ مستقيمٍ طويل:

نشاط: في إحدى التجارِبِ مُرّرَ تيّارٌ كهربائيٌّ متواصلٌ شدّتُهُ $20A$ في سلكٍ مستقيمٍ وطويلٍ، وقيستْ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ بوساطةِ مقياسِ تسلا في مجموعةِ نقاطٍ تقعُ على أبعادٍ مختلفةٍ من محورِ السلكِ، وكانت النتائجُ وَفقَ الجدول الآتي

$B(T)$	2×10^{-4}	1×10^{-4}	0.8×10^{-4}	0.4×10^{-4}
$d(m)$	2×10^{-2}	4×10^{-2}	5×10^{-2}	10×10^{-2}
$k'=\frac{1}{2\pi d}$	$\frac{1}{4\pi\times10^{-2}}$	$\frac{1}{8\pi\times10^{-2}}$	$\frac{1}{\pi\times10^{-1}}$	$\frac{1}{2\pi\times10^{-1}}$
$\frac{B}{k'.I}$	1.25×10^{-6}	1.25×10^{-6}	1.25×10^{-6}	1.25×10^{-6}
$B.d$	4×10^{-6}	4×10^{-6}	4×10^{-6}	4×10^{-6}

سؤال :اذكر عناصرُ شعاعِ الحقلِ المغناطيسيِّ في نقطة n تبعدُ مسافة d عن محورِ السلك؟



1 -الحاملُ : عموديٌّ على المُستوي المعيّن بالسلك والنقطةِ المعتبرة.

2-الجهةُ : تحدّدُ **عمليّاً** بوساطةِ إبرةٍ مغناطيسيّةٍ صغيرةٍ نضعُها في النقطةِ المعتبرة، وتكون جهةُ شعاعِ $\overrightarrow{B}$ الحقل من جهة محورِ الإبرةِ $\overrightarrow{SN}$ (من جنوب الابرة إلى شمالها)بعد أنْ تستقرَّ.

أمّا نظريّاً فإنّها تُحدَّدُ بقاعدةِ اليدِ اليمنى:

- الساعد يوازي السلك
- يدخلُ التيّارُ من الساعدِ، ويخرجُ من نهاياتِ الأصابع.

- نوجّهُ باطنَ الكفِّ نحو النقطةِ المدروسة.يشيرُ إبهامُ اليدِ اليمنى إلى جهةِ شعاعِ الحقلِ المغناطيسيِّ.

3-الشِّدَّةُ : إنّ شدّةَ الحقلِ المغناطيسيِّ لتيّارٍ مستقيمٍ طويلٍ تتناسبُ طرداً مع شدّةِ التيّارِ الكهربائيِّ المارِّ فيه I عكساً مع بُعدِ النقطةِ d المعتبرةِ عن محورِ السلك ، ويُعطى بالعلاقة:

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

لكن: $\boldsymbol{k' = \frac{1}{2\pi d}}$

$$B = 4\pi\times10^{-7}\frac{1}{2\pi d}.I \Longrightarrow$$

$$\boldsymbol{B = 2\times10^{-7}\frac{I}{d}}$$

تطبيقٌ(1): نمرّرُ تيّاراً كهربائيّاً متواصلاً شدّتُه 10A في سلكٍ طويلٍ مستقيمٍ موضوعٍ أفقيّاً في مُستوي الزوالِ المغناطيسيِّ الأرضيِّ المارِّ من مركز إبرةٍ مغناطيسيّةٍ صغيرةٍ يمكنُها أنْ تدورَ حولَ محورٍ شاقوليٍّ موضوعةٍ تحتَ السلكِ على بُعدِ 50 cmمن محورِه .المطلوب حساب:

1.شدّةِ الحقلِ المغناطيسيِّ عندِ مركزِ الإبرةِ المغناطيسيّةِ الناتجِ عن مرورِ التيّارِ.

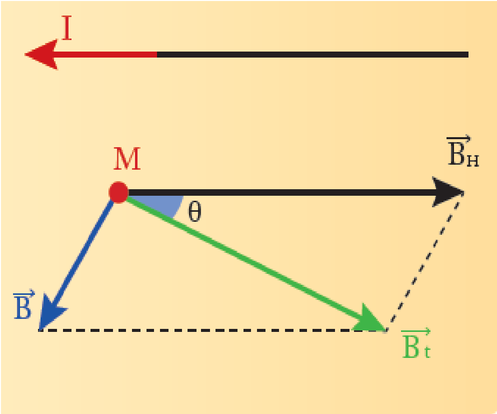
2.قيمةِ زاويةِ انحرافِ الإبرةِ المغناطيسيّةِ باعتبارِ أنّ قيمةَ المركبةِ الأفقيّةِ للحقلِ المغناطيسيِّ الأرضيِّ $2\times10^{-5}T$.

المعطيات: d=50 cm$\Longrightarrow d = 50\times10^{-2} = 5\times10^{-1} = 0.5m$

I =10A $\boldsymbol{B_H} = 2\times10^{-5}T$

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

$$B = 2 \times 10^{-7} \frac{10}{5\times10^{-1}} = 2 \times 10^{-7} \frac{2}{10^{-1}} = 4 \times 10^{-6}\ T$$



2. قبلَ إمرارِ التيّارِ تستقرُّ الإبرةُ وفقَ منحى المركبةِ الأفقيّةِ للحقلِ المغناطيسيِّ الأرضيِّ $\overrightarrow{B_H}$ بعدَ مرورِ التيّارِ يتولّدُ حقلٌ مغناطيسيٌّ $\vec{B}$ يؤلّفُ مع $\overrightarrow{B_H}$ حقلاً محصّلاً $\vec{B}$ تدورُ الإبرةُ المغناطيسيّةُ بزاويةِ θ وتستقرُّ وفقَ منحاه.

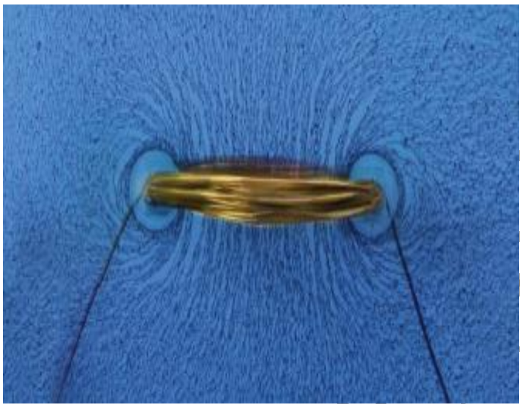
$$\tan\theta = \frac{B}{B_H} = \frac{4\times10^{-6}}{2\times10^{-5}} = 2 \times 10^{-1}$$

$$\tan\theta = 0.2 < 0.24$$

θ صغيرة

$$\tan\theta \simeq \theta \Longrightarrow \theta \simeq 0.2\ rad$$

الحقلُ المغناطيسيُّ لتيّارٍ كهربائيٍّ متواصلٍ في ملفٍّ دائريٍّ:

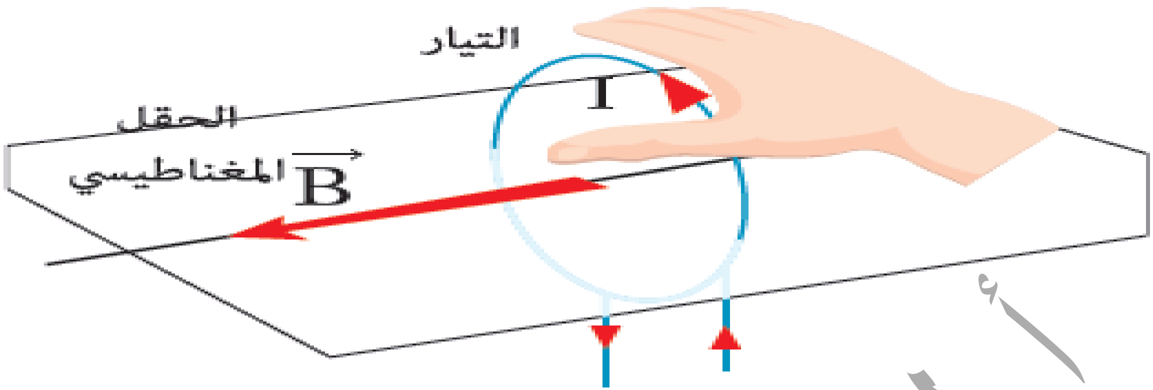


نشاط: في إحدى التجارِبِ مُرِّرَ تيّارٌ كهربائيٌّ متواصلٌ شدّتُهُ $10A$ في ملفٍّ دائريٍّ نصفُ قطرِهِ $10cm$ وقيستْ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ بوساطةِ مقياسِ تسلا في مركزِ الملفِّ، وكُرِّرت التجربةُ السابقةُ من أجلِ ملفّاتٍ متماثلةٍ في نصفِ قطرِها الوسطيِّ ومختلفةٍ في عددِ لفّاتِها، وكانت النتائجُ وفقَ الجدولِ الآتي

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

$B\ (T)$	$2\pi \times 10^{-3}$	$4\pi \times 10^{-3}$	$6\pi \times 10^{-3}$
N(لفة)	100	200	300
$k' = \frac{N}{2r}$	500	1000	1500
$\frac{B}{k'.I}$	1.25×10^{-6}	1.25×10^{-6}	1.25×10^{-6}

سؤال: استنتج عناصرُ شعاعِ الحقلِ المغناطيسيِّ لتيارٍ دائريٍّ؟



١- **الحاملُ :** العمودُ على مُستوي الملفّ.

٢- **الجهةُ :** عمليّاً من القطبِ الجنوبيِّ إلى القطبِ الشماليِّ لإبرةٍ مغناطيسيّةٍ نضعُها عندَ مركزِ الملفّ الدائريِّ بعدَ استقرارِها. نظريّاً حسبَ قاعدةِ اليدِ اليُمنى :نضعُها فوقَ الملفِّ حيثُ يدخلُ التيّارُ من الساعدِ، ويخرجُ من أطرافِ الأصابعِ، ويتّجهُ باطنُ الكفِّ نحوَ مركزِ الملفِّ، فيشيرُ الإبهامُ إلى جهةِ شعاعِ الحقلِ المغناطيسيِّ

٣- **الشِّدَّة :** وُجِدَ تجريبيّاً أنّ شدّةَ الحقلِ المغناطيسيِّ لتيارٍ دائريٍّ تتناسبُ:

١- طرداً مع شدّةِ التيارِ الكهربائيِّ المارِّ فيه I

٢ - طرداً مع عددِ لفّاتِ الملفِّ N

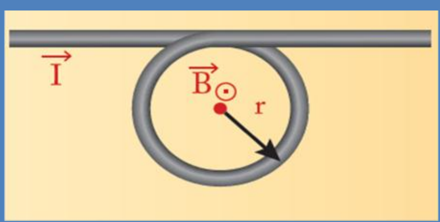
٣-عكساً مع نصفِ قطرِ الملفِّ الوسطيِّ r

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

لدينا $k' = \frac{N}{2r}$

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

تطبيقٌ: نمرّرُ تيّاراً كهربائيّاً شدّتُهُ $6A$ في سلكٍ مُستقيمٍ طويلٍ معزولٍ، ثمّ نلفُّ جزءاً منه على شكلِ حلقةٍ دائريّةٍ بلفّةٍ واحدةٍ نصفُ قطرِها $3\ cm$ كما في الشّكلِ . احسبْ شدّةَ الحقلِ المغناطيسيِّ المحصّلِ في مركزِ الحلقةِ، ثمّ حدّدْ بقيّةَ عناصرِه.



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

الحل: نَعُدُّ السلكَ جزأين:

الأولُ :حلقة B_1 الثاني :مستقيم B_2

الحقلان على حاملٍ واحدٍ، وبالجهةِ نفسِها، فتكونُ شدّةُ الحقلِ المحصّل:

$$B_{TOT} = B_1 + B_2$$

1. الحقلُ المغناطيسيُّ الأول المتوّلدُ عن التيّار المارّ في الحلقة الدائريّة:

$$B_1 = 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{r} = 2\pi \times 10^{-7} \frac{1 \times 6}{3 \times 10^{-2}} = 4\pi \times 10^{-5} = 12.5 \times 10^{-5} \quad T$$

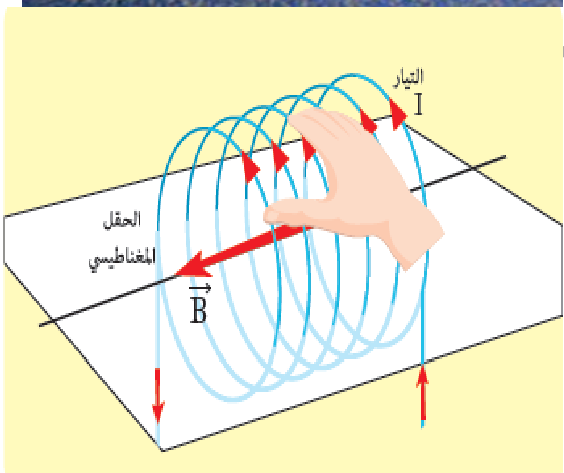
2. الحقلُ المغناطيسيُّ الثاني المتوّلدُ عن التيّار المارّ في السلك المستقيم:

$$B_2 = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d} = 2 \times 10^{-7} \frac{6}{3 \times 10^{-2}} = 4 \times 10^{-5} \quad T$$

$$B_{TOT} = B_1 + B_2 = 12.5 \times 10^{-5} + 4 \times 10^{-5} = 16.5 \times 10^{-5} T$$

الحقلُ المغناطيسيُّ لتيّارٍ كهربائيٍّ متواصلٍ يمرُّ في ملفٍّ حلزونيٍّ(وشيعة)

سؤال: اذكر عناصرُ شعاع الحقلِ المغناطيسيِّ المتولّدِ عن تيّار حلزونيٍّ؟



١-الحاملُ : محورُ الوشيعةِ.

٢-الجهةُ : عمليّاً من القطبِ الجنوبيِّ إلى القطبِ الشماليِّ لإبرةٍ مغناطيسيّةٍ نضعُها عندَ مركزِ الوشيعةِ بعدَ استقرارِها. نظريّاً تُحدّدُ بقاعدةِ اليدِ اليمنى نضعُها فوقَ الوشيعةِ بحيثُ توازي أصابعُها إحدى الحلقاتِ ونتصوّرُ أنّ التيّارَ يدخلُ من الساعدِ، ويخرجُ من رؤوسِ الأصابعِ، فيشيرُ الإبهامُ الذي يُعامدُ الأصابعَ إلى جهةِ شعاعِ الحقلِ المغناطيسيِّ.

٤-الشِّدَّة : وُجِدَ تجريبيّاً أنّ شدّةَ الحقلِ المغناطيسيِّ لتيّارٍ حلزونيٍّ داخلَ الوشيعةِ تتناسبُ طرداً مع:

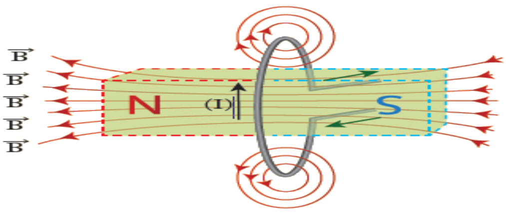
- شدّةِ التيّارِ الكهربائيِّ المتواصلِ المارِّ فيها I
- النسبةِ $n_1 = \frac{N}{l}$ أي عددِ اللفّاتِ في واحدةِ الأطوالِ، وتُعطى الشدَّة بالعلاقة:

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

لكن $(k' = \frac{N}{l})$

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

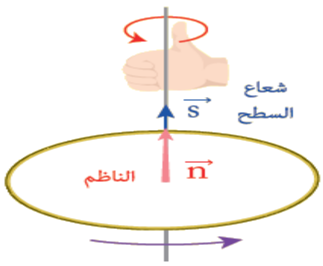
نتيجة: إنّ الملفاتِ والوشائعَ الكهربائيّة تُكافئُ مغانطَ؛ إذ يُطلَقُ اسمُ الوجه الشماليّ على وجهِ الملفِّ الذي تكونُ فيه جهةُ التيّار بعكسِ جهةِ دوران عقاربِ الساعة، أمّا الوجهُ الآخرُ للملفِ فهو الوجهُ الجنوبيُّ.



التدفُّقُ المغناطيسيُّ:

سؤال: عرف التدفق المغناطيسي؟

يُعبّرُ التدفّقُ المغناطيسيُّ $\bar{\phi}$ عن عددِ خطوطِ الحقلِ المغناطيسيِّ التي تجتازُ سطحَ دارةٍ كهربائيّةٍ مُستويةٍ مُغلَقةٍ في الخلاء.



شعاعُ السطحِ $\vec{s}$: نرسمُ الناظمَ $\vec{n}$ على مُستوي الدارة، وهو العمود على مُستوي سطحِ الدارةِ الذي يدخلُ من وجهها الجنوبيِّ، ويخرجُ من وجهها الشّماليّ.

- نعرّفُ شعاعَ السّطحِ $\vec{s}$ بالعلاقة $\vec{s} = s\vec{n}$

سؤال: اذكر عناصرَ شعاع السطح؟

١-الحامل: الناظمُ.

٢-الجهةُ: بجهةِ الناظمِ دوماً

٣- الشِّدّة: s مساحةُ سطحِ الدارة، واحدةُ قياسها m^2 $\vec{s} = s\vec{n}$

سؤال: اكتب قانون التدفّقِ المغناطيسيِّ $\bar{\phi}$؟

$\bar{\phi} = B.s.\cos(\propto)$ $\Longrightarrow$ جداء سلمي $\bar{\phi} = \vec{B}.\vec{s}$

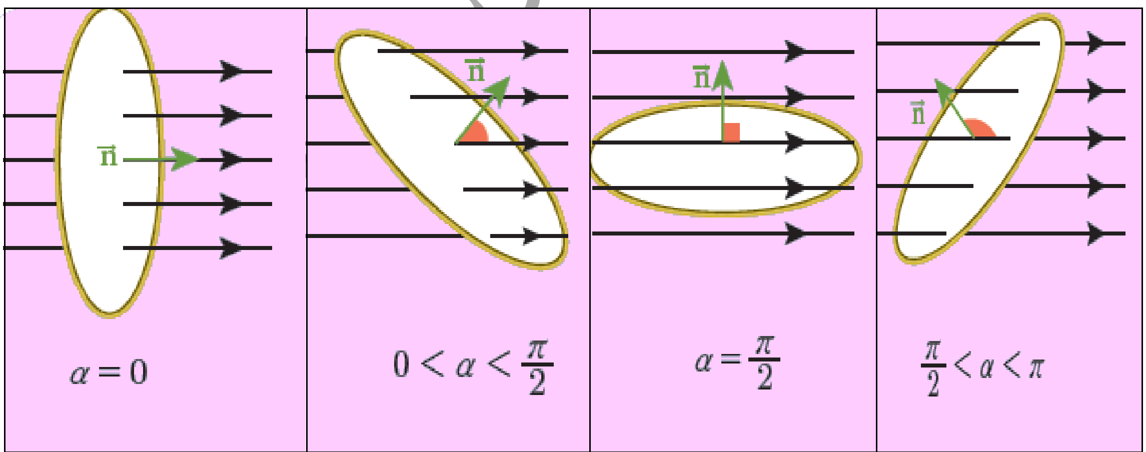
ومن أجلِ دارةٍ تحوي N لفة تصبح العلاقة: $\bar{\phi} = N.B.s\cos(\propto)$

$\bar{\phi}$: التدفّقُ المغناطيسيُّ، يقدّرُ بواحدة(الويبر) $Weber$

B: شدّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ الذي يجتازُ الدارةَ، يقدّرُ بواحدةِ التسلا (T)

$\propto$: هي الزاويةُ الكائنةُ بينَ شعاعِ الحقلِ المغناطيسيِّ $\vec{B}$ والناظمِ على السطح $\widehat{\propto} = (\vec{B}\,\hat{,}\,\vec{n})$

تقدّرُ بواحدة rad



$\propto = 0\ rad \Longrightarrow$ $\cos(\propto) = +1$ $\bar{\phi} = B.s(+1)$ $\bar{\phi} = B.s$ التدفق أعظمي	$\propto =$ حادة $\Longrightarrow$ $\cos(\propto) > 0$ $\bar{\phi} > 0$ التدفق موجب	$\propto = \frac{\pi}{2}\ rad \Longrightarrow$ $\cos(\propto) = 0$ $\bar{\phi} = B.s(0)$ $\bar{\phi} = 0$ التدفق معدوم	$\propto =$ منفرجة $\Longrightarrow$ $\cos(\propto) < 0$ $\bar{\phi} < 0$ التدفق سالب

1.اكتبِ التّوزّعَ الإلكترونيَّ في ذرّةِ الحديدِ.
2.ارسمِ التّمثيلَ الإلكترونيَّ في المدارِ الثانويِّ $3d$بطريقةِ السهمِ والمربّعات.
3.ما عددُ الإلكتروناتِ الفرديّة(العازبة)فيه؟
4.هل هي ساكنةٌ؟ هل تدور بجهة واحدة أم بجهتين متعاكستين؟
5.هل يدورُ الإلكترونُ حولَ نفسِه؟ وماذا يكافئُ هذا الدورانُ؟

الحل:

١- $Fe(26)\ :\ 1s^2\quad 2s^2\quad 2P^6\quad 3s^2\quad 3P^6\ 4s^2\ 3d^6$

٢- $3d^6$

↑↓	↑	↑	↑	↑

٣-عدد الالكترونات العازبة (4)

٤- تدور بجهة واحدة.

٥- نعم يدور ويكافئ تيار متناه في الصغر يولد حقلاً مغناطيسياً ويعتبر كأنه مغناطيس صغير.

نتائج عن المغناطيسية:

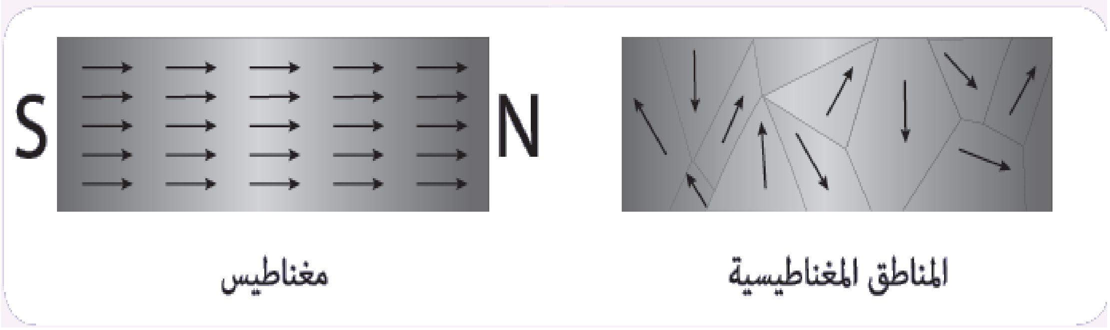
١- يشبهُ دورانُ الإلكتروناتِ حولَ النّواةِ مرورَ تيّار كهربائيٍّ في حلقةٍ مغلقةٍ، فيولّدُ حقلاً مغناطيسيّاً،إذْ تتغيّرُ جهةُ هذا الحقلِ بتغيّر جهةِ دورانِ الإلكترون، فإذا دارَ إلكترونان حولَ النواةِ في الذرّة بسرعتين زاويّتين متساويتين طويلةً وباتّجاهَين مُتعاكِسين وبنصفِ قطر مدار واحدٍ تولّدَ عن أحدِهما خاصية مغناطيسيّةٌ تلغي خاصية المغناطيسيّةَ المتولّدةَ عن الآخر، أمّا إذا انفردَ أحدُ إلكتروناتِ الذرّة بدورانه حولَ النواةِ اكسبَها صفةً مغناطيسيّةً جاعلاً من الذرّةِ مغناطيساً صغيراً ثنائيَّ القطب.

٢- إنّ دورانَ الإلكترونِ حولَ محورِه يُعدُّ تيّاراً مُتناهياً في الصِّغرِ يولّدُ حقلاً مغناطيسيّاً كما لو كان مغناطيساً صغيراً، فإذا دارَ إلكترونان حولَ محورَيهما باتّجاهَين متعاكسين يلغي أحدُهما الخصائصَ المغناطيسيّةَ للآخر

٣- أمّا إذا انفردَ الإلكترونُ بدورانِهِ حولَ نفسِه أكسبَ الذرّةَ صفة مغناطيسيّة.

٤- إنّ حركة بعضِ الشّحناتِ داخلَ النواةِ تولّدُ خَصيصة مغناطيسيّة صغيرة جدّاً مقارنة بالخصيصةِ المتوّلدةِ عن الدورانين السابقين للإلكترونات.

٥- لقد أظهرت الدراسة للموادّ الحديديّة العاديّة أنّها تتكوّن من ثنائيّاتِ أقطابٍ مغناطيسيّةٍ متوازيةٍ عشوائيّاً في غيابِ المجالِ المغناطيسيّ الخارجيِّ بحيثُ تكونُ مُحصِّلَةُ هذه الخصائصِ المغناطيسيّةِ معدومةً، ولكن إذا وُجدت قطعةُ الحديد في مجالٍ مغناطيسيٍّ خارجيٍّ تتوجّهُ ثنائيّاتُ الأقطاب المغناطيسيّة داخلَ القطعة باتّجاه المجال المغناطيسيِّ الخارجيِّ أي تكونُ أقطابُها الشماليّة المغناطيسيّة باتّجاه المجال المغناطيسيّ الخارجيّ، وتصبحُ محصّلتُها غيرَ معدومةٍ، لِذا تصبحُ قطعةُ الحديد ممغنطةً.



حل الأسئلة النظرية:

أولاً :اخترِ الإجابةَ الصحيحةَ لكلٍّ ممّا يأتي:

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

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

قبل: N ، r $B = 2\pi \times 10^{-7}\frac{NI}{r}$	بعد: $r' = \frac{r}{2}$ ، $N' = 2N$ $B' = ?$

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

$$B' = 4\left(2\pi \times 10^{-7}\frac{NI}{r}\right) \Longrightarrow \qquad B' = 4B$$

الإجابة: $4B$ .c

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

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

الحل: $\bar{\phi} = B.s.\cos(\propto)$ حسب قانون التدفق المغناطيسي نلاحظ أنه يتعلق ب $\cos(\propto)$.

يكون التدفق نصف ما كان عليه عندما يكون: $\cos(\propto) = \frac{1}{2}$

إذن الزاوية $\propto$ هي $\alpha = \frac{\pi}{3}rad$

الإجابة: $\alpha = \frac{\pi}{3}rad$ .d

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 سطح مقطع الوشيعة

الحل: $B = 4\pi \times 10^{-7}\frac{N}{l}.I$

قانون اوم: $U = I.R \Longrightarrow I = \frac{U}{R}$

نعوض في الحقل B : $B = 4\pi \times 10^{-7}\frac{N}{l}.\frac{U}{R}$

نلاحظ أن الحقل B يتناسب طرداً مع التوتر U

الإجابة: c التوتّرِ الكهربائيِّ المطبّقِ بينَ طرفَي الوشيعةِ

4.نمرّرُ تيّاراً كهربائيّاً متواصاً في سلكٍ مستقيم، فيتولّدُ حقلٌ مغناطيسيٌّ شدّتُهُ Bفي 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 المغناطيسيِّ:

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

قبل: d ، B $B = 2 \times 10^{-7}\frac{I}{d}$	بعد: $d' = 2d$ ، $I' = \frac{I}{4}$ $B' = ?$

الحل: $B' = 2 \times 10^{-7}\frac{I'}{d'} = 2 \times 10^{-7}\frac{\frac{I}{4}}{2d} = 2 \times 10^{-7}\frac{I}{8d} = \frac{1}{8}(2 \times 10^{-7}\frac{I}{d})$

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

الإجابة: $\frac{1}{8}B$ .d

5.نمرّرُ تيّاراً كهربائيّاً متواصلاً في وشيعةٍ عددُ طبقاتِها طبقة واحدة فيتولّدُ في مركزِها حقلٌ مغناطيسيٌّ شدّتُهُ B نقسمُ الوشيعةَ إلى قسمَين متساويَين، فتصبحُ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ عندَ مركزِ الوشيعةِ:

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

الحل: الوشيعة قسمة إلى نصفين متساوين ويطلب الحقل بين نصفي الوشيعة

قبل: نسبة $\frac{N}{l}$ مقاومة السلكR شدة التيار I $B = 4\pi \times 10^{-7}\frac{N}{l}.I$	بعد: نسبة $\frac{N}{l}$ ثابتة عند تقسيم الوشيعة تصبح عدد لفاتها نصف ماكانت عليه، وطول الوشيعة نصف ماكان عليه لكن مقاومة السلك تنقص إلى النصف وبالتالي التيار يزداد ضعف (عكسي مع المقاومة $U = I.R \Rightarrow I = \frac{U}{R}$) $I' = 2I$ $\qquad$ $B' = ?$

$$B' = 4\pi \times 10^{-7}\frac{\frac{N}{2}}{\frac{l}{2}}.I' \quad = 4\pi \times 10^{-7}\frac{N}{l}(2I) \quad \Rightarrow \quad B' = 2B$$

الإجابة: $2B$ .b

ثانياً :أعطِ تفسيراً علميّاً لكلٍّ ممّا يلي:

1.تتقاربُ خطوطَ الحقلِ المغناطيسيِّ عند قطبَي المغناطيس.

الحل: لأن شدة الحقل المغناطيسي تكون أكبر عند القطبين المغناطيسين.

2.لا يمكنُ لخطوطِ الحقلِ المغناطيسيِّ أنْ تتقاطعَ.

الحل: لأن الحقل المغناطيسي له اتجاه واحد فقط .لو فرضنا أن خطوط الحقل متقاطعة لوجدنا أن لشعاع الحقل أكثر من اتجاه وهذا مرفوض حيث خطوط الحقل تمس في كل نقطة من نقاطها شعاع الحقل المغناطيسي في تلك النقطة

3. لا تولّدُ الأجسامُ المشحونةُ الساكنةُ أيَّ حقلٍ مغناطيسيٍّ.

الحل: لأن الحقول المغناطيسية تنتج عن التيارات الكهربائية. والشحنات الساكنة لاتولد تياراً وبالتالي لا تولد حقلاً مغناطيسياً لها.

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

1. لكلِّ مغناطيسِ قطبانِ مغناطيسيّان مختلفان في شدّتهما.

الحل: (خطأ) [متساويان في شدتهما]

2. خطوطَ الحقلِ المغناطيسيِّ لا تُرى بالعين المجرّدة.

الحل: (صح)[يتم الكشف عنها بتجربة الطيف المغناطيسي]

3. تزدادُ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ لتيّارٍ كهربائيٍّ متواصلٍ في سلكٍ مستقيم كلّما ابتعدنا عن السلك

الحل: (خطأ) [تزدادُ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ لتيّارٍ كهربائيٍّ متواصلٍ في سلكٍ مستقيمٍ كلّما اقتربنا من السلك لأن شدة الحقل المغناطيسي تتناسب عكساً مع البعد d . $B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}$

4. تنقصُ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ في مركزِ وشيعةٍ عددُ طبقاتِها طبقةٌ واحدةٌ إلى نصفِ شدّتِهِ في حالةِ إنقاصِ عددِ لفّاتِها إلى النصف.

الحل: (خطأ) [التصحيح: كم في اختر الإجابة 5) $B' = \mathbf{2}B$]

رابعاً :أجبْ عمّا يأتي:

أضعُ إبرةً مغناطيسيّة محورُها شاقوليٌّ على طاولةٍ أفقيّةٍ لتستقرَّ، أبيّنُ كيفَ يجبُ وضعُ سلكٍ مستقيم أفقيّاً فوقَ البوصلةِ بحيثُ لا تنحرفُ الإبرةُ عندَ إمرار تيّار كهربائيٍّ في السلك؟

الحل: لا تنحرف الإبرة عند امرار تيار كهربائي في السلك إذا كان الحقل المغناطيسي المتولد عن التيار منطبق على استقامة الإبرة أي يجب وضع السلك المستقيم عمودي على المستوي الحاوي على 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 صغيرة في النقطة c منتصفَ المسافة(c_1, c_2) نمرّرُ في السّلك الأوّلِ تيّاراً كهربائيّاً شدّتُه $I_1 = 3A$، وفي السّلكِ الثاني تيّاراً كهربائيّاً شدّتُهُ $I_2 = 1A$ وبجهةٍ واحدةٍ. المطلوب:

1. حسابُ شدّةِ الحقلِ المغناطيسيِّ المتوّلدِ عن التيّارين في النقطة c موضّحاً ذلك بالرسم.

2. حسابُ الزاويةِ التي تنحرفُ فيها إبرةُ البوصلةِ عن منحاها الأصليّ بفرضِ أنّ قيمةَ المركبةِ الأفقيّةِ للحقلِ المغناطيسيِّ الأرضيِّ $B_H = 2 \times 10^{-5}T$

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.

النقطةc منتصفَ المسافة(c_1, c_2) $d_1 = d_2 = \frac{d}{2} = 20 \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-1}\mathrm{m}$

السلك الأول $I_1 = 3A$ السّلكِ الثاني $I_2 = 1A$ وبجهةٍ واحدةٍ.

الحل: ١- $\vec{B} = \vec{B_1} + \vec{B_2}$

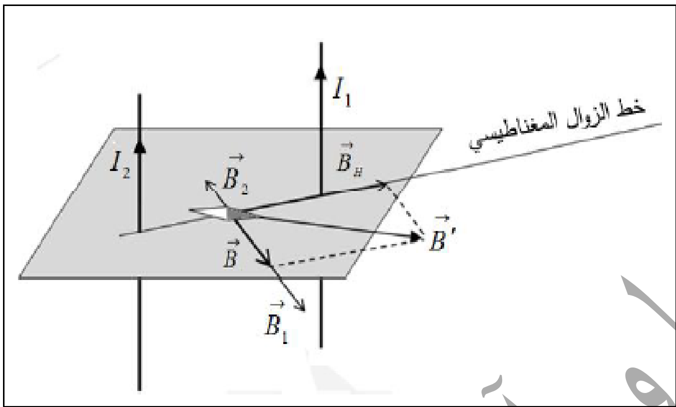
بمأن التيارين I_1 و I_2 بجهة واحدة الحقلين بجهتين متعاكسين محصلتهما

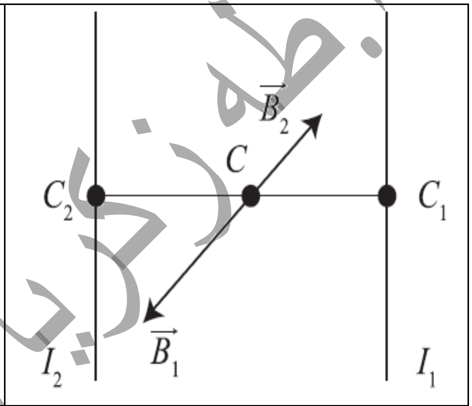
$$B = B_1 - B_2$$

نحسبB_1 : $B_1 = 2 \times 10^{-7} \frac{I_1}{d_1} = 2 \times 10^{-7} \frac{3}{2 \times 10^{-1}} = 3 \times 10^{-6}\ T$

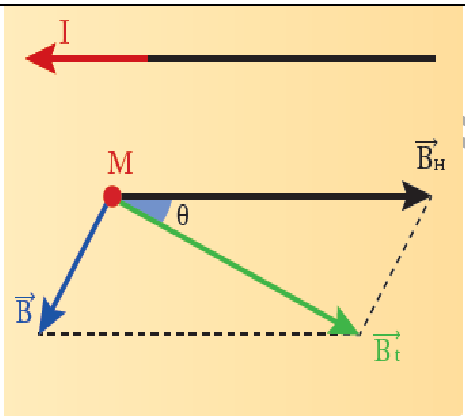
نحسبB_2 : $B_2 = 2 \times 10^{-7} \frac{I_2}{d_2} = 2 \times 10^{-7} \frac{1}{2 \times 10^{-1}} = 1 \times 10^{-6}\ T$

نحسبB : $B = B_1 - B_2 = 3 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-6} = 2 \times 10^{-6}\ T$





٢- قبلَ إمرارِ التيّارِ تستقرُّ الإبرةُ$\vec{B_H}$ بعدَ مرور التيّارينِ الإبرة المغناطيسية وفق$\vec{B'}$ محصلة الحقلين$\vec{B}$, $\vec{B_H}$



$$\left.\begin{array}{l}\vec{B_1} \perp \vec{B_H} \\ \vec{B_2} \perp \vec{B_H}\end{array}\right\} \Longrightarrow, \vec{B} \perp \vec{B_H}$$

$$\tan\theta = \frac{B}{B_H} = \frac{2\times10^{-6}}{2\times10^{-5}} = 10^{-1} = 0.1$$

$$\tan\theta = 0.1 < 0.24$$

صغيرةθ : $\tan\theta \simeq \theta \Longrightarrow \theta \simeq 0.1\ rad$

٣- $d_2' = ?$ $d_1' = ?$ **عندما تنعدم فيها شدّةُ محصّلة الحقلَين** $B = B_1 - B_2 = 0$

$$B_1 - B_2 = 0 \Longrightarrow B_1 = B_2 \Longrightarrow \quad 2 \times 10^{-7} \frac{I_1}{d_1'} = 2 \times 10^{-7} \frac{I_2}{d_2'}$$

$$\Longrightarrow \quad \frac{I_1}{d_1'} = \frac{I_2}{d_2'} \Longrightarrow \quad \frac{3}{d_1'} = \frac{1}{d_2'} \Longrightarrow d_1' = 3d_2'$$

بمأن النقطة c تقع بين السلكين: $d_1' + d_2' = d$

$$\Longrightarrow 3d_2' + d_2' = d \Longrightarrow 4d_2' = d \Longrightarrow d_2' = \frac{d}{4} = \frac{40\times10^{-2}}{4} = 10 \times 10^{-2}m$$

لدينا : $d_1' = 3d_2' = 3 \times 10 \times 10^{-2} = 30 \times 10^{-2}m$

٤- كلا، لأن $\vec{B_1}, \vec{B_2}$ يكونا خارج السلكين بجهة واحدة وبالتالي لا يمكن أن تنعدم المحصلة.

المسألة الثانية:a . ملفٌّ دائريٌّ في مكبّرِ صوتٍ، عددُ لفّاتِهِ 400 لفّة، ونصفُ قطرهِ 2cm نطبّقُ بينَ طرفَيه فرقاً في الكُمون $U = 10\text{V}$، فإذا علمتَ أنّ مقاومتَه 20Ω احسبْ شدّةَ الحقلِ المغناطيسيِّ المتولّدِ عندَ مركز الملفّ

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

المعطيات: لفة N=400 ، $r = 2\text{cm} \Rightarrow r = 2 \times 10^{-2} m$ ، $U = 10\text{V}$ ، $R = 20\Omega$

الحل:

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

نحسب التيار من قانون أوم: $U = I.R \Rightarrow I = \frac{U}{R} = \frac{10}{20} = \frac{1}{2} = 0.5\ A$

$$B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{r} = 2\pi \times 10^{-7} \frac{400 \times \frac{1}{2}}{2 \times 10^{-2}} = 2\pi \times 10^{-7} \frac{100}{10^{-2}} = 2\pi \times 10^{-3} T$$

b-

قبل: $B_1 = 2\pi \times 10^{-3} T$	بعد: $B_2 = 0$ لأن التيار انعدم

$$\Delta \bar{\phi} = \Delta[N.B.s\cos(\propto)] = Ns\cos(\propto)[\Delta B] = Ns\cos(\propto)[B_2 - B_1]$$

نحسب s : $s = \pi r^2 = \pi(2 \times 10^{-2})^2 = 4\pi \times 10^{-4} m^2$

لدينا : $\propto = 0 rad \Rightarrow \cos(\propto) = 1$

$$\Delta \bar{\phi} = Ns\cos(\propto)[B_2 - B_1] = 400 \times 4\pi \times 10^{-4} \times 1[0 - 2\pi \times 10^{-3}]$$

$$\Delta \bar{\phi} = 4 \times 4\pi \times 10^{-2}[-2\pi \times 10^{-3}] = -32\pi^2 \times 10^{-5} weber$$

$$\Delta \bar{\phi} = -320 \times 10^{-5} weber$$

المسألة الثالثة: نضعُ سلكين شاقوليّينِ متوازيَين بحيثُ يبعدُ منتصفاهما M_1, M_2 أحدُهما عن الآخر $4cm$ نمرّرُ في السلك الأوّل تيّاراً كهربائيّاً شدّتُهُ I_1 ونمرّرُ في السلك الثاني تيّاراً كهربائيّاً شدّتُهُ I_2 وباتّجاهين متعاكسين، فتكونُ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ المحصّلِ لحقلَي التيّارين $4 \times 10^{-7}T$ عند النقطة M منتصفَ المسافة بينَ M_1, M_2 وعندما يكونُ التيّاران بجهةٍ واحدةٍ تكونُ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ المحصّلِ عند M هي $2 \times 10^{-7}T$ فإذا كان $I_1 > I_2$ احسبْ كلَّ من I_1 و I_2

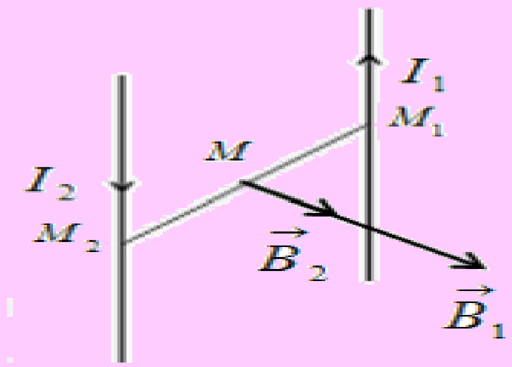
المعطيات: $d = 4\text{ cm} \Longrightarrow d = 4 \times 10^{-2}\text{m}$

النقطة c منتصفَ المسافة (c_1, c_2) $\quad d_1 = d_2 = \frac{d}{2} = 2 \times 10^{-2}\text{m}$

الحل: لدينا $I_1 > I_2$ $\qquad \vec{B} = \vec{B_1} + \vec{B_2}$

١- I_1 و I_2 باتّجاهين متعاكسين، فتكونُ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ المحصّلِ لحقلَي التيّارين $B = 4 \times 10^{-7}T$

بمأن التيارين I_1 و I_2 باتّجاهين متعاكسين الحقلين بجهة واحدة محصلتهما $B = B_1 + B_2$



$$4 \times 10^{-7} = 2 \times 10^{-7}\frac{I_1}{d_1} + 2 \times 10^{-7}\frac{I_2}{d_2}$$

$$4 = 2\frac{I_1}{d_1} + 2\frac{I_2}{d_2} \Longrightarrow 2 = \frac{I_1}{d_1} + \frac{I_2}{d_2}$$

$$2 = \frac{I_1}{2 \times 10^{-2}} + \frac{I_2}{2 \times 10^{-2}}$$

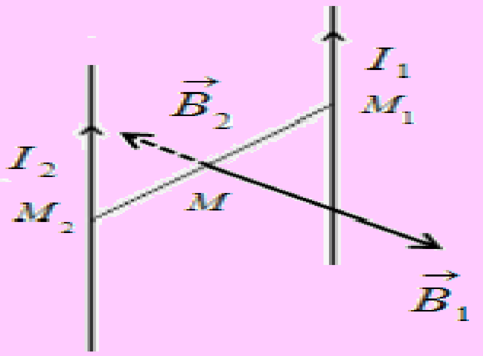
(نضرب 2×10^{-2})

$$4 \times 10^{-2} = I_1 + I_2 \ldots\ldots\ldots(1)$$

٢- I_1 و I_2 بنفس الاتجاه ، فتكونُ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ المحصّلِ لحقلَي التيّارين $B = 2 \times 10^{-7}T$

بمأن التيارين I_1 و I_2 بجهة واحدة الحقلين بجهتين متعاكسين محصلتهما $B = B_1 - B_2$

لأن: $I_1 > I_2$



$$2 \times 10^{-7} = 2 \times 10^{-7}\frac{I_1}{d_1} - 2 \times 10^{-7}\frac{I_2}{d_2}$$

$$2 = 2\frac{I_1}{d_1} - 2\frac{I_2}{d_2} \Longrightarrow 1 = \frac{I_1}{d_1} - \frac{I_2}{d_2}$$

$$1 = \frac{I_1}{2 \times 10^{-2}} - \frac{I_2}{2 \times 10^{-2}}$$

(نضرب 2×10^{-2})

$$2 \times 10^{-2} = I_1 - I_2 \ldots\ldots\ldots(2)$$

نجمع العلاقتين (2)و (1)

$$2 \times 10^{-2} + 4 \times 10^{-2} = I_1 - I_2 + I_1 + I_2 \Longrightarrow 6 \times 10^{-2} = 2I_1$$

$$\Longrightarrow I_1 = 3 \times 10^{-2}A$$

نعوض في(1) أو (2): $4 \times 10^{-2} = I_1 + I_2$

$$\Longrightarrow 4 \times 10^{-2} = 3 \times 10^{-2} + I_2 \Longrightarrow 4 \times 10^{-2} - 3 \times 10^{-2} = I_2$$

$$\Longrightarrow I_2 = 1 \times 10^{-2}A$$

المسألة الرابعة: نضعُ ملفّين دائريّين لهما المركزُ ذاتُهُ في مستوٍ شاقوليٍّ واحدٍ، عددُ لفّاتِ كلٍّ منهما 200 لفّة، نصفُ قطر الأوّلِ $10cm$ والثاني نصفُ قطرهِ $4cm$ نمرّرُ في الملفّ الأوّل تيّاراً كهربائيّاً شدّتُهُ $8A$ بعكس جهة دوران عقارب الساعة، المطلوبُ: حدِّدْ جهةَ التيّارِ الواجبِ إمرارُهُ في الملفِّ الثاني وشدّتَهُ؛ لتكونَ شدّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ المحصّل عندَ المركزِ المُشترَكِ للملفَّين:

١- $5 \times 10^{-2}T$ أمامَ مُستوي الرّسم

٢- $3 \times 10^{-2}T$ خلفَ مُستوي الرّسم

٣- معدومةً.

المعطيات: لفة $N=200$ ، $r_1 = 10cm \Rightarrow r_1 = 10 \times 10^{-2} = 10^{-1}m$

$I_1 = 8A$ بعكس جهة دوران عقارب الساعة

$r_2 = 4cm \Rightarrow r_2 = 4 \times 10^{-2}m \qquad I_1 =?$

الحل: نحسب B_1

$$B_1 = 2\pi \times 10^{-7}\frac{NI_1}{r_1} = 2\pi \times 10^{-7}\frac{200\times8}{10^{-1}} = 32\pi \times 10^{-4} = 100 \times 10^{-4}$$

$$B_1 = 10^{-2}\,T$$

١- $B_{TOT} = 5 \times 10^{-2}T$ أمامَ مُستوي الرّسم

(بمأن $B_{TOT} > B_1$ المحصلة) B_{TOT} المحصل أمامَ مُستوي الرّسم إذاً $\overrightarrow{B_1}$ ، $\overrightarrow{B_2}$ على حامل واحد وبالجهة ذاتها ومنه

$$B_{TOT} = B_1 + B_2$$

نحسب B_2 أولاً:

$$B_2 = B_{TOT} - B_1$$

$$B_2 = 5 \times 10^{-2} - 10^{-2} = 4 \times 10^{-2}T$$

نحسب التيار I_2: $B_2 = 2\pi \times 10^{-7}\frac{NI_2}{r_2} \Rightarrow I_2 = \frac{B_2\times r_2}{2\pi\times10^{-7}\times N}$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{4\times10^{-2}\times4\times10^{-2}}{2\pi\times10^{-7}\times200} = \frac{16\times10}{4\pi} = \frac{16\times10\times8}{12.5\times8} = \frac{128\times10}{100} = 12.8\ A$$

بمأن $\overrightarrow{B_1}$ ، $\overrightarrow{B_2}$ على حامل واحد وبالجهة ذاتها، فإن جهة I_2 بجهة I_1 أي التيارين عكس جهة عقارب الساعة .

٢- $B_{TOT} = 3 \times 10^{-2}T$ خلف مُستوي الرّسم

(بمأن $B_{TOT} > B_1$ المحصل) B_{TOT} المحصل خلف مُستوي الرّسم إذاً $\overrightarrow{B_1}$ ، $\overrightarrow{B_2}$ على حامل واحد وبجهتين متعاكستين (وجدنا $B_2 > B_1$) $B_{TOT} = B_2 - B_1$

نحسب B_2 أولاً:

$$B_2 = B_{TOT} + B_1$$

$$B_2 = 3 \times 10^{-2} + 10^{-2} = 4 \times 10^{-2}T$$

نحسب التيار I_2: $B_2 = 2\pi \times 10^{-7}\frac{NI_2}{r_2} \Rightarrow I_2 = \frac{B_2\times r_2}{2\pi\times10^{-7}\times N}$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{4\times10^{-2}\times4\times10^{-2}}{2\pi\times10^{-7}\times200} = \frac{16\times10}{4\pi} = \frac{16\times10\times8}{12.5\times8} = \frac{128\times10}{100} = 12.8\ A$$

بمأن $\overrightarrow{B_1}$ ، $\overrightarrow{B_2}$ على حامل واحد وبجهتين متعاكستين، فإن جهة I_2 بعكس جهة I_1 أي جهة I_2 مع جهة دوران عقارب الساعة .

٣- **شدة الحقل المغناطيسي المحصل معدوم:** إذاً $\overrightarrow{B_1}$ ، $\overrightarrow{B_2}$ على حامل واحد وبجهتين متعاكستين ومتساويتن بالشدة $B_{TOT} = 0 \Rightarrow B_2 = B_1$

$$2\pi \times 10^{-7}\frac{NI_2}{r_2} = 2\pi \times 10^{-7}\frac{NI_1}{r_1} \Rightarrow \frac{I_2}{r_2} = \frac{I_1}{r_1} \Rightarrow I_2 = \frac{I_1}{r_1}r_2$$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{8}{10^{-1}}4 \times 10^{-2} = 32 \times 10^{-1} = 3.2A$$

بمأن $\overrightarrow{B_1}$ ، $\overrightarrow{B_2}$ على حامل واحد وبجهتين متعاكستين، فإن جهة I_2 بعكس جهة I_1 أي جهة I_2 مع جهة دوران عقارب الساعة .

المسألة الخامسة: ملفٌ دائريٌّ نصفُ قطرِه الوسطيّ 5Cm يولّدُ عندَ مركزِهِ حقلاً مغناطيسيّاً، قيمتُهُ تساوي قيمةَ 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 الملفِّ الدائريِّ .

المعطيات: $r = 5\text{cm} \Rightarrow r = 5 \times 10^{-2}\ m$ ،

$l = 20\text{ cm} \Rightarrow l = 20 \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-1}\ m$ $\qquad N_{2\text{وشيعة}} = 100$ لفة

$B_{2\text{وشيعة}} = B_{1\text{ملف}}$ ، $N_{1\text{ملف}} = ?$

الحل: $B_{2\text{وشيعة}} = B_{1\text{ملف}} \Rightarrow 4\pi \times 10^{-7}\frac{N_{2\text{وشيعة}}.I}{l} = 2\pi \times 10^{-7}\frac{N_{1\text{ملف}}.I}{r}$

$$\Rightarrow 2\frac{N_{2\text{وشيعة}}}{l} = \frac{N_{1\text{ملف}}}{r} \Rightarrow N_{1\text{ملف}} = 2\frac{N_{2\text{وشيعة}}.r}{l} = 2\frac{100(5\times10^{-2})}{(20\times10^{-2})} = 50$$ لفة

المسألة(10)عامة: وشيعة طولها $40cm$ مؤلَّفة من 400 لفَّة، محورها الأفقيّ يعامد خطّ الزوال المغناطيسيّ، نضع في مركزها إبرة بوصلة صغيرة، ثمّ نمرّر في الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً متواصلاً شدّته $16mA$. المطلوب: 1.احسب شدّة الحقل المغناطيسيّ المتولّد في مركز الوشيعة.

2.إذا أجرينا اللفَّ بالجهة نفسها على أسطوانةٍ فارغةٍ من مادّة عازلةٍ باستخدام سلك معزول قطره $2mm$ بلفّات متلاصقة، احسب عدد طبقات الوشيعة.

3.نضع داخل الوشيعة في مركزها حلقةً دائريّةً مساحتها $2cm^2$ بحيث يصنع النَّاظم على سطح الحلقة مع محور الوشيعة زاوية 60^o احسب التدفقَ المغناطيسيّ عبر الحلقة الناتج عن تيار الوشيعة.

المعطيات: $l = 40cm \Rightarrow l = 40 \times 10^{-2} = 4 \times 10^{-1}\ m$ ، $N = 400$ لفة

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

الحل: ١- $B = 4\pi \times 10^{-7}\frac{NI}{l} = 4\pi \times 10^{-7}\frac{400\times16\times10^{-3}}{4\times10^{-1}} = 2 \times 32\pi \times 10^{-7}$

$B = 2 \times 100 \times 10^{-7} = 2 \times 10^{-5}T \qquad (32\pi = 100)$

٢- $2r' = 2mm \Rightarrow 2r' = 2 \times 10^{-3}m$ قطر سلك الوشيعة

عدد طبقات الوشيعة = $\frac{\text{عدد لفات الوشيعة الكلي}}{\text{عدد لفات طبقة واحدة}} = \frac{N}{N'}$

نحسب عدد لفات الطبقة الواحدة N' ($N' = \frac{\text{طول الوشيعة}}{\text{قطر السلك}}$):

$N' = \frac{l}{2r'} = \frac{4\times10^{-1}}{2\times10^{-3}} = 200$ لفة

عدد طبقات الوشيعة = $\frac{\text{عدد لفات الوشيعة الكلي}}{\text{عدد لفات طبقة واحدة}} = \frac{N}{N'} = \frac{400}{200} = 2$ طبقة

٣- $S = 2 \times 10^{-4} m^2$ ، $\alpha_{(\widehat{\vec{B}\prime\vec{n}})} = 60^o = \frac{\pi}{3}\ rad$ (حلقة $N = 1$)

$$\bar{\phi} = B.s\cos(\propto) = 2 \times 10^{-4} \times 2 \times 10^{-5} \cos(\frac{\pi}{3}) = 4 \times 10^{-9} \times \frac{1}{2}$$

$$\bar{\phi} = 2 \times 10^{-9} weber$$

المسألة(11)عامة: **ملفّ دائريّ نصف قطره الوسطيّ $40cm$ يتألّف من100 لفّة، وُضِع في حقل مغناطيسيّ منتظم شدّته$0.5T$ حيث خطوط الحقل عموديّة على مستوى الملفّ. المطلوب:**

1.احسب التدفّق المغناطيسيّ الذي يجتاز لفّات الملف.

2.ما مقدار التغيّر في التدفّق المغناطيسيّ إذا دار الملفّ في الاتّجاه الموجب بزاوية45^o

المعطيات: $N = 100$ لفة، $r = 40cm \Rightarrow r = 40 \times 10^{-2} = 4 \times 10^{-1} m$

$B = 0.5 = \frac{1}{2} T$ ، خطوط الحقل عموديّة على مستوي الملفّ(أي خطوط الحقل توازي شعاع الناظم$\alpha_{(\widehat{\vec{B}\prime\vec{n}})} = 0\ rad$)

الحل: ١- $\bar{\phi} = N.B.s\cos(\propto)$

نحسب المساحة:

$$s = \pi.r^2 = \pi(4 \times 10^{-1})^2 = 16\pi \times 10^{-2} = 50 \times 10^{-2} = 0.5 = \frac{1}{2}\ m^2$$

$$\bar{\phi} = 100 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \cos(0) = 25(1) = 25\ \ weber$$

٢-

قبل: خطوط الحقل توازي شعاع الناظم $\alpha_1 = 0\ rad$	بعد: دار الملفّ في الاتّجاه الموجب بزاوية45^o $\propto_2 = 45^o = \frac{\pi}{4} rad$

$$\Delta\bar{\phi} = \Delta[N.B.s\cos(\propto)] = NsB[\Delta\cos(\propto)] = NsB[\cos\propto_2 - \cos\propto_1]$$

$$\Delta\bar{\phi} = 100 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}\left[\frac{1}{\sqrt{2}} - 1\right] = 25[0.7 - 1] = 25[-0.3] = -7.5 weber$$

المسألة(12)عامة: **أربعُ أسلاك ناقلة طويلة تقع في مستوٍ واحد، ومتقاطعة مع بعضها البعض لتشكّل مربّعاً طول ضلعه$40cm$ ، أوجد شدّةَ، واتجاهَ التيّار الذي يجب أن يمرَّ في الناقل الرابع بحيث تكون شدّة الحقل المغناطيسيّ في مركز المربّع معدومةً. حيث إنّ: $I_1 = 10A, I_2 = 5A\ ,\ \ I_3 = 15A$**

المعطيات : $L = 40cm \Rightarrow L = 40 \times 10^{-2} = 4 \times 10^{-1} m$

$I_1 = 10A, I_2 = 5A\ ,\ \ I_3 = 15A$ شدّة الحقل المغناطيسيّ في مركز المربّع معدومةً

$\overrightarrow{B_{TOT}} = \vec{0}$

الحل: اتجاه التيار I_4 باتجاه التيار I_2 مقابل السلك الرابع

$$\overrightarrow{B_{TOT}} = \overrightarrow{B_1} + \overrightarrow{B_2} + \overrightarrow{B_3} + \overrightarrow{B_4} \Rightarrow \vec{0} = \overrightarrow{B_1} + \overrightarrow{B_2} + \overrightarrow{B_3} + \overrightarrow{B_4}$$

لكن $\overrightarrow{B_1}$و$\overrightarrow{B_2}$و$\overrightarrow{B_3}$ على حامل واحد وبجهة واحدة

و $\overrightarrow{B_4}$ لها حامل $\overrightarrow{B_1}$و$\overrightarrow{B_2}$و$\overrightarrow{B_3}$ وعكس جهة كل منها

لأن شدّة الحقل المغناطيسيّ في مركز المربّع معدومةً

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

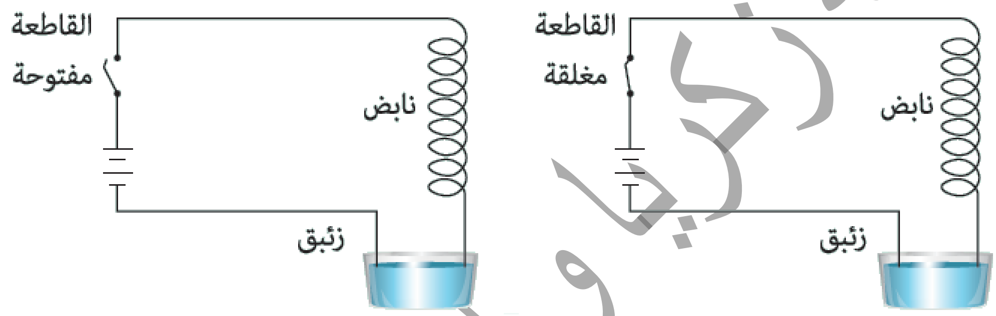
$$2 \times 10^{-7} \frac{I_4}{d_4} = 2 \times 10^{-7} \frac{I_1}{d_1} + 2 \times 10^{-7} \frac{I_2}{d_2} + 2 \times 10^{-7} \frac{I_3}{d_3}$$

$$d_4 = d_3 = d_2 = d_1 = \frac{L}{2}$$

$$I_4 = I_1 + I_2 + I_3 = 10 + 5 + 15 = 30A$$

تفكير ناقد

نابضٌ معدنيٌّ مرنٌ مُهمَلُ الكتلةِ حلقاتُه مُتباعِدة، يُعلَّقُ من إحدى طرفيه ويُترَكُ ليتدلى شاقوليّاً، نمرِّرُ فيه تيّاراً كهربائيّاً شدّتُه كبيرةٌ نسبيّاً. أتتقاربُ حلقاتُ النّابضِ، أم تتباعدُ عن بعضِها البعضِ؟ مُعلِّلاً أجابتك.

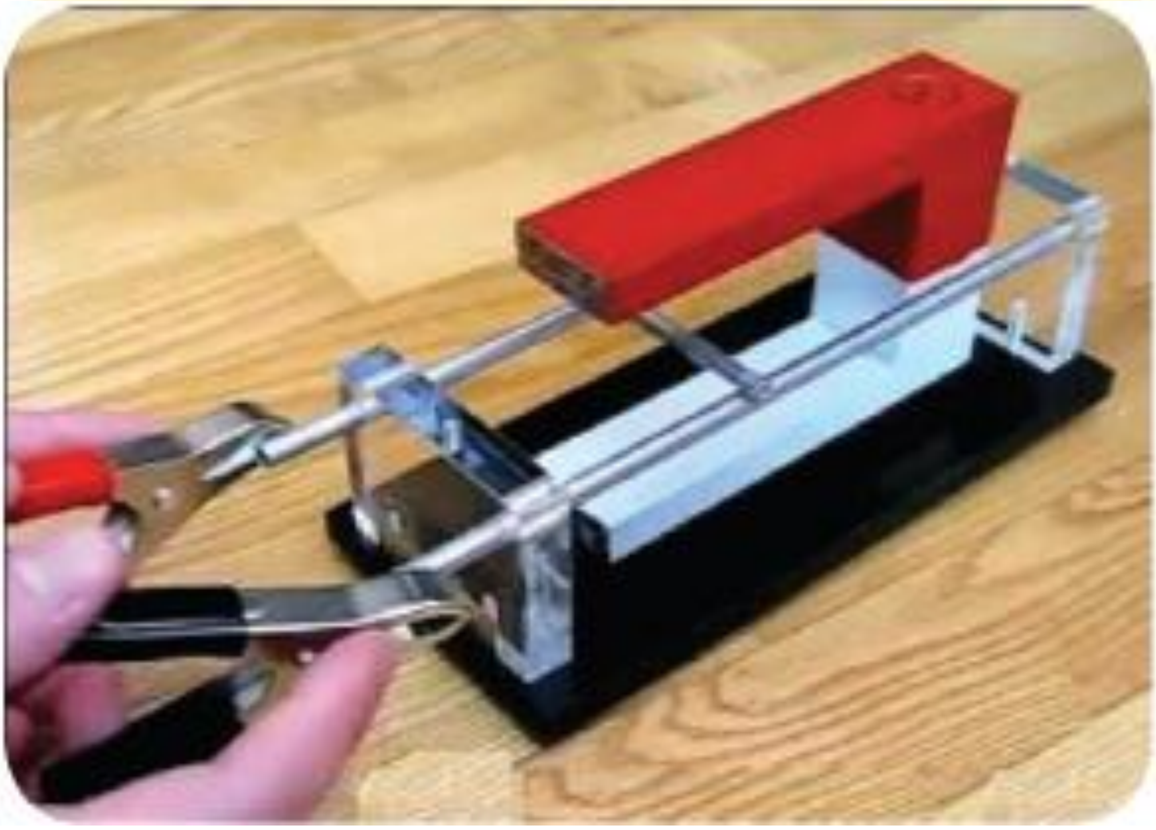


الحل: سبب الافعال المتبادلة بين الحلقات حيث تلعب كل حلقة دور صفيحة مغناطيسة لها قطبين شمالي وجنوبي وتكون الأقطاب المتماثلة بنفس الجهة لذلك تنضغط حلقات النابض نتيجة تقابل وجه شمالي للأولى مع وجه جنوبي للثانية وهكذا

أبحث أكثر

يتمُّ تخزينُ المعلوماتِ وأوامرِ البرمجةِ من أجهزةِ الحاسوبِ رقميّاً في صورةِ وحداتٍ صغيرةٍ Bits وكلُّ وحدةٍ حُدِّدَت برقمِ صفرٍ أو واحد. أبحثُ في طريقةِ تخزينِ هذه الوحداتِ على سطحِ قرصِ التّخزينِ cd أو DVD.

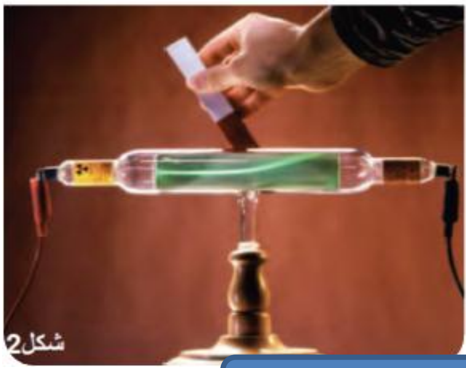
الدرس الثاني: فعلُ الحقلِ المغناطيسيّ في التيّار الكهربائيّ



القوَّة المغناطيسيّة(قوة لورنز):

أجرّب وأستنتج:

1. أصلُ دارةَ أنبوبِ توليدِ الأشعّة المهبطيّة.
2. أغلقُ الدّارة لتتولّد حزمةٌ إلكترونيّة في أنبوبِ الأشعّة المهبطيّة، وألاحِظُ شكّلَ مسارِ الحزمةِ الإلكترونيّة.
3. أقرّبُ القطبَ الشّمالي لمغناطيسٍ من الحزمة، وأراقبُ مسارَ الحزمةِ الإلكترونيّة، ماذا ألاحِظُ؟
4. أقرّبُ القطبَ الجنوبيَّ للمغناطيس، ماذا ألاحِظُ؟



النّتائج: •**يؤثّرُ الحقلُ المغناطيسيّ في الجُسيمات المشحونة المُتحرّكة ضمنَ المنطقة التي يسودُها الحقلُ بقوَّةٍ مغناطيسيّة، حيثُ تُغيّرُ هذه القوّة من مسارِ حركةِ هذه الجُسيمات.**
•**تتغيّرُ جهةُ انحرافِ مسارِ الجُسَيمات المشحونة بتغيُّر جهة الحقل المغناطيسيّ المُؤثّر.**

سؤال مهم جداً: ماهي العواملُ المُؤثرة في شدّة القوَّة المغناطيسيّة؟

أنّ شدّة القوَّة المغناطيسية تتناسبُ طرداً مع:

1. مقدارِ الشُّحنة المُتحرِّكة q .
2. شدّةِ الحقل المغناطيسيّ المُؤثِّرة B .
3. سرعةِ الشُّحنة v .
4. $\sin\theta$ حيث θ هي الزَّاوية بينَ شُعاعِ سرعة الشُّحنة، وشُعاعِ الحقلِ المغناطيسيّ $\hat{\theta} = (\vec{v}\,\hat{,}\,\vec{B})$ بناءً على ما تقدّمَ يمكنُ أن نكتبَ:

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

وتكونُ العبارةُ الشُعاعيّة للقوَّة المغناطيسيّة: $\vec{F} = q\vec{v}\wedge\vec{B}$

سؤال دورة : متى تكون شدة قوة لورنز(مغناطيسية) عظمى ومتى تكون معدومة؟

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

عظمى: $q\vec{v} \perp \vec{B} \quad \Rightarrow \quad \theta = \frac{\pi}{2} rad \quad \Rightarrow \quad \sin\theta = 1$

معدومة: $q\vec{v} // \vec{B} \quad \Rightarrow \quad \theta = 0rad$ أو $\pi rad \quad \Rightarrow \quad \sin\theta = 0$

ملاحظة: اذا كان لدينا شحنة الإلكترون $q = e$:
تصبح العلاقة $F = e.v.B.\sin\theta$

سؤال :اذكرعناصرُ شُعاع القوّة المغناطيسيّة؟

1.**نقطةُ التأثير :**الشُّحنة المُتحرِّكة.

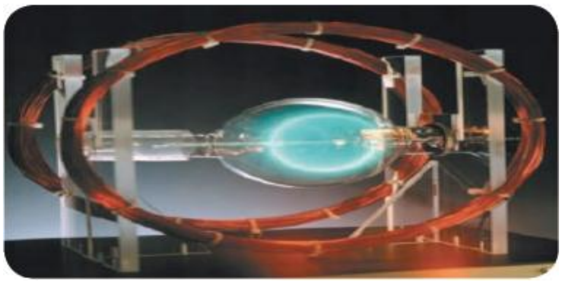
2.**الحاملُ :**عموديٌّ على المُستوي المُحدَّد بشُعاعِ السّرعة وشُعاعِ الحقلِ المغناطيسيّ.

3.**الجهةُ :**تُحدَّدُ بقاعدةِ اليد اليُمنى وفق الآتي:

- نجعلُ السّاعدَ يوازي شُعاعَ سرعةِ الشُّحنةِ المُتحرِّكة.
- الأصابعُ بعكسِ جهةِ شُعاعِ السُّرعة للشَّحنات السَّالبة، ومع جهةِ شُعاعِ السُّرعة للشَّحنات المُوجبة.
- يخرجُ شُعاعُ الحقل المغناطيسيّ من راحةِ الكفّ.
- يشيرُ الإبهامُ إلى جهةِ القوَّة المغناطيسيّة.

4.**الشِّدَّة :** $F = q.v.B.\sin\theta$

دراسةُ حركةِ جُسَيمٍ مشحونٍ(إلكترون)في حقلٍ مغناطيسيّ مُنتظَم:



تجربة ملفّي هلمهولتز:

1.أركِّبُ الدَّارة المُبيَّنة بالشّكل المُجاوِر.

2.أولّد حزمةً من الإلكترونات وألاحِظُ مسار الحزمة.

3.أغلقُ دارةَ الملفَّين، ماذا أُلاحِظُ؟

4.أغيّرُ من شدّة التيّار المارِّ في الملفَّين، وألاحِظُ مسارَ الحزمة، ماذا ألاحِظُ؟

النتائج:

- **يتولَّد حقلَ مغناطيسيّ مُنتظمَ بينَ ملفَّين دائريَّين مُتوازيَّين يمرُّ فيهما التيّارُ ذاته.**
- **يؤثِّرُ الحقلُ المغناطيسيّ المُنتظَم في الحزمة الإلكترونيّة بقوة مغناطيسيّة، تكونُ دائماً عموديّةً على شُعاع سرعتِها، أي أنَّها تكتسِبُ تسارُعاً ثابتاً يُعامِدُ شُعاعَ السّرعة وبالتّالي تكونُ حركتُها دائريّةً مُنتظمَة، حيثُ $\vec{v_0} \perp \vec{B}$ (لأنَّها خضعَت لتسارُعٍ جاذبٍ مركزيّ)أي يحدثُ تغيُّرٌ في حاملِ وجهةِ شُعاع السّرعة لا في قيمتها.**

سؤال مهم جداً: استنتجُ علاقةِ نصفِ قطرِ المَسار الدّائريّ لأحدِ الإلكتروناتِ المُتحرِّكة ضمنَ المنطقةِ التي يسودُها الحقلُ المغناطيسيّ المُنتظَم حيثُ: $\vec{v} \perp \vec{B}$ ؟ ثم استنتج علاقة دور حركة الإلكترون؟

الحل: ندرس الحركة : ١-القوى الخارجية المؤثرة على الإلكترون :قوة مغناطيسية فقط لأن ثقل الإلكترون يهمل لصغره $\vec{F} = q\vec{v}\wedge\vec{B} \Rightarrow (q = e) \Rightarrow \vec{F} = e\vec{v}\wedge\vec{B}$ لورنز

٢-نطبق العلاقة الأساسية في التحريك: $\sum\vec{F} = m_e.\vec{a}$

$$\vec{F}_{لورنز} = m_e.\vec{a} \Rightarrow e\vec{v}\wedge\vec{B} = m_e.\vec{a}$$

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

وبحسبِ خواصِّ الجداءِ الشُّعاعيّ فإنّ ($\begin{matrix}\vec{v} \perp \vec{B} \\ \vec{a} \perp \vec{B}\end{matrix} \Rightarrow \vec{v} \perp \vec{a}$)

الحركة هنا حركة دائرية منتظمة لأن السرعة ثابتة $v = const\,,\ a_t = (v)'_t = 0$

تسارع المماسي a_t معدوم، ويبقى التسارع الناظمي a_c : $a = a_c = \frac{v^2}{r}$

قوة جاذبة $F = F_C$ قوة لورنز

جداء شعاعي $\Longrightarrow \vec{a} = \frac{e}{m_e}\vec{v}\wedge\vec{B}$

$: \theta = \frac{\pi}{2} rad \Longrightarrow \sin\theta = 1$ $\quad \Longrightarrow a_c = \frac{e}{m_e} v.B\sin\theta$

$\Longrightarrow \frac{v^2}{r} = \frac{e}{m_e} v.B \Longrightarrow \quad \frac{v}{r} = \frac{e}{m_e}.B \Longrightarrow \quad r = \frac{v.m_e}{e.B}$

دلالات الرموز: m_e كتلةُ الإلكترون ، v سرعةُ الإلكترون

e القيمةُ المُطلَقَة لشحنةِ الإلكترون ، B شدّة شُعاع الحقل المغناطيسيّ

دور حركة الإلكترون $\quad (v = \omega.r \Longrightarrow \omega = \frac{v}{r}$ الدينا$) \quad T = \frac{2\pi}{\omega}$

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi\frac{v.m_e}{e.B}}{v} = \frac{2\pi.m_e}{e.B}$$

القوّةُ الكهرطيسيّة(لابلاس):

تجربة:

1. أركّبُ دارةَ تجربةِ السِّلك الموضَّحة بالشّكل
2. أغلق الدّارةَ وألاحِظُ زاويةَ انحرافِ السّلك عن الشّاقول، وجهة الانحراف.
3. أعكسُ جهةَ التيّار، وألاحِظُ زاويةَ انحرافِ السّلك عن الشّاقول،وجهة الانحراف.
4. أعكسُ جهةَ الحقلِ المغناطيسيّ، وألاحِظُ زاويةَ انحرافِ السّلك عن الشّاقول، وجهة الانحراف.
5. أزيدُ شدّةَ التيّار، وألاحِظُ زاويةَ الانحراف.
6. أزيدُ شدّةَ الحقلِ المغناطيسيّ، وألاحِظُ زاويةَ الانحراف.

نتائج:

- **يؤثّرُ الحقلُ المغناطيسيّ في السّلك النّاقل بقوّةٍ ثابتة تُسمّى القوّة الكهرطيسيّة.**
- **تتعلّقُ جهةُ القوّة الكهرطيسيّة بجهةِ التيّار، وجهةِ شُعاع الحقلِ المغناطيسيّ المُؤثِّر.**

سؤال دورة : اذكر العوامل المؤثرةعلى قوة لابلاس؟

تزدادُ شدّةُ القوّة الكهرطيسيّة بزيادةِ كلٍّ من : ١- شدّةِ التيّار المارِّ بالسِّلك

٢- وشدّةِ الحقل المغناطيسيّ المُؤثِّر

٣- طولِ الجزءِ من النّاقل المُستقيم الخاضع للحقل المغناطيسيّ

٤- وتتعلّقُ ب $\sin\theta$ حيث θ الزَّاوية الكائنة بينَ النّاقلِ المُستقيم، وشُعاعِ الحقلِ المغناطيسيّ المُؤثِّر. $\quad F = ILB\sin\theta$

سؤال :استنتج عبارةِ القوّةِ الكهرطيسيّة؟

إنّ الحقلَ المغناطيسيّ يؤثِّرُ في السِّلك الذي يمرُّ فيه تيّارٌ كهربائيّ بقوّة كهرطيسية تُساوي مُحصِّلة القوى المغناطيسيَّة المُؤثِّرة في الشّحناتِ المُتحرِّكة داخلَ السِّلك(الإلكترونات) بفرضِ أنَّ طولَ السِّلك L ومساحة مقطعِه s والكثافةَ الحجميّة للإلكتروناتِ الحرَّة فيه n ،يكونُ عددُ

الإلكتروناتِ الحرَّةN . $N = nsL$

وعندَ تطبيق فرقِ كمونٍ بينَ طرفَي السِّلك فإنّ الإلكتروناتِ الحرَّةَ تتحرَّكُ بسرعةٍ ثابتةٍ $\vec{v}$
وتخضعُ هذه الإلكتروناتُ إلى تأثيرِ القوَّةِ المغناطيسيّة

فتكونُ القوَّةُ الكهرطيسيّة مُساويةً جداءَ عددِ الإلكتروناتِ في القوَّة المغناطيسيّة

(لورنزلالكترون F × عدد الإلكترونات = F لابلاس)

$$F = nsLevB\sin\theta$$

لدينا$N = nsL$: $\quad F = NevB\sin\theta$

لدينا$q = Ne$: $\quad F = qvB\sin\theta$

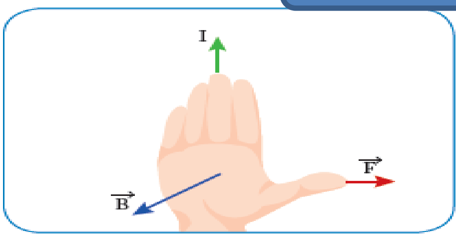
لدينا$v = \frac{L}{\Delta t}$: $\quad F = q\frac{L}{\Delta t}B\sin\theta$

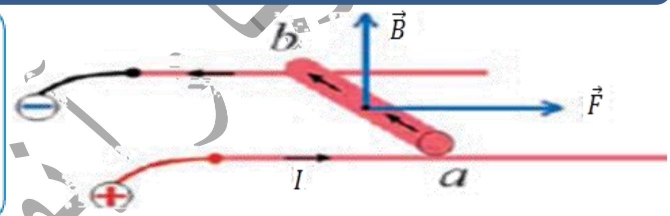
لدينا $I = \frac{q}{\Delta t}$: $\quad F = ILB\sin\theta$

حيثُθ هي الزّاويةِ المحصورة بينَ$(\vec{IL}$و$\vec{B})$ ويسمّى الشُّعاع$\vec{IL}$ بشُعاع التيّار، الذي حامله السِّلك، وجهته بجهة التيّار .وهي العلاقة المُعبِّرة عن شدّة القوَّة الكهرطيسيّة.

وتُكتب العبارةُ الشُّعاعيّة للقوَّة الكهرطيسيّة بالشَّكل $\vec{F} = I\vec{L}\wedge\vec{B}$

سؤال دورة: اذكر عناصرُ شُعاعِ القوَّة الكهرطيسيّة؟





1.نقطةُ التأثير:مُنتصَفُ الجزء من النّاقل المُستقيم الخاضِع للحقل المغناطيسيّ المُنتظَم.

2.الحاملُ :عموديٌّ على المُستوي المُحدَّد بالنّاقِل المُستقيم وشُعاعُ الحقلِ المغناطيسيّ.

3.الجهةُ :تحقِّقُ الأشعّة$(\vec{F}, I\vec{L}, \vec{B})$ ثلاثيّةً مُباشَرةً وفقَ قاعدةِ اليدِ اليُمنى:

نجعلُ اليدَ اليمنى مُنبسِطةً على النّاقل بحيثُ يدخلُ التيّارُ من السّاعد، ويخرجُ من رؤوس الأصابع، ويخرجُ شُعاعُ الحقل$\vec{B}$ من راحةِ الكفِّ، فيشيرُ الإبهام إلى جهةِ القوَّة الكهرطيسيّة $\vec{F}$

4.الشِّدَّة: $F = ILB\sin\theta$

سؤال دورة : متى تكون شدة قوة لابلاس(كهرطيسية) عظمى ومتى تكون معدومة؟

$$F = ILB\sin\theta$$

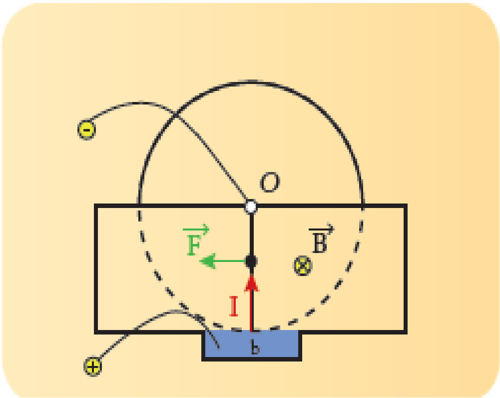
عظمى: $I\vec{L} \perp \vec{B} \Rightarrow \theta = \frac{\pi}{2}rad \Rightarrow \sin\theta = 1$

معدومة: $I\vec{L} \,//\, \vec{B} \Rightarrow \theta = 0rad$ أو $\pi rad \Rightarrow \sin\theta = 0$

ملاحظة قوة لابلاس من أجلN لفة: $F = NILB\sin\theta$

تجربةُ دولابِ بارلو:

خطوات التجربة:



1. أركّبُ دارةَ دولابِ بارلو المبيّنة بالشّكل المُجاوِر، حيثُ يخضعُ نصفُ الدّولاب السّفليّ لحقلٍ مغناطيسيّ مُنتظم.
2. أغلقُ الدَّارةَ، وأُلاحِظُ جهةَ دورانِ الدّولاب.
3. أعكسُ جهةَ التيّار، وأُلاحِظُ جهةَ دورانِ الدّولاب.
4. أعكسُ جهةَ الحقلِ المغناطيسيّ، وأُلاحِظُ جهةَ الدَّوران.
5. أزيدُ شدّةَ التيّار، وأُلاحظُ سرعةَ دورانِ الدُّولاب
6. أزيدُ شدّةَ الحقلِ المغناطيسيّ، وأُلاحِظُ سرعةَ دورانِ الدُّولاب.
7. أحدّدُ عناصرَ القوّةِ التي سببَّت دورانَ الدُّولاب.

نتائج:

١- عندَ إغلاقِ دارةِ الدّولاب فإنّه يدورُ بتأثيرِ عزم القوّةِ الكهرطيسيّة.
٢- عندَما تنعكسُ جهةُ التيّار أو جهةُ الحقلِ المغناطيسيّ فإنّ جهةَ الدَّورانِ تنعكسُ أيضاً.

سؤال: اذكر عناصر شعاع قوة لابلاس في دولاب بارلو؟

1. **نقطةُ التّأثير: مُنتصفُ نصفِ القطرِ الشّاقوليّ السّفليّ الخاضِع للحقلِ المغناطيسيّ المُنتظم.**
2. **الحاملُ: عموديٌّ على المُستوي المُحدَّد بنصفِ القطرِ الشّاقولي السّفليّ وشُعاعِ الحقل المغناطيسيّ المُنتظَم.**
3. **الجهةُ: تُحقِّقُ الأشعّةُ $(\vec{F}, I\vec{r}, \vec{B})$ ثلاثيّةً مُباشَرةً وفقَ قاعدةِ اليدِ اليُمنى:**
- **نجعلُ اليدَ اليُمنى مُنبسِطة على نصفِ القطرِ الشّاقوليّ السّفليّ.**
- **يدخلُ التيّارُ من السَّاعدِ، ويخرجُ من رؤوسِ الأصابع.**
- **يخرجُ شُعاعُ الحقلِ المغناطيسيّ $\vec{B}$ من راحةِ الكفّ.**
- **يشيرُ الإبهامُ إلى جهةِ القوّةِ الكهرطيسيّة $\vec{F}$**
4. **الشِّدَّة: تُعطى بالعلاقة: $r = L$:** $F = I.r.B$

حيث: $\sin\theta = 1 \implies \hat{\theta} = (I\vec{r}\,\hat{,}\,\vec{B}) = \frac{\pi}{2} rad$

العلاقة الشعاعية $\vec{F} = I\vec{r} \wedge \vec{B}$

عملُ القوّة الكهرطيسيّة (نظريّة مكسويل):

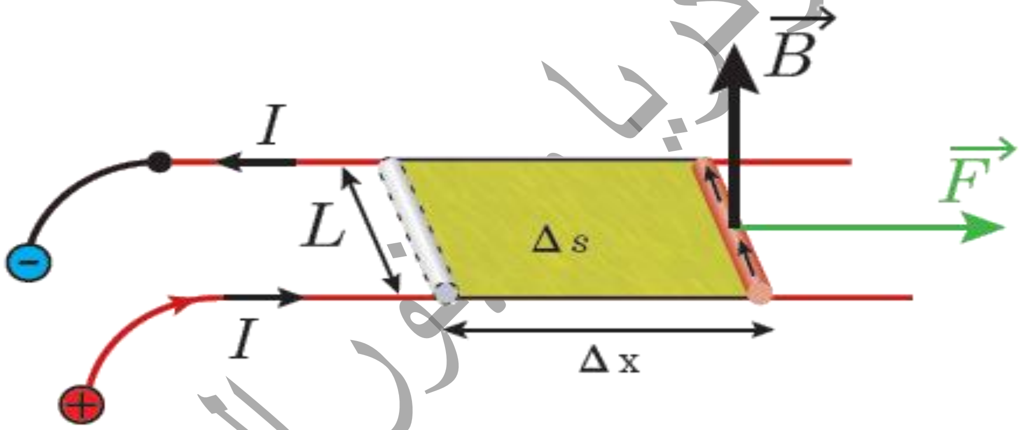
تجربة السِّكّتيَن الكهرطيسيّة:

1.أركّبُ الدّارةَ المبيّنة بالشّكل.
2.أغلقُ الدّارةَ، وأُلاحِظُ ماذا يحدثُ للسّاق
3.أفسّرُ سببَ تدحرج السَّاق.
4.أحدّدُ نوعَ العمل الّذي تنجزُه القوّةالكهرطيسيّة.

نتائج: -تتدحرج الساق تحت تأثير قوة كهرطيسية(لابلاس)
-عمل كهرطيسي محرك(موجب)

سؤال دورة: استنتج العمل الكهرطيسي حسب مكسويل واذكر نص مكسويل؟

الحل: تنتقلُ السَّاقُ الأفقيّة مُوازِيةً لنفسِها مسافةَ Δx فتمسحُ سطحاً $\Delta s = L.\Delta x$
حيثُ تنتقلُ نقطةُ تأثيرِ القوّة الكهرطيسيّة على حاملِها وبجهتِها مسافةُ Δx فتنجزُ عملاً مُحرِّكاً (مُوجِباً $W > 0$) :



$$W = F.\Delta x$$

$$W = I.L.B.\Delta x \qquad (\theta = \frac{\pi}{2} rad \Rightarrow \sin\theta = 1)$$

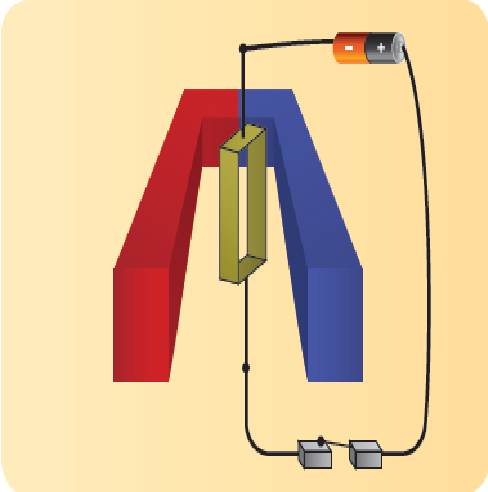
$$W = I.B.\Delta s \qquad (\Delta s = L.\Delta x)$$

$(\Delta\phi = B.\Delta s > 0$ يمثلُ تزايدُ التّدفُّقِ المغناطيسيّ) نعوّضُ فنجدُ

$$W = I.\Delta\phi$$

نصُّ نظريّة مكسويل:
عندَما تنتقلُ دارةٌ كهربائيّةٌ أو جزءٌ من دارةٍ كهربائيّةٍ في منطقةٍ يسودُها حقلٌ مغناطيسيٌّ، فإنَّ عملَ القوّة الكهرطيسيّة المُسبِّبة لذلكَ الانتقالِ يساوي جداءَ شدّةِ التيّار المارِّ في الدّارة في تزايُد التّدفُّق المغناطيسيّ الذي يجتازُها.

تأثيرُ الحقلِ المغناطيسيّ على إطارِ مُستطيلٍ يمرُّ فيه تيّارٌ كهربائيّ.



أجرب وأستنتج:

1.أركِّبُ الدّارةَ المُبيَّنة بالشّكلِ المُجاوِرِ حيثُ خطوطُ الحقلِ المغناطيسيّ توازي مُستوي الإطار.

2.أمرِّرُ تيّاراً مُتواصِلاً شدتُه مُناسِبةٌ في الإطار ماذا ألاحِظُ؟

3.أستبدلُ بسلكِ التَّعليق سلكاً قابلاً للفتلِ، ثابِتُ فتلِه k ماذا ألاحِظُ؟

النتيجة: **عند إمرارِ التيّارِ الكهربائيّ في الإطارِ المُعلّق بسلكٍ عديمِ الفتل يدورُ ويستقرُّ عندَما تصبحُ خطوطُ الحقلِ المغناطيسيّ عموديَّةً على مُستوي الإطار(تدفّق أعظمي)**

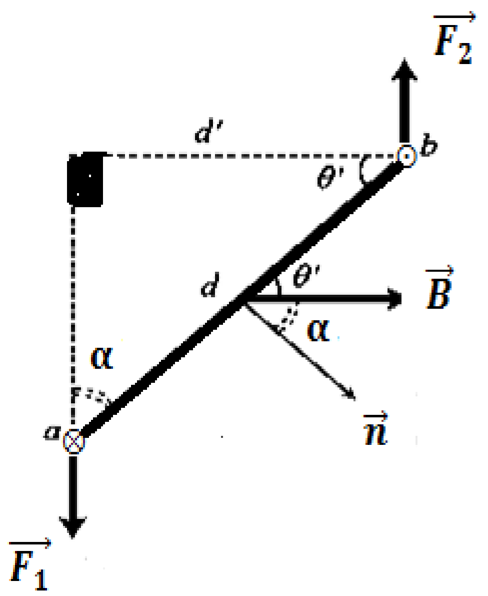
سؤال: فسر سببَ دورانِ الإطار؟

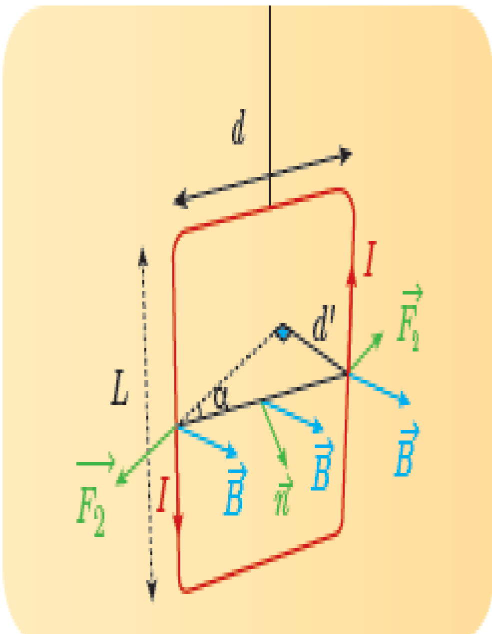
يؤثِّرُ الحقلُ المغناطيسيّ المُنتظَم في الإطارِ بمُزدوَجة كهرطيسيّة تنشأُ عن القوّتَين الكهرطيسيّتَين المُؤثِّرتَين في الضّلعَين الشّاقوليتَين، وتعملُ على تدويرِ الإطارِ حولَ محورِ دورانِه من وضعه الأصليّ حيثُ التّدفُّقُ المغناطيسيّ معدومٌ إلى وضعِ توازنِه المُستقرِّ حيثُ يكونُ التَّدفُّقُ المغناطيسيّ الذي يجتازُه أعظميَّاً. وبهذا نصلُ لما يسمَّى قاعدةُ التَّدفُّقِ الأعظميّ

سؤال : اذكر نص قاعدة التّدفّق

إذا أثَّرَ حقلٌ مغناطيسيّ في دارةٍ كهربائيّةٍ مُغلَقةٍ حرَّةِ الحركة، تحرَّكَت بحيثُ يزدادُ التّدفُّقُ المغناطيسيّ الذي يجتازُها من وجهِها الجنوبيّ وتستقرُّ في وضعٍ يكونُ التَّدفُّق المغناطيسيّ أعظميّاً.

سؤال:استنتجُ علاقة عزمِ المُزدوَجة الكهرطيسيّة المُؤثِّرة في إطارِ طولِ ضلعِه الأفقيّ dوالشّاقوليّ L؟





$$\Gamma_{\Delta \text{كهرطيسية}} = F.d'$$

d': طول ذراعُ المُزدوَجة الكهرطيسيّة

نوجد d' : $d' = \alpha$ مقابل $=$ الوتر $\times \sin\alpha$

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

α: الزَّاويةُ الكائنةُ بينَ شُعاع الحقلِ المغناطيسيّ $\vec{B}$ والنّاظم $\vec{n}$ على سطح الإطار

يجب إنّ نوجد :شدّةُ القوّة الكهرطيسيّة من أجلِ N لفّة معزولة ومُتماثِلة.

$$F = N.I.L.B\sin\frac{\pi}{2} \qquad \Longrightarrow \qquad F = N.I.L.B$$

نعوض في العزم: $\Gamma_{\Delta \text{كهرطيسية}} = N.I.L.B.d.\sin\alpha \qquad \Gamma_{\Delta \text{كهرطيسية}} = F.d' \Longrightarrow$

$(s = L.d)$ $\qquad \Gamma_{\Delta \text{كهرطيسية}} = N.I.s.B.\sin\alpha$ **وهو المطلوب**

ملاحظة : يُسمّى الجداء $N.I.s$ بالعزم المغناطيسيّ M :

$$\Gamma_{\Delta \text{كهرطيسية}} = M.B.\sin\alpha$$

$$\vec{M} = N.I.\vec{s}$$

شُعاعُ العزمِ المغناطيسيّ: $\overrightarrow{\Gamma_{\Delta \text{كهرطيسية}}} = \vec{M} \wedge \vec{B}$

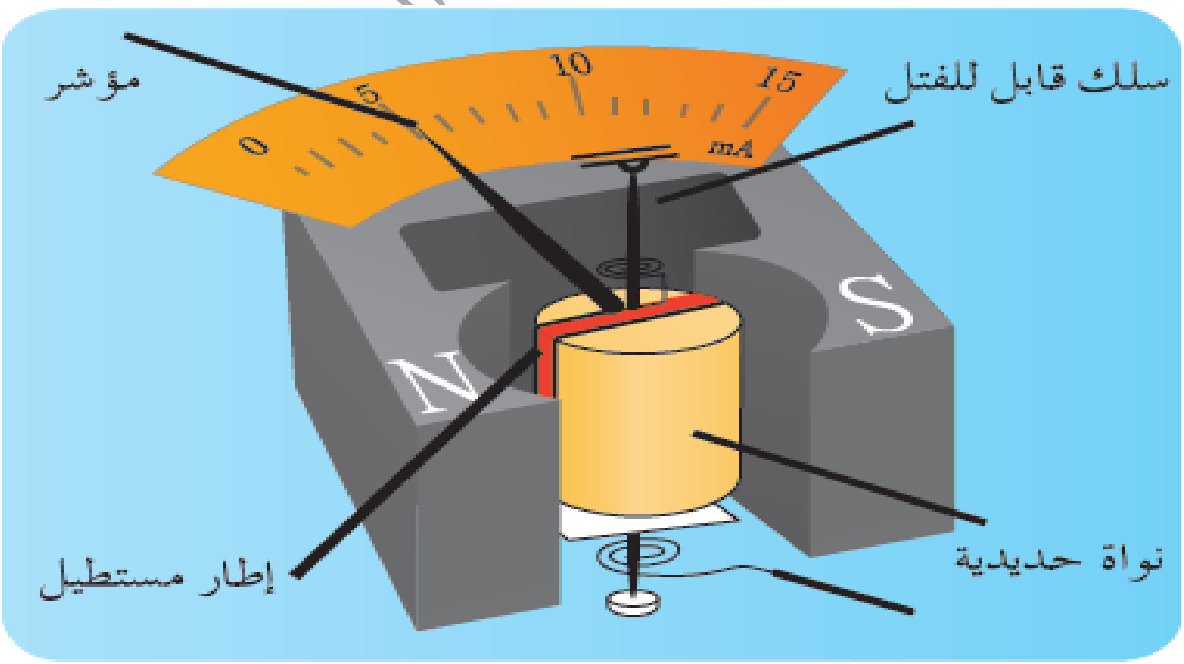
$\vec{M}$شُعاعُ العزمِ المغناطيسيّ ناظميّ على مُستوي الإطار، وجهتُه بجهةِ إبهامِ يدٍ يُمنى تلتفُّ أصابعُها بجهةِ التيّار(أي يخرجُ شعاعُ العزم المغناطيسيّ من الوجهِ الشمّالي للدّارة).

المقياسُ الغلفانيّ ذو الإطار المُتحرِّك:

سؤال: ماهو استخدام مقياس غلفاني ؟

يُستخدَمُ للاستدلال على وجودِ تيّاراتٍ كهربائيّةٍ صغيرةِ الشِّدَّة، وقياسها.

سؤال :ممَّ يتكوَّنُ المقياسُ الغلفانيٍّ؟



يتألَّفُ من مَلفٍّ على شكل إطارٍ مُستطيلٍ يحتوي N لفة معزولة متماثلة، يتّصلُ أحدُ طرفَيه بسلكٍ قابلٍ للفتل، أمّا الطَّرفُ الآخرُ من سلكِ المَلفّ فيتّصلُ بسلكٍ آخرَ شاقوليًّ ليّنٍ عديمِ الفتل، ويمكنُ للإطارِ أن يدورَ حولَ محورِه الشّاقوليّ المارّ بمركزِه بينَ قطبَي مغناطيسٍ نضويّ محيطاً بنواةٍ أسطوانيَّةٍ من الحديدِ اللين، بحيثُ يكونُ مُستوي الإطارِ يوازي الخطوطَ الأفقيّة للحقلِ المغناطيسيّ للمغناطيس قبلَ إمرارِ التيّار .

سؤال :اشرح مبدأ عمل مقياس غلفاني؟

عندما يمرُّ تيّارٌ كهربائيّ I في إطارِ المقياس، فإنَّ الحقلَ المغناطيسيّ المُنتظَم يؤثِّرُ في الإطار بمُزدوَجة كهرطيسيّة تسبِّبُ دورانَ الإطار حولَ محورِ دورانِه، فينشأُ في سلك الفتل مُزدوَجة فتلٍ تُمانِع استمرارِ الدّوران، ويتوازنُ الإطارُ بعدَ أن يدورَ بزاويةٍ صغيرةٍ θ' فيشيرُ مؤشِّرُ المقياس إلى قراءةٍ مُعيَّنة دالاً على قيمةِ شدّةِ التيّار المارّ.

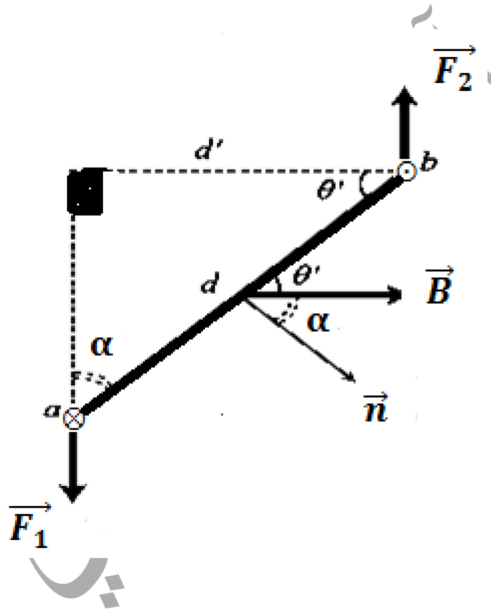
سؤال دورة: استنتجُ العلاقةِ بينَ زاويةِ دورانِ الإطار θ' والتيّارِ المارّ فيه I في مقياس غلفاني وكيف تزداد حساسية المقياس ؟

شرطَ التّوازُن الدَّورانيّ: $\sum \Gamma_\Delta = 0$

لدينا عزمين :أ-عزم مزدوجة فتل ب- عزم مزدوجة كهرطيسية

$$\Gamma_{\Delta\text{كهرطيسية}} + \Gamma_{\vec{\eta}/\Delta} = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (*)$$

$$\Gamma_{\vec{\eta}/\Delta} = -k\theta' \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$



وجدنا أن:

$$\Gamma_{\Delta\text{كهرطيسية}} = N.I.s.B.\sin\alpha$$

من المثلث نجد: $\theta' + \alpha = \frac{\pi}{2} rad$

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

$$\Gamma_{\Delta\text{كهرطيسية}} = N.I.s.B.\cos\theta'$$

زاويةٌ صغيرةٌ فإنَّ: θ' $\cos\theta' \simeq 1$

وبالتالي تصبحُ العلاقةُ كما يأتي:

$$\Gamma_{\Delta\text{كهرطيسية}} = N.I.s.B \ \ldots\ldots\ldots (2)$$

نعوض (1) و(2) في (*)

$$N.I.s.B - k\theta' = 0$$

$$\Rightarrow k\theta' = N.I.s.B \Rightarrow \theta' = \frac{N.I.s.B}{k}$$

(لدينا ثابت غلفاني $G = \frac{N.s.B}{k}$ يحدد حساسية المقياس) فتصبح العلاقة:

$$\Rightarrow \theta' = I.G$$

حيث G ثابِت المقياس الغلفانيّ يعبّرُ عن حساسيّةِ المقياسِ الغلفانيّ، حيثُ تزدادُ حساسيّةُ المقياسِ الغلفانيّ كلَّما زادَت G ويتمُّ ذلك عمليّاً باستبدالِ سلكِ الفتلِ بسلكٍ أرفعَ منه من المادَّة نفسِها(لتصغيرِ ثابتِ الفتلِ k)

جهازُ المقياسِ مُتعدِّد الأغراض(آفو متر): يقيس

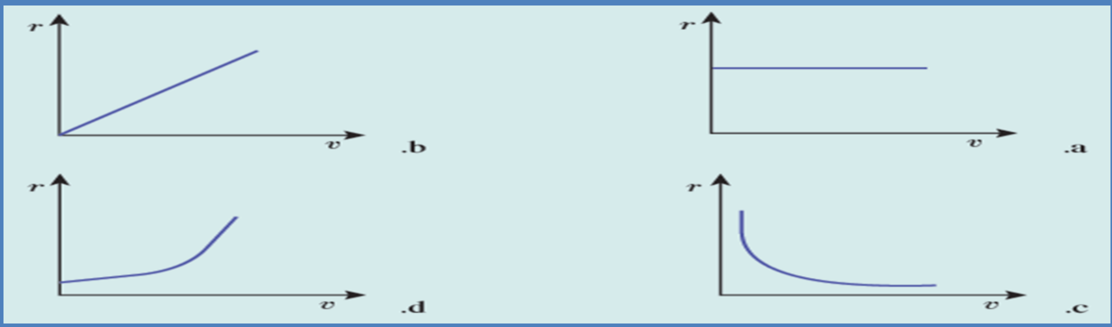
1.التّوتُّر المُستمِرّ DC 2.التّوتُّر المُتناوِب AC

3.شدّة التيّار المُستمِرّ والمُتناوِب. 4.المُقاوَمات

حل الأسئلة النظرية:

أولا :اختر الإجابةَ الصَّحيحة في كلٍّ ممَّا يأتي:

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



الحل: وجدنا سابقاً أن $r = \frac{v.m}{q.B}$

يمثل الحد $\frac{m}{q.B}$ ميل المستقيم يمر من المبدأ

الإجابة: b

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

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

الحل:

القوة الكهربائية $F = q.E \Rightarrow E = \frac{F}{q}$ (الواحدة $\frac{N}{c}$)
قوة لورنز $F = q.v.B\sin\theta \Rightarrow \sin\theta = 1 \Rightarrow F = q.v.B \Rightarrow B = \frac{F}{q.v}$ (الواحدة $\frac{N}{C.m.s^{-1}}$)

$\frac{E}{B}$ (الواحدة $\frac{\frac{N}{c}}{\frac{N}{C.m.s^{-1}}} = m.s^{-1}$)

الإجابة: $m.s^{-1}$ .a

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. دائريَّةٌ مُتغيّرةٌ بانتظام

b. دائريّةٌ مُنتظَمةٌ

c. مُستقيمةٌ مُنتظَمةٌ

d. مُستقِيمةٌ مُتغيّرةٌ بانتظام

الحل: وجدنا سابقاً $\vec{a} = \frac{e}{m_e}\vec{v}\wedge\vec{B} \Rightarrow \vec{v} \perp \vec{a} \Rightarrow v = const\ ,\ a_t = (v)'_t = 0$

الإجابة: b. دائريّة مُنتظَمة

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

a. يتغيَّرُ حاملُه وشدّتُه

b. يتغيَّرُ حاملُه فقط

c. تتغيَّرُ شدّتُه فقط

d. تبقى شدّتُه ثابتةً.

الحل: يحدثُ تغيُّرٌ في حاملِ وجهةِ شُعاعِ السّرعة لا في قيمتها.

الإجابة: d. تبقى شدّتُه ثابتة.

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

a. يبقى ثابتاً

b. يزداد

c. يتناقص

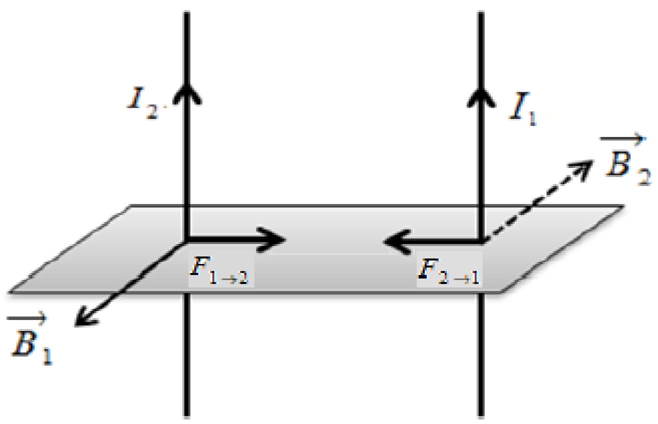
d. ينعدم

الحل: $W = I.\Delta\phi > 0 \Rightarrow \Delta\phi = B.\Delta s > 0 \Rightarrow W > 0$ عمل محرك

الإجابة: b. يزداد

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 السِّلكَين نتيجةَ وجودِ السِّلكِ الآخرِ.



الحل: التأثير المتبادل بين سلكين نحاسيين شاقوليين طويلين يمر بهما تياران متُواصلان لهما الجهة نفسها: $\vec{B_1}$ و $\vec{B_2}$ يولد التيار المستقيم I_1 في كل نقطة من الجزء من السلك المستقيم L_2

الثاني حقلاً مغناطيسياً شدته: $B_1 = 2 \times 10^{-7} \frac{I_1}{d_1}$

يؤثر هذا الحقل في الجزء L_2 بقوة كهرطيسية لها محصلة شدتها:

$$F_{1\to2} = I_2 . L_2 . B_1 \sin\theta \qquad (\theta = \frac{\pi}{2} rad)$$

$$F_{1\to2} = I_2 . L_2 . \left(2 \times 10^{-7} \frac{I_1}{d_1}\right)(1) = 2 \times 10^{-7} \frac{I_1 . I_2}{d_1} L_2$$

وبدراسة مماثلة نجد: $\boldsymbol{F_{2\to1} = 2 \times 10^{-7} \frac{I_1 . I_2}{d_1} L_1}$

2.استنتجْ عبارةَ شدَّة الحقلِ المغناطيسيّ المُؤثِّرة في شحنةٍ كهربائيّةٍ تتحرَّكُ في حقلٍ مغناطيسيّ مُنتظَمٍ بسرعة $\vec{v}$ تعامِدُ شُعاعَ الحقل المغناطيسيّ ثمَّ عرِّفِ التّسلا.

الحل: جملة المقارنة :خارجية ، الجملة المدروسة :الشحنة الكهربائية المتحركة.

القوى الخارجية المؤثرة على الشحنة: قوة لورنز (بإهمال ثقل الشحنة) $\vec{F} = q\vec{v}\wedge\vec{B}$

$$F = q . v . B . \sin\theta \qquad (\sin\theta = 1 \quad \Rightarrow \quad \theta = \frac{\pi}{2} rad \quad)$$

$$F = q . v . B \Rightarrow \boldsymbol{B = \frac{F}{q . v}}$$

التسلا : شدة حقل مغناطيسي منتظم إذا تحركت شحنة كهربائية قدرها واحد كلوم ضمن منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم بسرعة $1m.s^{-1}$ تعامد خطوط هذا الحقل تأثرت بقوة مغناطيسية تساوي نيوتن واحد.

3.بيِّنْ كيفَ يتمُّ قياسَ شدّةِ التيّارِ في المقياسِ الغلفانيّ، ثمَّ استنتجِ العلاقةَ بينَ شدَّةِ التيّار I وزاويةِ دَورانِ الإطارِ θ' وكيفَ تتمُّ زيادةُ حساسيَّةِ المقياسِ الغلفانيّ عمليّاَ من أجلِ التيّارِ نفسِه.

الحل: موجود في القسم النظري

ثالثاً :حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: في تجربةِ السّكتَين الكهرطيسيّة، تستندُ ساقٌ نحاسيّة كتلتُها $16g$ إلى سكّتَينِ أفقيّتَين حيثُ يؤثِّرُ على $4cm$ من الجزءِ المتوسِّط منها حقلٌ مغناطيسيٌّ مُنتظَمٌ شاقوليٌّ شدّتُه $10^{-1}T$ ويمرُّ بها تيّارٌ شدّتُه $40A$ المطلوب 1.حدِّدْ بالكتابةِ والرّسمِ عناصرَ شُعاعِ القوَّةِ الكهرطيسيّة، ثمَّ احسبْ شدّتُها.

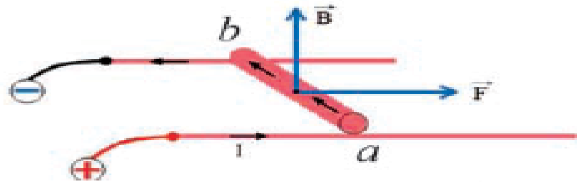
2.احسبْ قيمةَ العملِ الذي تنجزه القوَّة الكهرطيسيّة عندما تنتقل الساق مسافة $15cm$.

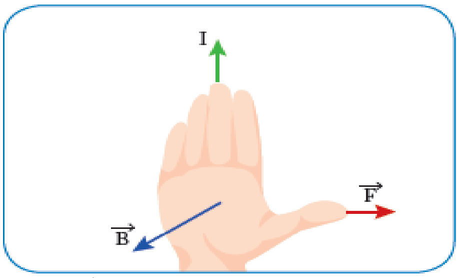
3.احسبْ قيمةَ الزَّاويةِ الّتي يجبُ إمالةُ السّكتَين بها عن الأفقِ حتّى تتوازنُ السَّاقُ والدّارة مُغلَقة (بإهمال قوى الاحتكاك).

المعطيات:

$$m = 16g \Rightarrow m = 16 \times 10^{-3} kg \ / \ L = 4cm \Rightarrow L = 4 \times 10^{-2} m$$
$$I = 40A \qquad / \ B = 10^{-1} T$$

الحل:





1.**نقطةُ التأثير**: مُنتصَفُ الجزءِ من النّاقل المُستقيم الخاضِع للحقلِ المغناطيسيّ المُنتظَم.

2.**الحاملُ**: عموديٌّ على المُستوي المُحدَّد بالنّاقِل المُستقيم وشُعاعُ الحقلِ المغناطيسيّ.

3.**الجِهةُ**: تحقِّقُ الأشعّةُ $(\vec{F}, I\vec{L}, \vec{B})$ ثلاثيّةً مُباشَرةً وفقَ قاعدةِ اليدِ اليُمنى:نجعلُ اليَدَ اليمنى مُنبسِطةً على النّاقل بحيثُ يدخلُ التيّارُ من السّاعد، ويخرجُ من رؤوس الأصابع، ويخرجُ شُعاعُ الحقل $\vec{B}$ من راحةِ الكفِّ، فيشيرُ الإبهام إلى جهةِ القوّة الكهرطيسيّة $\vec{F}$

4. **الشِّدَّة**: $F = ILB\sin\theta \qquad (\theta = \frac{\pi}{2} rad \Rightarrow \sin\theta = 1)$

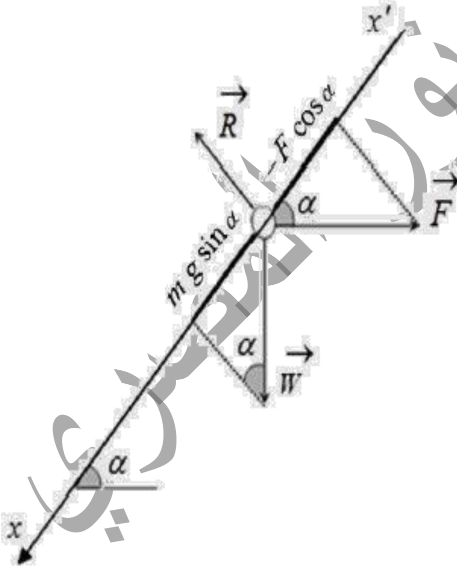
$$F = ILB = 40 \times 4 \times 10^{-2} \times 10^{-1} = 16 \times 10^{-2} N$$

-٢ $W = ? \qquad \Delta x = 15cm \Rightarrow \Delta x = 15 \times 10^{-2} m$

العمل الكهرطيسي = القوة الكهرطيسية × الانتقال

$$W = F.\Delta x = 16 \times 10^{-2} \times 15 \times 10^{-2} = 240 \times 10^{-4} \quad J$$

-٣ $\alpha = ?$ الزَّاويةِ الّتي يجبُ إمالةُ السِّكتَين بها عن الأفقِ حتّى تتوازنُ السَّاق



ندرس الحركة:

1- جملة المقارنة :خارجية.

2-الجملة المدروسة: الساق المتوازنة

3- القوى الخارجية المؤثرة على الساق:

أ- ثقل الساق $\vec{W}$

ب- القوة الكهرطيسية $\vec{F}$

ج- رد فعل السكتين $\vec{R}$

4- نطبق شرط التوازن السكوني $\sum \vec{F} = \vec{0}$

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

5-نسقط الأشعة باتجاه محور $\overrightarrow{x'x}$

$$+w\sin\alpha - F\cos\alpha + 0 = 0$$

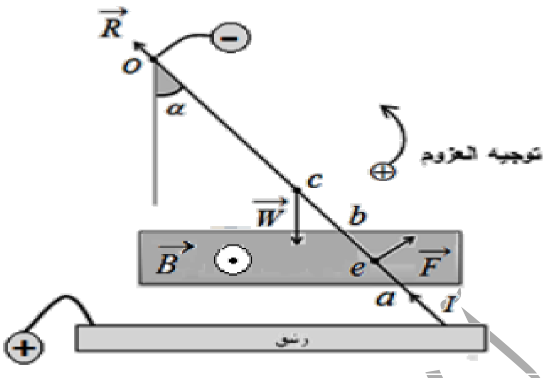
$$\Rightarrow w\sin\alpha = F\cos\alpha \Rightarrow \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{F}{w} \Rightarrow \tan\alpha = \frac{F}{w} = \frac{I.L.B\sin\theta}{m.g}$$

$$(\theta = \frac{\pi}{2} rad \Rightarrow \sin\theta = 1)$$

$$\Rightarrow \tan\alpha = \frac{I.L.B}{m.g} = \frac{40\times4\times10^{-2}\times10^{-1}}{16\times10^{-3}\times10} = 1 \qquad \Rightarrow \boldsymbol{\alpha = \frac{\pi}{4} rad}$$

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

المعطيات: ($l = 60cm \Rightarrow l = 60 \times 10^{-2}m$ طول السلك)
$oc = 30 \times 10^{-2}m$) بعد منتصف السلك عن محور الدوران)
$B = 3 \times 10^{-2}T$ ، $I = 10A$ ، $m = 50g \Rightarrow m = 50 \times 10^{-3}kg$
$L = 4cm \Rightarrow L = 4 \times 10^{-2}m$) طول الجزء الخاضع لحقل مغناطيسي منتظم)
بعد منتصف الجزء الخاضع لقل مغناطيسي عن نقطة التعليق (oe)
$oe = 50cm \Rightarrow oe = 50 \times 10^{-2}m$



الحل: ندرس الحركة
1- جملة المقارنة: خارجية
2-الجملة المدروسة: السلك النحاسي
3- القوى الخارجية المؤثرة على السلك:
أ- ثقل الساق $\vec{W}$
ب- القوة الكهرطيسية $\vec{F}$
ج- رد فعل محور الدوران $\vec{R}$
4- نطبق شرط التوازن السكوني للحركة

$$\sum \bar{\Gamma}_{\vec{F}/\Delta} = 0 \Rightarrow \bar{\Gamma}_{\vec{W}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec{F}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(*)$$

5- نوجد العزوم:لأن حامل $\vec{R}$ يلاقي محور الدوران $\bar{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} = 0 \ldots\ldots\ldots (1)$

$$\bar{\Gamma}_{\vec{W}/\Delta} = -(oc \sin\alpha).W = -mg(oc \sin\alpha) \ldots\ldots\ldots (2)$$

$$\bar{\Gamma}_{\vec{F}/\Delta} = (oe)F = (oe)ILB \sin\theta \qquad (\theta = \frac{\pi}{2}rad \Rightarrow \sin\theta = 1)$$

$$\bar{\Gamma}_{\vec{F}/\Delta} = (oe)ILB \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

نعوض $(1)(2)(3)$ في $(*)$

$$\Rightarrow -mg(oc \sin\alpha) + (oe)ILB + 0 = 0 \Rightarrow (oe)ILB = mg(oc \sin\alpha)$$

$$\Rightarrow \sin\alpha = \frac{(oe)ILB}{mg(oc)} = \frac{(50\times10^{-2})10\times4\times10^{-2}\times3\times10^{-2}}{50\times10^{-3}\times10\times(30\times10^{-2})} = \frac{4}{100} = 0.04 < 0.24$$

$$\Rightarrow \sin\alpha \simeq \alpha \quad \Rightarrow \quad \alpha = \mathbf{0.04rad}$$

المسألة الثّالثة: إطارٌ مُستطِيلُ الشّكل يحتوي 100 لفةٍ من سلكٍ نُحاسيٍّ معزولٍ مساحتُه $4\pi\ cm^2$
a. نعلق الإطارَ بسلكٍ عديمِ الفتلِ شاقوليّ، ونخضعُه لحقلٍ مغناطيسيٍّ مُنتظَمٍ أفقيٍّ شدّتُه $B = 4 \times 10^{-2}T$ خطوطُه تُوازي مُستوي الإطارِ الشّاقوليّ، نمرّرُ في الإطارِ تيّاراً شدّتُه $\frac{1}{10\pi}$.
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 ثابتٍ فتلُه k بحيثُ يكونُ مُستوي الإطار يوازي خطوطَ الحقل المغناطيسيّ السّابق، ونمرّرُ تيّاراً شدّتُه $2mA$ فيدورُ الإطارُ زاويةَ 30^o ثمَّ يتوازنُ.
المطلوب: 1.احسب التّدفُّق المغناطيسيّ في الإطارِ عندَما يتوازَن.
2.استنتجِ العلاقةَ المُحدِّدةَ لثابتِ فتلِ سلكِ التّعليق انطلاقاً من شرطِ التّوازُن الدّورانيّ، ثمَّ احسبْ قيمتَه.
(يهملُ تأثيرَ الحقلِ المغناطيسيّ الأرضيّ)

المعطيات: $N = 100$ لفة ، $S = 4\pi\ cm^2 \Longrightarrow S = 4\pi \times 10^{-4} m^2$
$B = 4 \times 10^{-2}T$ ، $I = \frac{1}{10\pi}\ A$
شعاع الحقل يوازي مستوي السطح(أي شعاع الحقل عمودي على شعاع السطح)
$\alpha_{(\vec{B}\,\hat{,}\,\vec{n})} = \frac{\pi}{2} rad$

الحل: ١- يعطى عزم المزدوجة الكهرطيسية بالعلاقة :
$$\Gamma_\Delta = \mathrm{N.I.}S.B.\sin\alpha_{(\vec{B}\,\hat{,}\,\vec{n})}$$
بما أن شعاع الحقل يوازي مستوي السطح(أي شعاع الحقل عمودي على شعاع السطح)
$$\Gamma_\Delta = 100 \times \frac{1}{10\pi} \times 4\pi \times 10^{-4} \times 4 \times 10^{-2} \times \sin\frac{\pi}{2}$$
$$\Gamma_\Delta = 16 \times 10^{-5} \times 1 = 16 \times 10^{-5}\ \ \mathrm{m.N}$$

-2 $W = I.\Delta\phi$

بدائي $\alpha_1 = \frac{\pi}{2}$ rad	نهائي توازن مستقر $\alpha_2 = 0$ rad

نحسب تغير التدفق: $W = I.\Delta(\mathrm{N}.B.S.\Delta\cos(\alpha)) = \mathrm{I.N}.B.S[\ \cos\alpha_2 - \cos\alpha_1\ ]$
$$W = \frac{1}{10\pi} \times 100 \times 4 \times 10^{-2} \times 4\pi \times 10^{-4}\ [\ \cos 0 - \cos\frac{\pi}{2}\ ] = 16 \times 10^{-5}(1-0)$$
$$W = 16 \times 10^{-5}\ \ J$$

.b ١- $\theta' = 30^o = \frac{\pi}{6}$ rad، $I = 2mA \Longrightarrow I = 2 \times 10^{-3}A$
: $\theta' + \alpha = 90^o \Longrightarrow \alpha = 90^o - \theta' \Longrightarrow \alpha = 90^o - 30^o = 60^o = \frac{\pi}{3}$ rad
$$\phi = \mathrm{N}.B.S.\cos(\alpha) = 100 \times 4 \times 10^{-2} \times 4\pi \times 10^{-4}\cos(\frac{\pi}{3})$$
$$\phi = 4 \times 12.5 \times 10^{-4} \times \frac{1}{2} = 50 \times 10^{-4} \times \frac{1}{2} = 25 \times 10^{-4} weber$$

٢- من شرط التوازن الدوراني $\sum \Gamma = 0 \Longrightarrow \Gamma_{\Delta\text{كهرطيسي}} + \Gamma_{\Delta\text{فتل}} = 0 \ldots\ldots\ldots (*)$

نوجد العزوم في مقياس غلفاني :أ-كما وجدنا في نواس الفتل $\Gamma_{\Delta\text{فتل}} = -K\theta' \ldots\ldots (1)$

$$\Gamma_{\Delta\text{كهرطيسي}} = N.I.S.B\sin\alpha \ldots\ldots (2)$$

نعوض 1-2 في *

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

لدينا علاقة مثلثية $\theta' + \alpha = \frac{\pi}{2} rad \Longrightarrow \sin\alpha = \cos\theta'$

$$N.I.S.B\cos\theta' - K\theta' = 0 \Longrightarrow K\theta' = N.I.S.B\cos\theta' \Longrightarrow K = \frac{N.S.B.I.\cos\theta'}{\theta'}$$

$$\Longrightarrow K = \frac{100\times4\pi\times10^{-4}\times4\times10^{-2}\times2\times10^{-3}\times\cos\left(\frac{\pi}{6}\right)}{\frac{\pi}{6}} = \frac{32\pi\times10^{-7}\times\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{\pi}{6}} = \frac{32\times10^{-7}\times\sqrt{3}}{\frac{1}{3}}$$

$$\Longrightarrow K = 96\sqrt{3}\times10^{-7} m.N.rad^{-1}$$

المسألة الرَّابعة: دولابُ بارلو قطرُه $20cm$ يمرَّرُ فيه كهربائيّ مُتواصِل I ويخضعُ نصفُ القرصِ السّفليّ لحقلٍ مغناطيسيٍّ أفقيٍّ مُنتظَمٍ شدَّتُه $B = 10^{-2}T$ فيتأثَّر الدُّولابُ بقوَّةٍ كهرطيسيّةٍ شدَّتُها $F = 4\times10^{-2}N$

المطلوب: 1.بيِّن بالرّسمِ جهةَ كلٍّ من $(\vec{F}, I\vec{r}, \vec{B})$

2.احسبْ شدّةَ التيّارِ المارّ في الدّولاب.

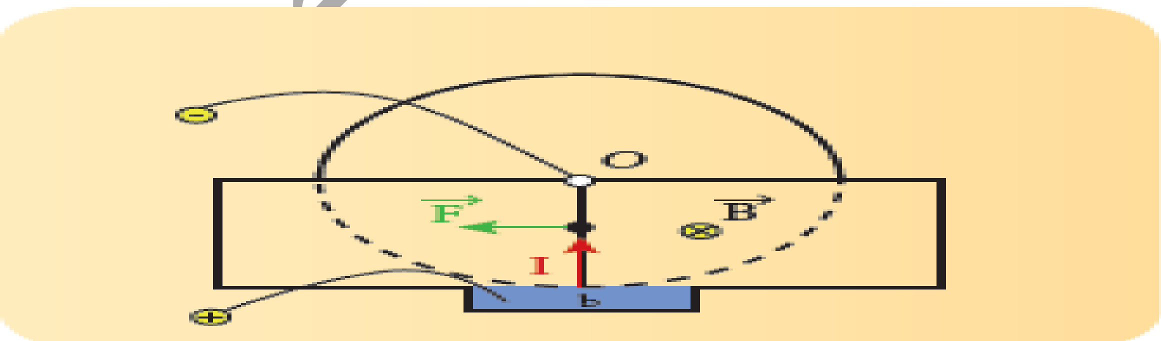
3.احسبْ عزمَ القوَّةِ الكهرطيسيّةِ المُؤثِّرةِ في الدُّولاب.

4.احسبْ قيمةَ الكتلةِ الواجبِ تعليقُها على طرفِ نصفِ القطرِ الأفقيِّ للدُّولابِ لمنعِه عن الدَّوران.

المعطيات: $2r = 20cm \Longrightarrow r = 10cm \Longrightarrow r = 10\times10^{-2} = 10^{-1}m$

$B = 10^{-2}T$ ، $F = 4\times10^{-2}N$

الحل: ١-



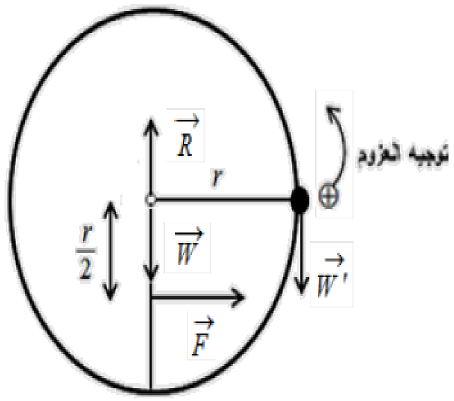
٢- $F = I.r.B$

حيث: $\sin\theta = 1 \quad \Longrightarrow \quad \hat{\theta} = (I\vec{r}\,\hat{,}\,\vec{B}) = \frac{\pi}{2} rad$

$$I = \frac{F}{r.B} = \frac{4\times10^{-2}}{10^{-1}\times10^{-2}} = 40 \quad A$$

-٣ $\Gamma =$ الذراع $\times$ القوة $= \frac{r}{2}.F = \frac{10^{-1}}{2} \times 4 \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-3}\ m.N$

-٤



ندرس الحركة:

1-جملة المقارنة :خارجية

2-الجملة المدروسة :الدولاب المتوازن.

3-القوى الخارجية المؤثرة:

أ-قوة ثقل الدولاب $\vec{W}$

ب- قوة رد فعل محور الدوران $\vec{R}$

ج-قوة كهرطيسية $\vec{F}$

د-قوة ثقل الكتلة المضافة $\vec{W'}$

4- نطبق شرط التوازن الدوراني: $\sum \bar{\Gamma}_{\vec{F}/\Delta} = 0$

$$\bar{\Gamma}_{\vec{w}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec{F}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec{W'}/\Delta} = 0 \ ....(*)$$

5- نوجد العزوم:لأن حامل $\vec{R}$ يلاقي محور الدوران $\bar{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$

لأن حامل $\vec{w}$ يلاقي محور الدوران $\bar{\Gamma}_{\vec{w}/\Delta} = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$

$$\bar{\Gamma}_{\vec{F}/\Delta} = \frac{r}{2}.F \ldots\ldots (3)$$

$$\bar{\Gamma}_{\vec{W'}/\Delta} = -r.W' = -r.m'.g \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

نعوض $(1)(2)(3)$ (4) في $(*)$ $\bar{\Gamma}_{\vec{w}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec{F}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec{W'}/\Delta} = 0$

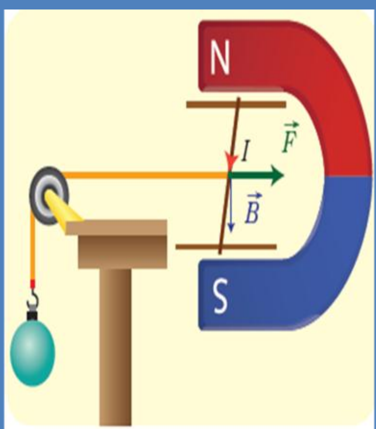
$$\Rightarrow 0 + 0 + \frac{r}{2}.F - r.m'.g = 0 \quad \Rightarrow \frac{r}{2}.F = r.m'.g \Rightarrow \frac{F}{2} = m'.g$$

$$\Rightarrow m' = \frac{F}{2g} = \frac{4\times10^{-2}}{2\times10} = 2 \times 10^{-3} kg$$

المسألة١٣ عامة: في الشكل المجاور تستند ساقٌ نحاسيّةٌ طولها$10cm$ وكتلتها$20g$ على سكّتين نحاسيَّتين أفقيَّتين، وتخضعُ بكاملها لحقل مغناطيسيّ منتظم شاقوليّ شدّته$B = 2 \times 10^{-2}T$ ويمرُّ فيها تيَّارٌ كَهربائيٌّ متواصل شدّته$15A$ وللحفاظ على توازن هذه السَّاق 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.

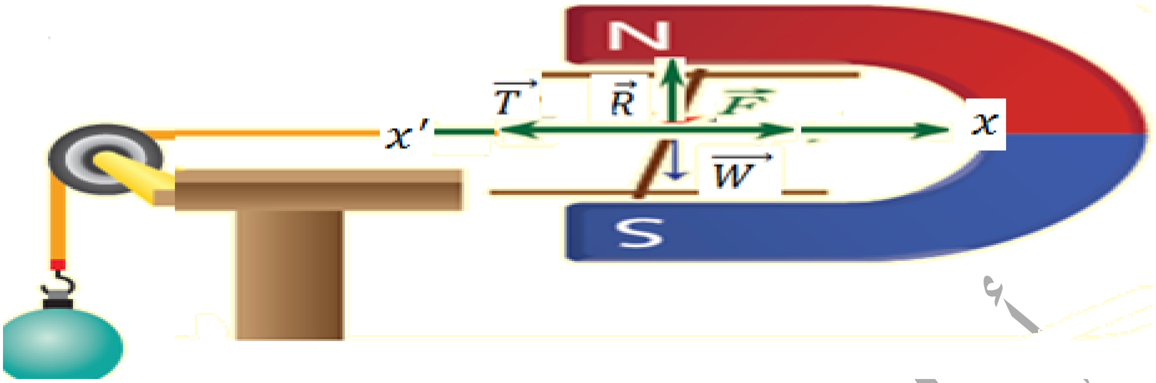


المعطيات: $B = 2 \times 10^{-2}T$ ، $I = 15A$ ، $m = 20g \Rightarrow m = 20 \times 10^{-3}kg$

$L = 10cm \Rightarrow L = 10 \times 10^{-2} = 10^{-1}m$

الحل: ندرس حركة الساق وحركة الكرة الساكنين:

أ- ندرس حركة الساق:



١- جملة المقارنة: خارجية ٢- الجملة المدروسة : الساق

٣- القوى الخارجية المؤثرة على الجسم: أ- قوة ثقل الساق $\vec{W}$

ب- قوة توتر الخيط $\vec{T}$ ج- قوة رد فعل السكتين على الساق $\vec{R}$

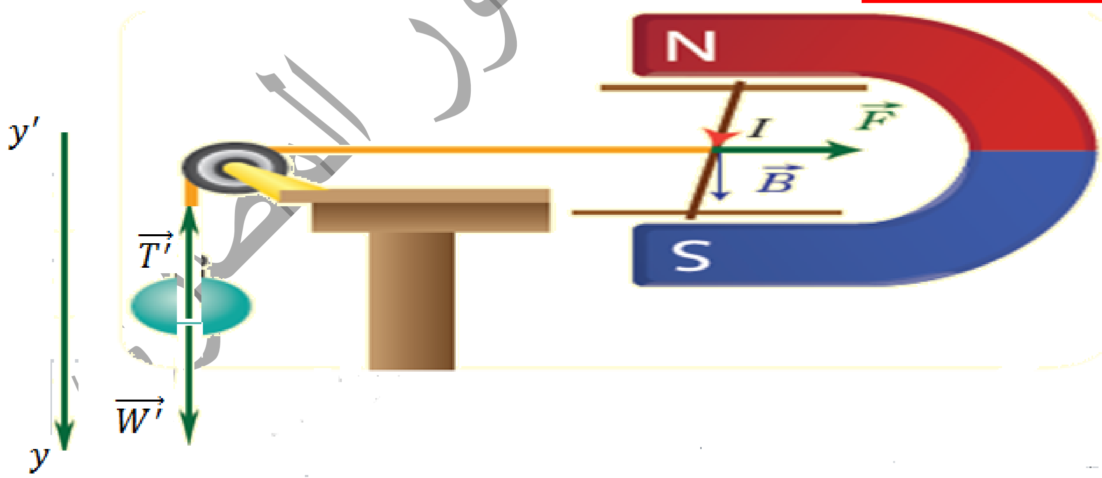
ج- قوة كهرطيسية $\vec{F}$ $F = \text{I}.L.B\sin\theta \quad (\theta = \frac{\pi}{2}Rad, \sin\theta = 1)$

٤- نطبق شرط التوازن السكوني : $\sum\vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \vec{W} + \vec{R} + \vec{F} + \vec{T} = \vec{0}$

٥- نسقط الأشعة باتجاه محور $\overline{x'x}$ أفقي باتجاه القوة الكهرطيسية:

$$0 + 0 + F - T = 0 \Rightarrow F - T = 0 \Rightarrow F = T \dots\dots(1)$$

ب- ندرس الكرة:



١- جملة المقارنة: خارجية ٢- الجملة المدروسة : جسم

٣- القوى الخارجية المؤثرة على الجسم: أ- قوة ثقل الجسم $\vec{W'}$

ب- قوة توتر الخيط $\vec{T'}$

٤- نطبق شرط التوازن السكوني : $\sum\vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \vec{W'} + \vec{T'} = \vec{0}$

٥- نسقط الأشعة باتجاه محور $\overline{y'y}$ شاقولي موجه نحو الأسفل:

$$W' - T' = 0 \Rightarrow T' = W'$$

(لأن الخيط لا يمتط $T = T'$) (من (١) لدينا $F = T$)

$$\Rightarrow F = W' \Rightarrow I.L.B = m'.g \Rightarrow m' = \frac{I.L.B}{g} = \frac{10^{-1}\times 15\times 2\times 10^{-2}}{10}$$

$$m' = 3\times 10^{-3}kg$$

٢- من التجربة الأولى: من نطبق شرط التوازن السكوني :

$$\sum \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \vec{W} + \vec{R} + \vec{F} + \vec{T} = \vec{0}$$

- نسقط الأشعة باتجاه محور $\overrightarrow{y'y}$ أفقي باتجاهR :

$$-W + R + 0 + 0 = 0 \Rightarrow -W + R = 0 \Rightarrow R = W = m.g$$

$$R = 20\times 10^{-3}\times 10 = 0.2\ N$$

المسألة ١٤ عامة: تيّار كهربائيّ شدّته$20A$ يمرُّ في سلك مستقيم طوله$10cm$ فإذا وضع السلك كاملاً في حقل مغناطيسيٍّ شدّته$B = 2\times 10^{-3}T$ وكان السلك يصنع مع خطوط الحقل المغناطيسيِّ زاوية30^{O} احسب شدّة القوّة الكهرطيسيَّة المؤثِّرة في السلك.

المعطيات:$B = 2\times 10^{-3}T$ ، $I = 20A$ ، $L = 10cm \Longrightarrow L = 10\times 10^{-2}m$
$\theta = 30^{O} = \frac{\pi}{6}Rad$

الحل: $F = I.L.B\sin\theta = 20\times 10\times 10^{-2}\times 2\times 10^{-3}\sin(\frac{\pi}{6})$

$$F = 4\times 10^{-3}\left(\frac{1}{2}\right) = 2\times 10^{-3}N$$

المسألة ١٥ عامة: نخضع إلكتروناً يتحرّك بسرعة$v = 8\times 10^{3}km.s^{-1}$ إلى تأثير حقل مغناطيسي منتظم ناظمي في شعاع سرعته شدّته$B = 5\times 10^{-3}T$ المطلوب

1-وازن بالحساب بين شدة ثقل الإلكترون وشدة قوة لورنز المؤثرة فيه .ماذا تستنتج؟

2-برهن أنَّ المسارالذي يرسمه الإلكترون دائريّ، واستنتج العلاقة المحدِّدة لنصف قطرهذاالمسار واحسب قيمته

3-احسب دور الحركة

علماً أن: شحنة الإلكترون بالقيمة المطلقة $e = 1.6\times 10^{-19}C$

كتلة الإلكترون$m_e = 9\times 10^{-31}kg$ تسارع الجاذبية الأرضية$g = 10m.s^{-2}$

المعطيات: $v = 8\times 10^{3}km.s^{-1} \Longrightarrow v = 8\times 10^{3}\times 10^{3} = 8\times 10^{6}m.s^{-1}$
$B = 5\times 10^{-3}T$

الحل:١- $W_e = m_e.g = 9\times 10^{-31}\times 10 = 9\times 10^{-30}N$

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

$$\left(\ \hat{\theta} = (I\vec{L}\ \hat{;}\ \vec{B}) = \frac{\pi}{2} rad \quad \Rightarrow \quad \sin\theta = 1 \quad q = e\right)$$

$$F = e.v.B = 16 \times 10^{-20} \times 8 \times 10^{6} \times 5 \times 10^{-3} = 64 \times 10^{-16} \quad N$$

$$\frac{W_e}{F} = \frac{9\times10^{-30}}{64\times10^{-16}} = \frac{9}{64} \times 10^{-14} \ll 1$$

لذلك يهمل ثقل الإلكترون أمام قوة لورنز .

٢- ندرس الحركة : أ-القوى الخارجية المؤثرة على الإلكترون :قوة مغناطيسية فقط لأن ثقل الإلكترون يهمل لصغره $\vec{F} = q\vec{v}\Lambda\vec{B} \Rightarrow (q = e) \Rightarrow \vec{F} = e\vec{v}\Lambda\vec{B}$ لورنز

ب-نطبق العلاقة الأساسية في التحريك: $\sum \vec{F} = m_e.\vec{a}$

لورنز $\vec{F} = m_e.\vec{a} \Rightarrow e\vec{v}\Lambda\vec{B} = m_e.\vec{a}$

$$\Rightarrow \vec{a} = \frac{e}{m_e}\vec{v}\Lambda\vec{B}$$

وبحسبِ خواصِّ الجداِء الشُعاعيّ فإنّ $\left(\begin{matrix}\vec{v} \perp \vec{B} \\ \vec{a} \perp \vec{B}\end{matrix} \Rightarrow \vec{v} \perp \vec{a}\right)$

الحركة هنا حركة دائرية منتظمة لأن السرعة ثابتة $v = const\ ,\ a_t = (v)'_t = 0$

تسارع المماسي a_t معدوم، ويبقى التسارع الناظمي a_c : $a = a_c = \frac{v^2}{r}$

قوة جاذبة $F = F_C$ قوة لورنز

جداء شعاعي $\Rightarrow \vec{a} = \frac{e}{m_e}\vec{v}\Lambda\vec{B}$

$$\Rightarrow a_c = \frac{e}{m_e}v.B\sin\theta \qquad : \left(\theta = \frac{\pi}{2}rad \Rightarrow \sin\theta = 1\right)$$

$$\Rightarrow \frac{v^2}{r} = \frac{e}{m_e}v.B \Rightarrow \frac{v}{r} = \frac{e}{m_e}.B \quad \Rightarrow \quad r = \frac{v.m_e}{e.B}$$

$$\Rightarrow r = \frac{8\times10^{6}\times9\times10^{-31}}{16\times10^{-20}\times5\times10^{-3}} = 9 \times 10^{-3} \quad m$$

٣- دور حركة الإلكترون $\left(v = \omega.r \Rightarrow \omega = \frac{v}{r}\right.$لدينا$\left.\right)$ $T = \frac{2\pi}{\omega}$

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi\times9\times10^{-3}}{8\times10^{6}} = \frac{9\pi\times10^{-9}}{4}\ \sec$$

المسألة ١٦ عامة: لدينا إطار مربع الشكل مساحة سطحه $25cm^2$ يحوي 50 لفة من سلك نحاس يمعزول نعلقه بسلك رفيع عديم الفتل وفق محوره الشاقولي ونخضعه لحقل مغناطيسي منتظم خطوطه أفقية شدته $B = 10^{-2}T$ بحيث يكون مستوي الإطار يوازي منحى الحقل $\vec{B}$ عند عدم مرور تيار، نمرّر في الإطار تياراً كهربائياً شدته $I = 5A$ والمطلوب: 1-احسب شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة في كل من الضلعين الشاقوليّين لحظة مرور التيار

2-احسب عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الإطار لحظة إمرار التيار السابق

3.–احسب عمل المزدوجة الكهرطيسية عندما ينتقل الإطار من وضعه السابق إلى وضع التوازن المستقر

4-نستبدل سلك التعليق بسلك فتل ثابت فتله k لنشكل مقياساً غلفانياً ونمرر بالإطار تياراً كهربائياً شدته ثابتة $2mA$ فيدورالإطار بزاوية $0.02rad$ ويتوازن.استنتج ثابت فتل السلك k واحسب قيمته،ثمّ احسب قيمة ثابت المقياس الغلفاني G

5–نزيد حساسية المقياس 10 مرات من أجل التيار نفسهما قيمة ثابت فتل سلك التعليق بالوضع الجديد(.يهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي)

المعطيات: $\boldsymbol{B = 10^{-2}T}$ ، $\boldsymbol{S = 25cm^2} \Longrightarrow S = 25\times10^{-4}\mathrm{m}^2$ لفة $N = 50$
مستوى الإطار يوازي منحى الحقل $\vec{B}$ (أي شعاع الناظم عمودي على شعاع الحقل) $\boldsymbol{I = 5A}$

الحل: 1- لدينا مربع $d = l$ تعطى المساحة بالعلاقة

$S = l.l = 25\times10^{-4}\mathrm{m}^2 \Longrightarrow l^2 = 25\times10^{-4}\mathrm{m}^2 \Longrightarrow$ نجذر $l = 5\times10^{-2}m$

بما أن شعاع الحقل يوازي مستوي السطح(أي شعاع الحقل عمودي على شعاع السطح)

لدينا دوماً $\theta_{(\vec{IL}\Lambda\vec{B})} = \frac{\pi}{2}$ Rad فتصبح العلاقة $F_{\text{لابلاس}} = \mathrm{N.I.}l.B.\sin\theta_{(\vec{IL}\Lambda\vec{B})}$

$F_{\text{لابلاس}} = 50\times5\times5\times10^{-2}\times10^{-2}\times\sin\frac{\pi}{2}$

$F_{\text{لابلاس}} = 1250\times10^{-4}$ N

2 -. $\Gamma_\Delta = \mathrm{N.I.}S.B.\sin\alpha_{(\vec{B}\Lambda\vec{n})}$

بما أن شعاع الحقل يوازي مستوي السطح(أي شعاع الحقل عمودي على شعاع السطح)

$\Gamma_\Delta = 50\times5\times25\times10^{-4}\times10^{-2}\times\sin\frac{\pi}{2}$

$\Gamma_\Delta = 625\times10^{-5}$ m.N

3- عمل المزدوجة فتحسب من علاقة ماكسويل: $W = I.\Delta\phi$

بدائي $\alpha_1 = \frac{\pi}{2}$ Rad	**نهائي** توازن مستقر $\alpha_2 = 0$ Rad

نحسب تغير التدفق:

$\Delta\phi = \Delta[\mathrm{N}.B.S\cos(\alpha)] = \mathrm{N}.B.S.\Delta[\cos(\alpha)] = \mathrm{N}.B.S[\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1]$

$\Delta\phi = 50\times10^{-2}\times25\times10^{-4}[\cos0 - \cos\frac{\pi}{2}] = 50\times25\times10^{-6}(1-0)$

$\Delta\phi = 125\times10^{-5}$ ويبر (w)

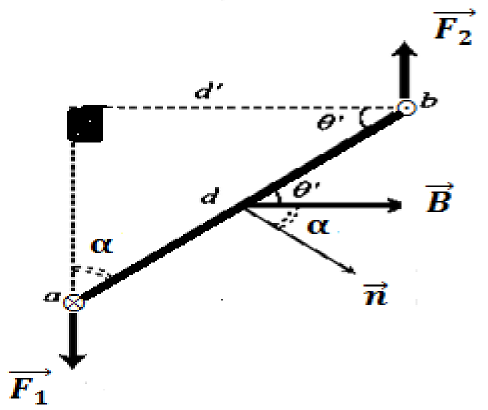
ومنه نحسب العمل $W = 5\times125\times10^{-5} = 625\times10^{-5}\, joul$

4- $I = 2(mA) = 2\times10^{-3}A\ , \theta' = 0.02 = 2\times10^{-2}\ \ rad$

من شرط التوازن الدوراني $\sum\Gamma = 0 \Longrightarrow \Gamma_{\Delta\text{كهرطيسي}} + \Gamma_{\Delta\text{فتل}} = 0 \dots\dots\dots(1)$

نوجد العزوم في مقياس غلفاني: أ-كما وجدنا في نواس الفتل $\Gamma_{\Delta\text{فتل}} = -K\theta' \dots\dots(2)$

ب- يعطى عزم المزدوجة الكهرطيسيّة بالعلاقة:



$\Gamma_{\Delta\text{كهرطيسي}} = \mathrm{N.I.}S.B\sin\alpha \dots\dots(2)$

لدينا علاقة مثلثية

$\theta' + \alpha = \frac{\pi}{2}rad \Longrightarrow \sin\alpha = \cos\theta'$

لدينا علاقة مثلثية $\theta' + \alpha = \frac{\pi}{2}rad$ $\Longrightarrow \sin\alpha = \cos\theta'$ بما أن θ' صغيرة جداً فيكون $\cos\theta' = 1 \Longrightarrow d' = d$

$$\Gamma_{\Delta_{\text{كهرطيسي}}} = \mathrm{N.I.}S.B \ldots\ldots(3)$$

نعوض2-3 في 1

$$\mathrm{N.I.}S.B - K\theta' = 0 \Longrightarrow K\theta' = \mathrm{N.I.}S.B \Longrightarrow \theta' = \frac{\mathrm{N.}S.B}{K}\mathrm{I} \ldots\ldots(4)$$

لدينا ثابت غلفاني يعطى بالعلاقة $G = \frac{\mathrm{N.}S.B}{K} \ldots\ldots(5)$

فتصبح العلاقة $\theta' = G.\mathrm{I} \ldots\ldots(6)$

من العلاقة (٤) نوجد ثابت الفتل K : $K = \frac{\mathrm{N.}S.B}{\theta'}\mathrm{I} \ldots\ldots(7)$

نعوض بالعلاقة $K = \frac{50\times25\times10^{-4}\times10^{-2}}{2\times10^{-2}} 2\times10^{-3} = 1250\times10^{-7} m.N.rad^{-1}$

نحسب ثابت غلفاني من العلاقة(٦):

$$\theta' = G.\mathrm{I} \Longrightarrow G = \frac{\theta'}{I} = \frac{2\times10^{-2}}{2\times10^{-3}} = 10\, rad.A^{-1}$$

5- زيادة الحساسية عشر مرات أي زيادة G تصبح $G' = 10.G$ **من العلاقة (٥)**

$$G' = \frac{\mathrm{N.}S.B}{K'} \Longrightarrow K' = \frac{\mathrm{N.}S.B}{G'} \Longrightarrow K' = \frac{\mathrm{N.}S.B}{10.G} = \frac{50\times25\times10^{-4}\times10^{-2}}{10\times10}$$

$$K' = 125\times10^{-7} m.N.rad^{-1}$$

المسألة ١٧ عامة: ملفّ مستطيل مساحته سطحه $200cm^2$ يحوي 100 لفة نمرّر تياراً كهربائياً شدته $I = 3A$ وضع في حقل مغناطيسي منتظم شدته $B = 0.1T$ احسب عزم المزدوجة الكهرطيسيّة المؤثّرة عليه عندما يكون مستوى الملفّ يصنع زاوية 60^0 مع خطوط الحقل المغناطيسي.

المعطيات: B=0.1T , I=3A , N=100 , $S = 200\times10^{-4}\mathrm{m}^2$

الزاوية بين مستوى الملف وشعاع الحقل 60^0،

بينما شعاع الناظم وشعاع الحقل 30^0 $\alpha_{(\vec{B}\wedge\vec{n})} = 30^0 = \frac{\pi}{6}\, rad$

1 -يعْطى عزم المزدوجة الكهرطيسّيةُ بالعلاقة :

$$\Gamma_\Delta = \mathrm{N.I.}S.B.\sin\alpha_{(\vec{B}\wedge\vec{n})}$$

$$\Gamma_\Delta = 100\times3\times200\times10^{-4}\times10^{-1}\times\sin\frac{\pi}{6} = 6\times10^{-1}\times\frac{1}{2} = 3\times10^{-1}\,\mathrm{m.N}$$

تفكير ناقد

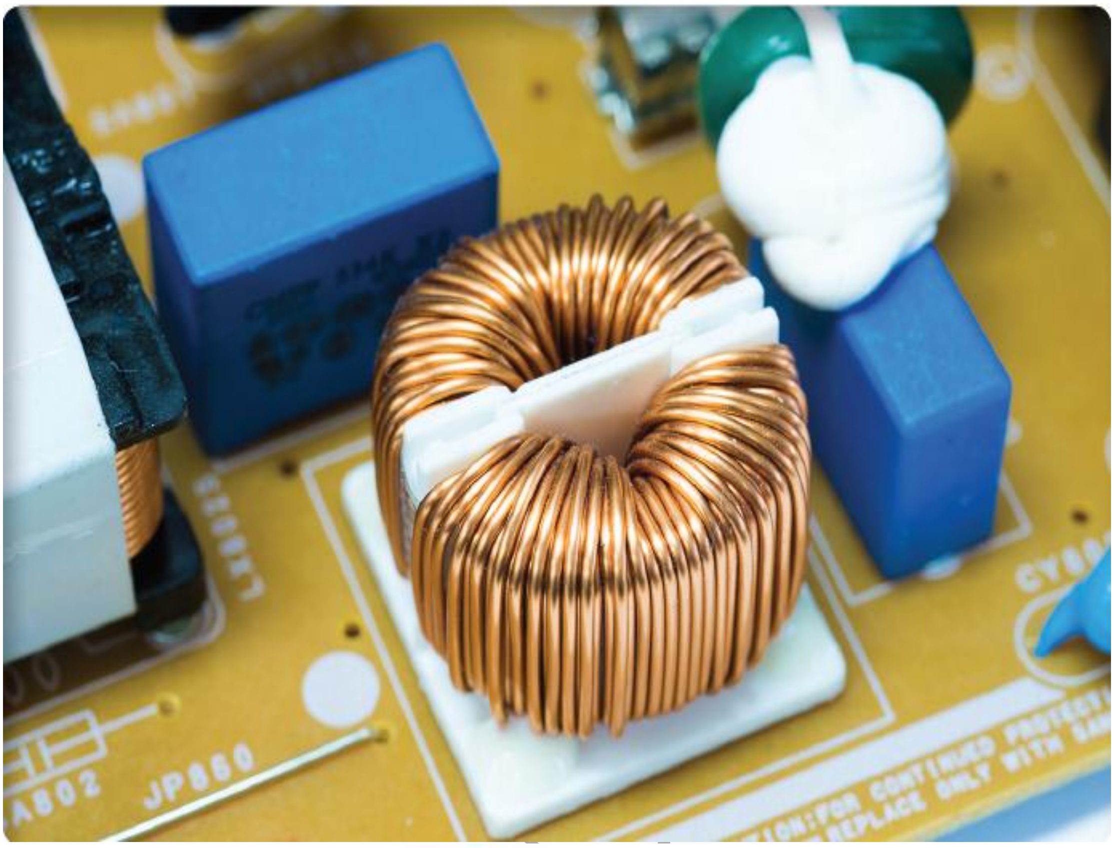
جسمٌ مشحونٌ يتحرَّكُ في منطقةٍ يسودُها حقلٌ مغناطيسيٌّ مُنتظَمٌ يعامدُ حقلاً كهربائياً مُنتظَماً بسرعةٍ تُعامِدُ كلٌّ منهما، بيّنْ متى يصبحُ مسارُه مُستقيماً، ومتى يكونُ دائرياً.

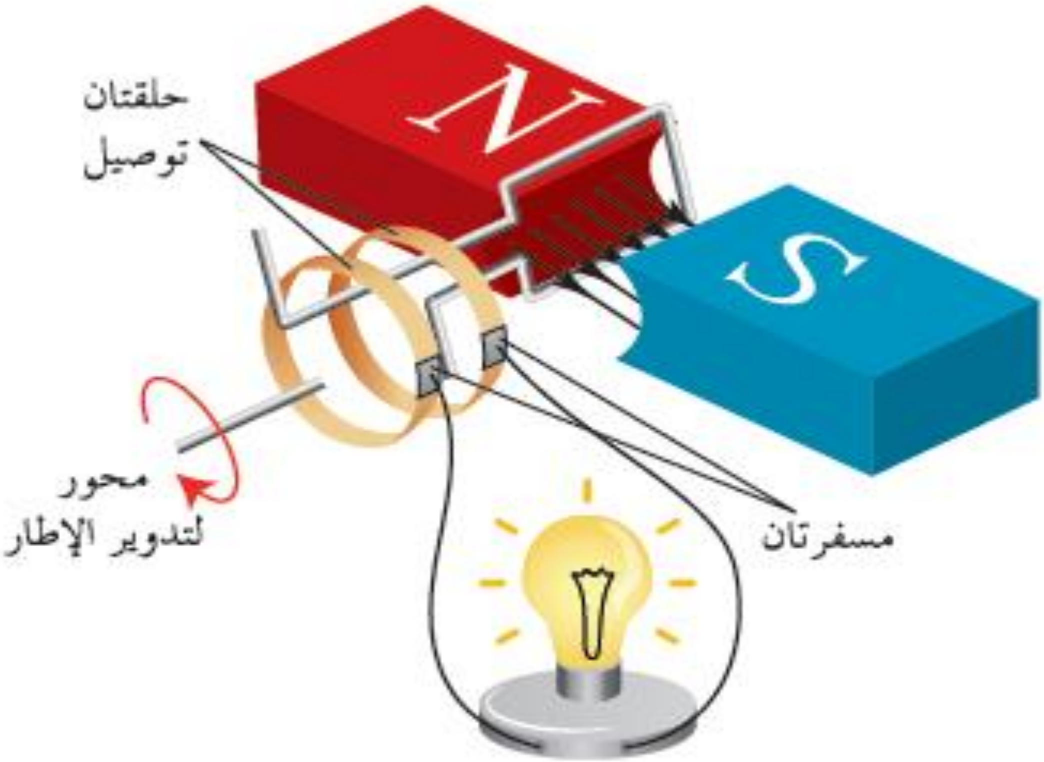
الحل: هنا يخضع الجسم المشخون لقوتين متعاكستين و هما قوة لورنز والقوة الكهربائية فاذا كانتا متساويتين بالشدة ومتعاكستين وانعدمت المحصلة كان المسار مستقيم .
ويكون دائري اذا كانتا بجهة واحدة

أبحث أكثر

ابحث في استخدامِ البروتوناتِ المُتسارعةِ في علاجِ الأمراضِ السَّرطانيّة.

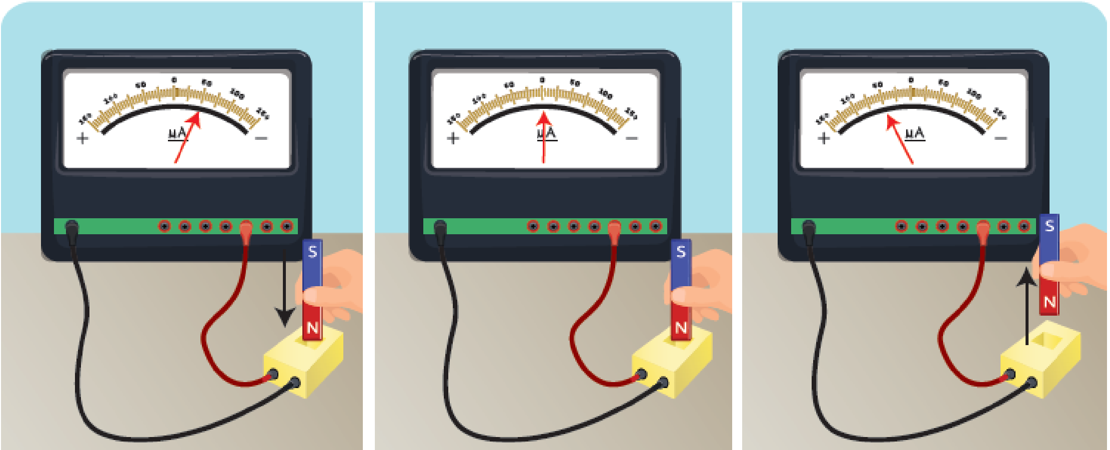
الدرس الثالث: التحريض الكهرطيسي





أجرّب وأستنتج:

سؤال دورة: فسر ماذا يحدث عند تقريب وسكون وأبعاد أحد قطبي مغناطيس داخل وشيعة نصل طرفيها بمقياس ميكرو أميبر؟



تقريب القطب الشمالي لمغناطيس مستقيم من أحد وجهي وشيعة | تثبيت القطب الشمالي لمغناطيس مستقيم عند أحد وجهي وشيعة | إبعاد القطب الشمالي لمغناطيس مستقيم عن أحد وجهي وشيعة

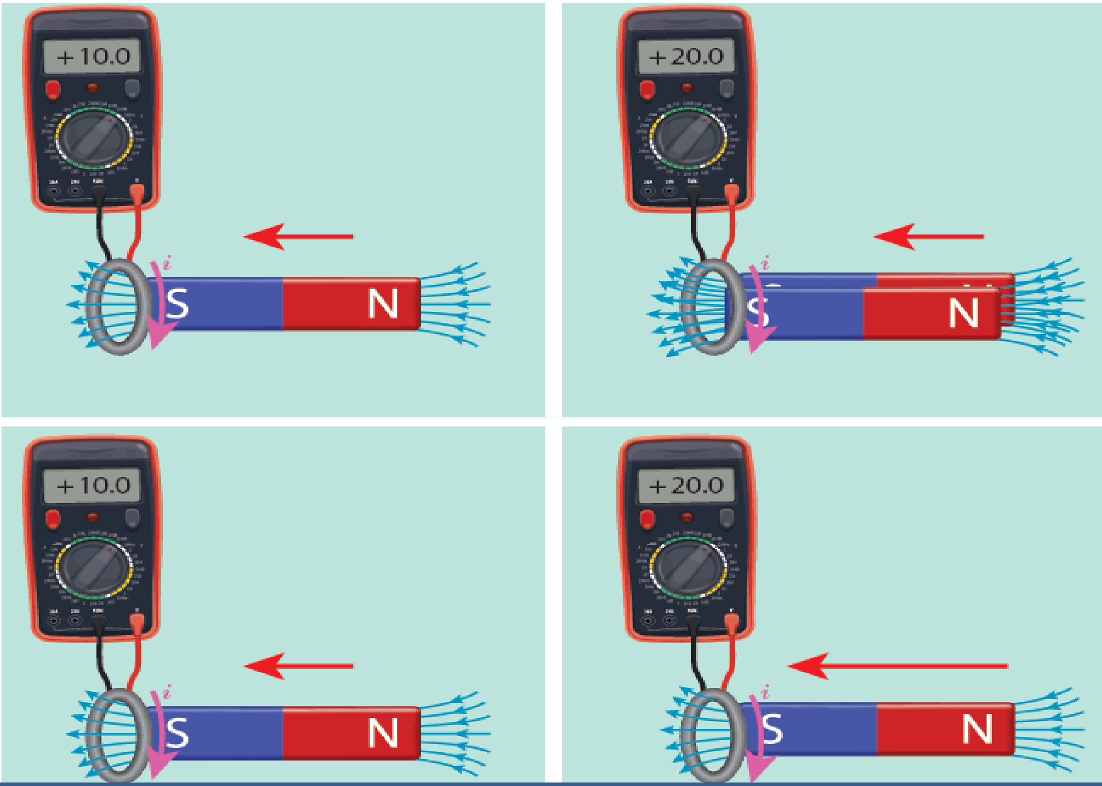
الحل: إنَّ **تقريبَ المغناطيسِ أو إبعادَه** يؤدّي إلى **تغيُّرِ التّدفُّق المغناطيسيّ**(بالزّيادة أو بالنّقصان)وبالتّالي تنشأُ قوّةٌ مُحرِّكةٌ كهربائيّةٌ مُتحرِّضة تسبِّبُ مرورَ التيّارِ الكهربائيّ المُتحرِّض.

نتائج: أستبدلُ بمقياسِ الميكرو أمبير في التَّجربة مقياسَ ميلي فولت.

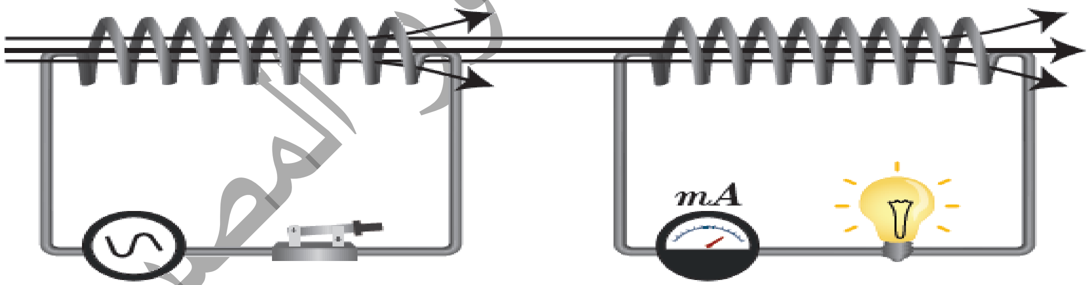
أقرّبُ المغناطيسَ وفقَ محورِ الوشيعة، وأسجّلُ القيمةَ العظمى للقوَّةِ المُحرِّكة الكهربائيّة المُتحرِّضة المُتولّدة ε_1 التي نقرؤها على مقياس الميلي فولت.

a. أعيدُ التَّجربةَ حيثُ ألصِقُ بالمغناطيس مغناطيساً آخرَ مُماثِلاً له بشكلٍ تنطبقُ فيه الأقطابُ المُتماثِلة على بعضِها، وأقرِّبُ جملةَ المغناطيسَين وفق محورِ الوشيعة خلالَ الزّمن نفسِه تقريباً، وأسجِّلُ القيمةَ العُظمى للقوَّة المُحرِّكة الكهربائيّة المُتحرِّضة بقراءتها على مقياس الميلي فولت ولتكن ε_2 نلاحظ أنε يزداد بزيادة تغير التدفق المغناطيسي
نستنتج أن $\bar{\varepsilon}$ **تتناسب طرداً مع تغيّر التدفق المغناطيسيّ المُحرِّض** $d\bar{\phi}$.

b. أعيد التَّجربة السَّابقة بمغناطيس واحدٍ، وأقرِّبه من الوشيعة وفقَ محورها بزمنٍ أقلَّ بحيث يصبحُ نصفَ ما كانَ عليه تقريباً، وأسجِّلُ القيمةَ العُظمى للقوّة المُحرِّكة الكهربائيّة المُتحرِّضة نلاحظ أن ε تزداد بنقصان الزمن
نستنتج أن $\bar{\varepsilon}$ عكساً مع زمنِ تغيُّر التّدفق المغناطيسيّ المُحرِّض dt



سؤال: لدينا وشيعتين متقابلتين بحيث ينطبق محور الوشيعة الأولى على محور الوشيعة الثانية نصل الوشيعةِ الأولى بمأخذٍ لمولّدِ تيّارٍ كهربائيّ مُتناوبٍ جيبي، ونصل الوشيعة الثانية بوساطةِ أسلاكِ التوصيلِ إلى المِصباحِ الكهربائيّ ومِقياسِ ميلي أمبير أغلقُ دارةَ الوشيعةِ الأولى، وأراقبُ المِصباحَ الكهربائيّ، ومقياسَ الميلي أمبير في الدَّارة الثّانية، فسر ماذا يحدث؟



الحل: يتولد تيّارٌ كهربائيٌّ في الدّارةِ الثّانيةِ الحاويةِ على مصباح ومقياسِ ميلي أمبير على الرَّغم من عدم وجود مُولِّدٍ فيها، لذا نقولُ أنَّ التيّارَ المُتولِّدَ في الدَّارةِ الثّانيةِ ناتجٌ عن التَّحريضِ الكهرطيسيّ، ويُدعى بالتيّارالكهربائيّ المُتحرِّض.

ويمكن تفسير ذلك كما يلي

إنّ إضاءةَ المِصباحِ الموصولِ بينَ طرفَي الوشيعةِ الثّانية وانحرافِ مؤشِّرِ مقياسِ ميلي أمبير، فيها يدلُّ على نشوءِ تيّارٍ مُتحرِّضٍ على الرَّغم من عدمِ تحريكِ أيٍّ من الوشيعتَين، **ويعلِّلُ ذلك** أنَّ الوشيعةَ الأولى تولّد حقلاً مغناطيسيّاً مُتناوباً جيبيّاً فيتغيّرُ التّدفُّقُ المغناطيسيّ الذي يجتازُ الوشيعةَ الثّانية، وتتولّدُ قوّةٌ محرِّكةٌ كهربائيّةٌ مُتحرِّضة تسبّبُ مرورَ التيّارِ الكهربائيّ المُتحرِّض.

سؤال: اذا استبدلنا في التجربة السابقة مولدِ التيّارِ المُتناوبِ بمولِّدِ التيّارِ المتواصل هل يضيئ المصباح إذا كانت الوشيعتين ساكنتين في حالة النفي كيف يمكن جعل المصباح يضيء ؟

الحل : لايضيئ في حالة تيار متواصل لأن التدفق يكون ثابت فلا ينشأ $\bar{\varepsilon}$ ولايتولد تيار متحرض لكي يضيئ المصباح يجب جعل التدفق المغناطيسي في الوشيعة الثانية يتغير ويتم ذلك بإحدى

الطريقتين : أ- نقوم بتحريك أحد الملفّين(الوشيعتين) نحو الآخر

ب- أو نضع قاطعة في دارة الملف الأول نفتح القاطعة ونغلقها باستمرار

ج- استبدال البيل الكهربائي بمنبع تيار كهربائي متناوب.

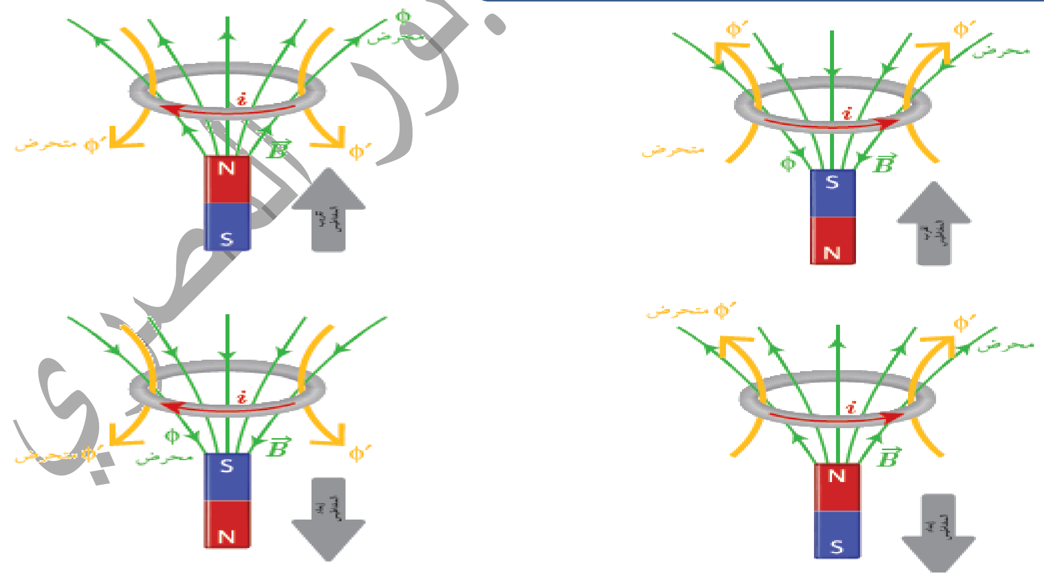
(فتتغير شدة الحقل المغناطيسي الناجم عن الملف الأول وبالتالي يتغير التدفق المغناطيسي لهذا الحقل من خلال الملف الثاني فيتولد تيار كهربائي متحرض يسبب إضاءة المصباح)

سؤال : اذكر قانونُ فارداي ؟

•يتولّدُ تيّارٌ كهربائي مُتحرِّضٌ في دارةٍ مُغلَّقةٍ إذا تغيّرَ التّدفُّق المغناطيسيّ الّذي يجتازُها ويدومُ هذا التيّارُ بدوامِ تغيُّرِ التّدفُّق لينعدم عند ثبات التدفق المغناطيسيّ المحرّض.

قانون لنز:

سؤال: اشرح تجربة لنز؟



١-•إنّ تقريبَ القطبِ الشّمالي من أحدِ وجهَي الوشيعةِ يولّدُ فيها تيّاراً كهربائيّاً مُتحرِّضاً فيولّدُ بدورِه حقلاً مغناطيسيّاً مُتحرِّضاً، جهتُه بعكسِ جهةِ الحقلِ النّاجم عن المغناطيس المُحرِّض الذي قرّبناه من وجهِ الوشيعة، وكذلك الأمر بالنّسبة إلى تقريب القطب الجنوبيّ.

٢- •إنّ إبعادَ القطبِ الشّمالي للمغناطيس المُحرِّض عن أحدِ وجهَي الوشيعةِ يؤدّي إلى تولُّد تيّارٍ مُتحرِّضٍ في الوشيعةِ يولّد بدورِه حقلاً مغناطيسيّاً مُتحرِّضاً تتفِّقُ جهتُه مع جهةِ الحقلِ الناجِم عن المغناطيسِ المُحرِّض، وكذلك الأمرُ بالنّسبة إلى إبعادِ القطبِ الجنوبيّ.

•إنّ التيّارَ المُتحرِّض يُظهِرُ أفعالاً تعاكِسُ سببَ حدوثِه، فالوشيعة تسعى لإنقاصِ التّدفُّق المغناطيسيّ الّذي يجتازُها في حالِ تزايدِ التّدفُّق المغناطيسيّ المُحرض النّاجم عن تقريب المغناطيس، وتسعى لزيادةِ التّدفُّق المغناطيسيّ الذي يجتازُها في حالةِ إنقاصِ التّدفُّق المغناطيسيّ المُحرِّض النّاجم عن إبعادِ المغناطيس.

سؤال: اذكر قانونُ لنز ؟

إنّ جهةَ التيّارِ المُتحرِّض في دارةٍ مُغلَّقة تكونُ بحيث يُنتِجُ أفعالاً تعاكِسُ السَّببَ الذي أدّى إلى حدوثِه.

سؤال دورة: ماهي العواملُ التي تتوقّفُ عليها القوّة المُحرِّكة الكهربائيّة المُتحرِّضة؟ واكتب قانون القوّةُ المُحرِّكة الكهربائيّة المُتحرِّضة مع ذكر دلالات الرموز؟

•تتناسبُ القوَّة المُحرِّكة الكهربائيّة المُتحرِّضة $\bar{\varepsilon}$:

١- تتناسب طرداً معَ تغيّر التدفق المغناطيسيّ المُحرِّض $d\bar{\phi}$

٢- عكساً معَ زمنِ تغيُّر التّدفُّق المغناطيسيّ المُحرِّض dt

$$\bar{\varepsilon} = -\frac{d\bar{\phi}}{dt} \qquad \text{(تغيرات كبيرة)} \quad \left(\bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\bar{\phi}}{\Delta t}\right)$$

حيثُ تنسجمُ الإشارة السّالبة معَ قانونِ لنز.

$d\bar{\phi}$: تغيّر التدفق المغناطيسيّ المُحرِّض خلال واحدة الزمن $(Weber)$

dt : زمنِ تغيُّر التّدفُّق المغناطيسيّ المُحرِّض (sec)

$\bar{\varepsilon}$: القوَّةُ المُحرِّكة الكهربائيّة المُتحرِّضة(V)

تجربةُ السّكتَين التّحريضيّة:

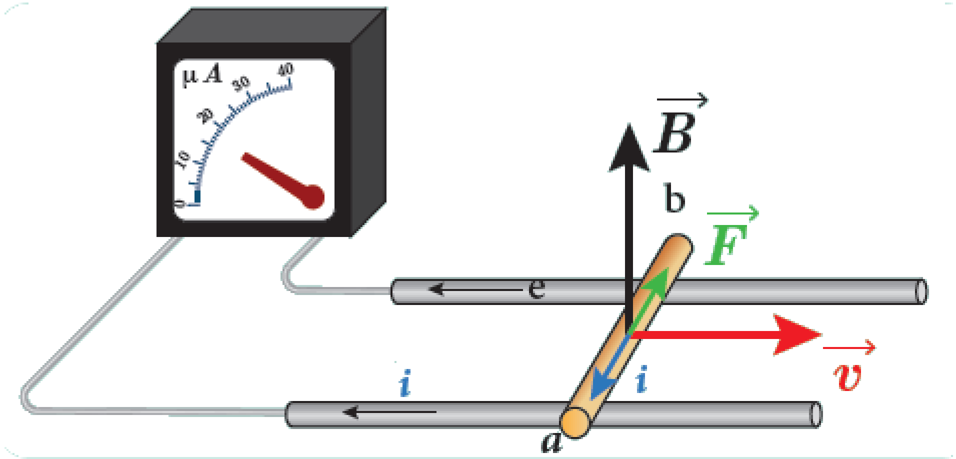
سؤال دورة: أستبدلُ بالمولّد في تجربةِ السّكّتَين الكهرطيسيَّة مقياس الميكرو أمبير أدحرجُ السّاق النّاقلة على السّكّتَين، فسر انحرافَ مُؤشِّر مقياس الميكرو أمبير موضحاً بالرسم جهة كل من (الالكترونات، التيار المتحرض، $\vec{F}$ لورنز) ؟

١-• ينحرفُ مؤشّرُ مقياسِ الميكرو أمبير دليلَ مرور تيّار كهربائيّ مُتحرِّض .

٢-• عندَ تحريكِ السّاق بسرعةٍ ثابتةٍ عموديّاً على خطوطِ الحقل المغناطيسيّ، فإنَّ الإلكتروناتِ الحرّةَ في السّاق ستتحرَّكُ بهذه السّرعة وسطيّاً، ومعَ خضوعِها لتأثير الحقل المغناطيسيّ المُنتظَم فإنّها تخضعُ لتأثيرِ القوَّة المغناطيسيّة(لورنز):

$$\vec{F} = e\vec{v}\wedge\vec{B}$$

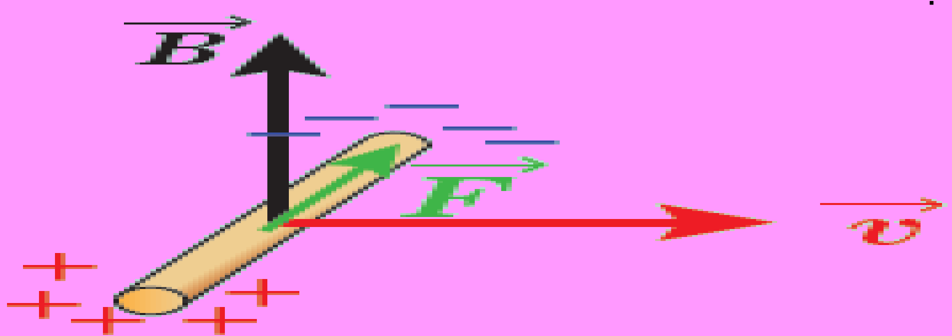
وبتأثيرِ هذه القوّة تتحرَّكُ الإلكتروناتُ الحرّة في السَّاق وتتولّدُ قوّةٌ مُحرِّكةٌ كهربائيّةٌ تحريضيّةٌ تسبّبُ مرورَ تيّارٍ كهربائيّ مُتحرِّض عبرَ الدّارة المُغلَقة، جهتُه الاصطلاحيّة بعكسِ جهةِ حركة الإلكتروناتِ الحرَّة؛ أيّ بعكسِ جهةِ القوَّةِ المغناطيسيّة.



ملاحظة :١- عند تحريك الساق يزداد السطح الممسوح وبالتالي التدفق يزداد .

٢- في التجربة السابقة تحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائيّة

ملاحظة:



عندَ تحريكِ السّاق بسرعةٍ $\vec{v}$ على سكّتَين معزولتَين في منطقةٍ يسودُها حقلٌ مغناطيسيٌّ تنشأُ القوَّة المغناطيسيَّة وبتأثير هذهِ القوَّةِ تنتقلُ الإلكتروناتُ الحرَّةُ من أحدِ طرفَي السّاق الذي يكتسبُ شحنةً مُوجبةً، وتتراكمُ0020 في الطَّرفِ الآخر الذي يكتسبُ شحنةً سالبةً فينشأُ بينَ طرفَي السّاق فرقاً في الكمونِ يمثّلُ القوّةَ المُحرِّكةَ الكهربائيّةَ المُتحرِّضة $\bar{\varepsilon} = U_{ab}$

تطبيقاتُ التّحريض الكهرطيسيّ :

١- مبدأُ المولِّد:

ملاحظة: في تجربة السكتين والمحركات دوماً ε موجبة فتأخذ بالقيمة المطلقة.

سؤال دورة : استنتج علاقة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة وعلاقة التيار المتحرض في تجربة السكتين؟

الحل: عندَ تحريكِ السَّاق بسرعةٍ ثابتةٍ $\vec{v}$ ، عموديّة على شُعاعِ الحقلِ المغناطيسيّ المُنتظَم $\vec{B}$

خلالَ فاصلٍ زمنيّ Δt تنتقلُ السّاقُ مسافة: $\Delta x = v.\Delta t$

يتغيّرُ السَّطحُ بمقدارِ: $\Delta s = L.\Delta x = L.v.\Delta t$

يتغيَّرُ التّدفُّقُ بمقدارِ: $\Delta \boldsymbol{\phi} = B.\Delta s = B.L.v.\Delta t$

فتتولّدُ قوَّةٌ مُحرِّكةٌ كهربائيّةٌ مُتحرِّضةٌ قيمتُها المُطلَقَة: $\boldsymbol{\varepsilon} = \left|-\frac{\Delta \boldsymbol{\phi}}{\Delta \boldsymbol{t}}\right| = \frac{\Delta \boldsymbol{\phi}}{\Delta \boldsymbol{t}}$

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \frac{\Delta \boldsymbol{\phi}}{\Delta \boldsymbol{t}} = \frac{B.L.v.\Delta t}{\Delta \boldsymbol{t}} = B.L.v$$

وبما أنّ الدّارةَ مُغلَقةٌ يمرُّ تيّارٌ كهربائيٌّ مُتحرِّضٌ شدّتُه: $i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{B.L.v}{R}$

سؤال: اثبت في تجربة السكتين أن الاستطاعة الكهربائية تساوي الاستطاعة الميكانيكية ؟

الاستطاعة الكهربائية: $p = i.\varepsilon$

$$p = \left(\frac{B.L.v}{R}\right).(B.L.v) = \frac{B^2L^2v^2}{R}$$

الاستطاعة الميكانيكية: عندَ تحريكِ السّاق بسرعةِ $\vec{\boldsymbol{v}}$ تنشأُ قوَّةٌ كهرطيسيّةٌ، جهتُها بعكسِ جهةِ حركة السّاق المُسبِّبة لنشوء التيّار المُتحرِّض، ولاستمرارِ تولّدِ التيّار يجبُ التغلّبُ على هذه القوَّة الكهرطيسيّة بصرف استطاعةٍ ميكانيكيّة.

$$p' = F.v$$

$$p' = F.v$$

لدينا: $F = i.L.B\sin\theta$

$\theta = \frac{\pi}{2}rad \Longrightarrow \sin\theta = 1 \Longrightarrow \quad F = i.L.B$

ولدينا $\boldsymbol{i} = \frac{\boldsymbol{B.L.v}}{\boldsymbol{R}}$ نعوض في $\boldsymbol{F}$

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

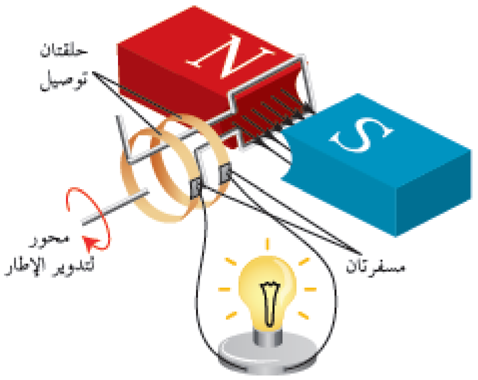
$$p' = F.v \Longrightarrow p' = \frac{B^2L^2v}{R}.v \Longrightarrow p' = \frac{B^2L^2v^2}{R}$$

نلاحظ أن: الاستطاعة الكهربائية $p' = p$ الاستطاعة الميكانيكية

أي تحوَّلت الطّاقة الميكانيكيّة إلى طاقةٍ كهربائيّةٍ وهو المبدأُ الذي يعتمدُ عليه الكثيرُ من المولِّداتِ الكهربائيّة.

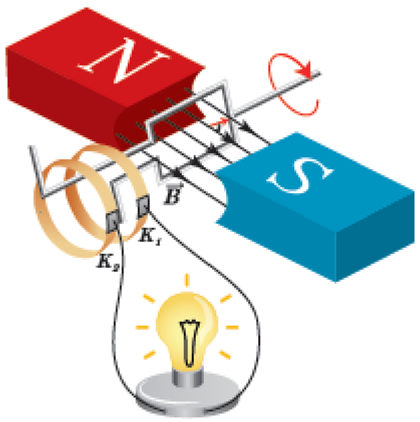
مولِّدُ التيّارِ المُتناوِب الجيبيّ (AC)أحادي الطّور

سؤال: مما يتألف مولّدُ التيّار المُتناوب الجيبيّ ؟



يتكوّنُ من إطارٍ مؤلّفٍ من N مُتماثِلة، مساحةُ كلٍّ منهاs أسلاكُه ناقلةٌ ومعزولةٌ و مَلفوفةٌ بالاتّجاه ذاتِه، يدورُ حولَ محورٍ في منطقةٍ يسودُها حقلٌ مغناطيسيّ مُنتظَم $\vec{B}$ ويتّصلُ طرفا المَلفِّ بحلقتَين R_2،R_1 بحيث يمرُّ محورُ الدَّورانِ بمركز هاتَين الحلقتَين، وتدورُ الحلقتانِ بدورانِ المَلفِّ ويمسُّ كلَّ حلقةٍ مسفرةٌ معدنيةٌ (ناقلة) K_2، K_1 وتصلُ هاتانِ المسفرتانِ المَلفَّ بالدَّارةِ الخارجيّة كما في الشَّكلِ المُجاوِر.

سؤال:استنتجِ العلاقة المُحدِّدة للقوّةِ المُحرِّكة الكهربائيّة المُتحرِّضة في مولد التيار المتناوب؟



- بفرضِ أنّه في لحظةٍ ما أثناءَ الدَّورانِ كانَ النّاظم على مُستوي الإطارِ يصنعُ معَ شعاعِ الحقلِ المغناطيسيّ $\vec{B}$زاويةً قدرُها α فيكونُ التّدفّقُ المغناطيسيّ ϕ الذي يجتازُ سطحَ الإطار:

$$\bar{\phi} = N.B.s.\cos(\propto)$$

- إذا كانَت السّرعةُ الزّاويةُ لدورانِ الإطارω ثابتةً، فإنَّ الزّاويةَ∝ التي يدورُها المَلفُّ في زمنٍ قدرُه t : $\propto = \omega.t$

نعوِّضُ فنجدُ: $\bar{\phi} = N.B.s.\cos(\omega.t)$

وتكونُ القوّةُ المُحرِّكةُ الكهربائيّةُ المُتحرِّضة:

$$\bar{\varepsilon} = -\frac{d\bar{\phi}}{dt}$$

نشتق $\bar{\varepsilon} = -\frac{d[N.B.s.\cos(\omega.t)]}{dt} \Rightarrow \varepsilon = -N.B.s\frac{d[\cos(\omega.t)]}{dt}$

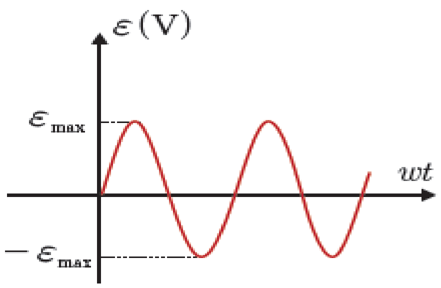
$$\Rightarrow \bar{\varepsilon} = -N.B.s[-\omega\sin(\omega t)] \Rightarrow \bar{\varepsilon} = +N.B.s.\omega\sin(\omega t)$$

تكون ε عُظمَى عندما: $\sin(\omega t) = 1$

$$\Rightarrow \varepsilon_{max} = N.B.s.\omega$$

$$\Rightarrow \bar{\varepsilon} = \varepsilon_{max}\sin(\omega t)$$

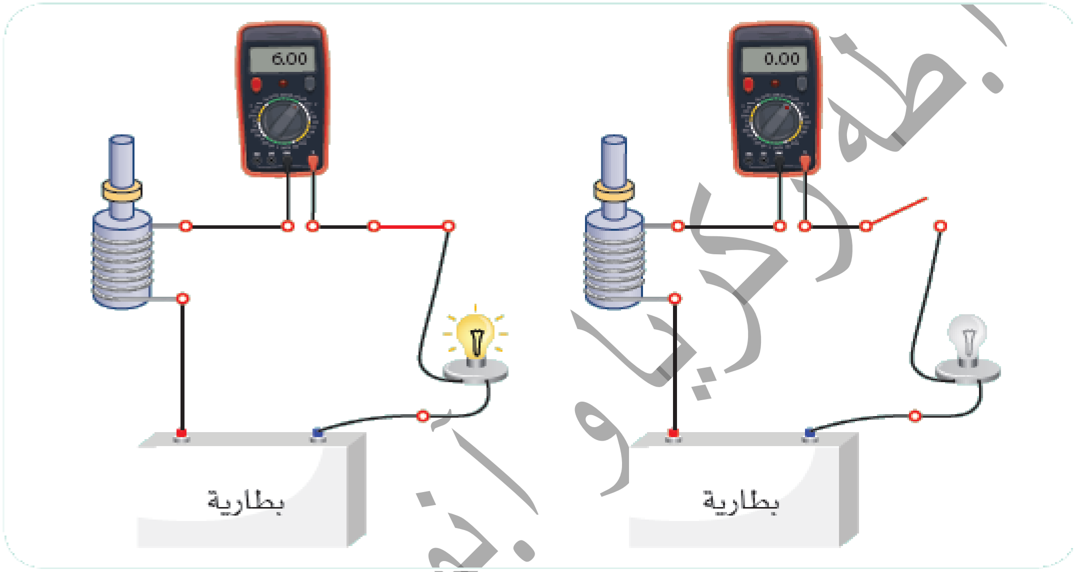
وبذلك نحصلُ على التيّارِ المُتناوِب الجيبي نظراً لأنَّ القوَّةَ المُحرِّكةَ الكهربائيّةَ المُتحرِّضة ع مُتناوِبةٌ جيبيّةٌ. عندَ رسم تغيُّراتِ ع بدلالةِ ωt نحصلُ على المُنحني البَيانيّ الآتي:



- مبدأُ المُحرّكِ:

تجربة:

1. أصلُ الدّارةَ المُوضَّحة بالشّكل على التَّسلسُل.
2. أغلقُ الدّارةَ وأمنعُ المُحرّك من الدَّوران بمسكِ محورِه باليد، ماذا ألاحِظُ؟
3. أسمحُ للمحرِّكِ بالدَّورانِ، ماذا ألاحِظُ؟ وماذا أستنتجُ؟



النّتائجُ:

- عندَ إغلاقِ القاطعةِ ومنعِ المُحرِّك من الدّوران يتوهَّجُ المصباحُ ويدلُّ المقياسُ على مرورِ تيّارٍ كهربائيٍّ له شدّةٌ معيَّنة.
- عندَ السَّماحِ للمُحرِّك بالدَّوران تبدأُ سرعتُه بالازديادِ فيقلّ توهُّجُ المصباح وتنقصُ دلالةُ المقياس ممَّا يدلُّ على مرورِ تيّارٍ كهربائيٍّ شدّتُه أصغر.
- تتولّدُ في المُحرِّك قوّةٌ مُحرِّكةٌ كهربائيّةٌ تحريضيّةٌ عكسيّةٌ مُضادّةٌ للقوَّة المُحرِّكة الكهربائيّة المُطبقة بينَ قطبَي المولِّد، وتتزايدُ بازديادِ سرعةِ دوران المُحرِّك.
- يوجدُ في المُحرِّك وشيعةٌ، يمرُّ فيها تيّارٌ كهربائيٌّ، تدورُ بتأثيرِ حقلٍ مغناطيسيٍّ، وبسببِ هذا الدَّورانِ يتغيَّرُ التّدفُّقُ المغناطيسيُّ من خلالِ الوشيعةِ ممَّا يسبِّبُ تولُّدَ قوَّةٍ مُحرِّكة تحريضيَّةٍ عكسيّةٍ تتوقَّفُ على سرعةِ دورانِ المُحرِّك.

سؤال: أثبت تحوُّلَ الطَّاقةِ الكهربائيَّةِ إلى طاقةٍ ميكانيكيَّة في المُحرِّك.

عندَ مرورِ التيّارِ الكهربائيِّ في السَّاق الخاضِعة لتأثيرِ الحقلِ المغناطيسيِّ المُنتظَم $\vec{B}$ فإنَّها تتأثَّرُ بقوَّةٍ كهرطيسيّةٍ شدتُّها: تعملُ القوّةُ الكهرطيسيّة على تحريكِ السَّاق بسرعةٍ ثابتةٍ $\vec{v}$

تكونُ الاستطاعةُ الميكانيكيّةُ الناتِجةُ $p' = F.v$

$$p' = F.v$$

لدينا:

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

$$\theta = \frac{\pi}{2}rad \Longrightarrow \sin\theta = 1 \Longrightarrow \qquad F = I.L.B$$

$$p' = F.v \Longrightarrow p' = I.L.B\,.v$$

الاستطاعة الكهربائية: $p = I.\varepsilon$

يتغيَّرُ التّدفُّقُ بمقدار: $\Delta\boldsymbol{\phi} = B.\Delta s = B.L.v.\Delta t$

فتتولّدُ في الساق قوّةٌ مُحرِّكةٌ كهربائيّةٌ مُتحرِّضة عكسيّة تعاكِسُ مرورَ تيّار المولّد فيها بحسبِ

قانونِ لنز: $\boldsymbol{\varepsilon} = \left|-\frac{\Delta\boldsymbol{\phi}}{\Delta\boldsymbol{t}}\right| = \frac{\Delta\boldsymbol{\phi}}{\Delta\boldsymbol{t}}$

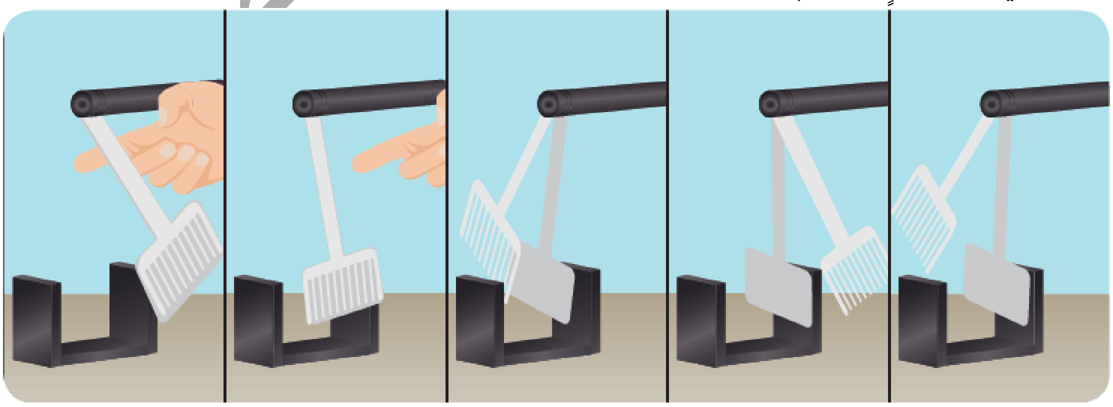
$$\boldsymbol{\varepsilon} = \frac{\Delta\boldsymbol{\phi}}{\Delta\boldsymbol{t}} = \frac{B.L.v.\Delta t}{\Delta\boldsymbol{t}} = B.L.v$$

$$p = I.\varepsilon \Longrightarrow p = I.B.L.v$$

بالموازنةِ نجدُ: الاستطاعة الميكانيكية $p = p'$ الاستطاعة الكهربائية
أي تتحوّلُ الطَّاقةُ الكهربائيّةُ إلى طاقةٍ ميكانيكيَّة .

تيَّارُ فوكو:

تجربة: صفيحتانِ معدنيّتان من النُّحاس إحداهُما مُقطَّعةٌ بشكلِ شرائحَ معزولةٍ عن بعضِها البعضِ مثلَ أسنانِ المشطِ والأخرى كاملةٌ غيرُ مُقطَّعة، تُثبَّتُ كلٌّ من الصَّفيحتَين بطرفِ ساقٍ خفيفةٍ من النُّحاسِ، ثمَّ تُثبَّتُ كلٌّ من السَّاقَين في الأعلى لتتوازنَ الصَّفيحتانِ في مُستوٍ شاقوليٍّ بينَ قطبَي مغناطيسٍ نضويّ.



1. أزيحُ الصَّفيحتَين بسعةِ الزاوية ذاتِها إلى أحدِ جانبَي موضعِ استقرارِهما الشَّاقولي.
2. أتركُ الصَّفيحتَين في آنٍ واحد لتهتز كل منهما بحرية بينَ قطبَي المغناطيسِ النّضويّ .ماذا أُلاحِظُ؟ أتهتزُّ الصَّفيحتان بالسّعةِ نفسِها، أم تختلفانِ بسعةِ اهتزازِهما؟ كيفَ أفسِّرُ ذلك؟

نلاحظ من التجربة مايلي:

١- تتوقّفُ الصَّفيحةُ الكاملةُ فجأةً عن الاهتزاز في أثناءِ مرورِها بينَ قطبَي المغناطيس النّضويّ
السبب: عندَ اقترابِ الصَّفيحة الكاملة من منطقةِ الحقلِ المغناطيسيّ بينَ قطبَي المغناطيسِ النّضويّ يحدثُ تزايُداً في التّدفُّق المغناطيسيّ الذي يخترقُها، وفي أثناء خروجِها يحدثُ تناقُصٌ في التّدفُّقِ المغناطيسيّ الذي يجتازُها، فتتولّد في الحالتَين تيّاراتٌ تحريضيَّةٌ تنتجُ أفعالاً تعاكِسُ السَّببَ الذي أدَّى إلى حدوثِها(اهتزاز الصَّفيحة)،وتكونُ جهتُها بحيثُ تعاكِسُ جهةَ حركةِ الصَّفيحة، فتتوقَّفُ وتنتشرُ فيها كمّيّةٌ من الحرارة بفعلِ جولِ كأثرٍ حراريّ لتلكَ التّيّارات .

٢- أمَّا التّيّاراتُ التَّحريضيّةُ المُتولّدة في الصَّفيحة المُقطَّعة تكونُ صغيرةً جدّاً، فيكونُ تأثيرُها في اهتزازِ الصَّفيحة ضعيفاً جدّاً .

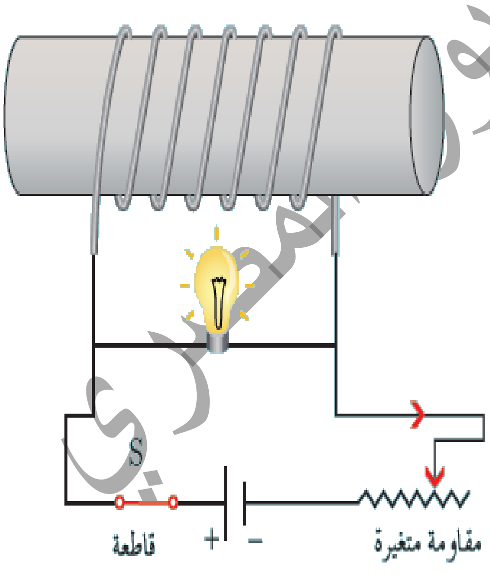
نتائج: ١- **نسمّي تلكَ التيّارات التَّحريضيّة المُتولّدة في الكتلِ المعدنيّةِ الّتي تخضعُ لِتدفُّقٍ مغناطيسيٍّ مُتغيِّرٍ بتيّارات**

٢- لتيّاراتِ فوكو أثرٌ ضارٌّ في الأجهزةِ الكهربائيّةِ، لذلكَ نستبدلُ الكتلَ المعدنيّةَ المُصمّتة المُعرَّضةَ لمثلِ هذه التيّاراتِ بكتلٍ معدنيَّةٍ معزولةٍ بعضِها عن بعضٍ، تنقطعُ فيها تلكَ التيّاراتُ ممَّا يخفِّفُ من أثرِها، وهذا ما يحصلُ في نوى المُحرِّكاتِ والمولِّداتِ والمُحوّلاتِ الكهربائيّةِ، حيثُ تكونُ صفائحُ هذه النوى معزولةً وتوضَعُ لِتُوازي سطوحَها خطوطُ الحقلِ المغناطيسيّ .

٣- تُستثمَرُ تيّاراتُ فوكو في مكابحِ القطاراتِ الحديثةِ إمّا لإيقافِها أو لإبطاءِ حركتِها وتسمّى بالكوابح الكهرطيسيّة، كما تُستثمَرُ في أجهزةِ الكشفِ عن المعادنِ المُستعمَلة في نقاطِ التفتيشِ الأمنيةِ ولاسيّما في المَطارات، وكذلكَ الطبّاخ الإلكترونيّ المُستخدَم في المنازل.

التّحريضُ الذّاتيّ:

سؤال : أركّبُ الدارة الموضّحة بالشّكل المُجاور أُغلِقُ القاطعة، وأحرِّكُ الزّالِقة حتّى تصبحَ إضاءَةُ المِصباح خافتةً.ماذا تلاحظ عند فتح وأغلاق القاطعة من جديد ؟



١- **عندَ فتحِ القاطعةِ(التفسير دورة):**
يتوهجُ المصباحُ بشدةٍ قبلَ أن ينطفئَ، ممَّا يدلُّ على حصولِ المصباحِ على الطّاقة من مصدرٍ آخرَ غيرِ المولّد؛ لأنَّ دارتَه مفتوحةٌ ولا يوجدُ في الدّارة إلا الوشيعة، ويحدثُ هذا نتيجةَ التّحريضِ الذّاتي في الوشيعة، حيثُ أنَّ فتحَ القاطِعة يؤدّي إلى تناقُصِ شدَّةِ التيّارِ المارِّ في الوشيعة فيتناقصُ تدفُّقُ الحقلِ المغناطيسيّ المُتولِّد في الوشيعة خلالَ الوشيعةِ ذاتِها، الأمرُ الذي يولِّدُ قوّةً كهربائيّةً مُحرِّكةً مُتحرِّضةً في الوشيعةِ أكبرَ من القوّةِ المُحرِّكةِ الكهربائيّةِ للمولِّد، لأنَّ زمنَ تناقُصِ الشِّدَّة مُتناهِي الصِّغر، حيثُ تكونُ قيمة $\frac{di}{dt}$ أعلى ما يمكنُ لحظةَ فتحِ القاطعة.

٢- عندَ إغلاقِ القاطِعة من جديدٍ يتوهجُ المصباحُ ثمَّ يعودُ إلى ضوئِه الخافت، حيثُ تتزايدُ شدّةُ التيّار وبالتّالي يتزايدُ تدفُّقُ الحقل المغناطيسيّ المُتولِّد عن الوشيعةِ عبرَ الوشيعةِ ذاتِها، فيتولّدُ فيها قوّةٌ مُحرّكةٌ كهربائيّةٌ مُتحرِّضةٌ تمنعُ مرورَ التيّار فيها، ويمرُّ التيّارُ في المصباح فقط مُسبِّباً توهُّجِه قبلَ أن تخبوَ إضاءَتُه بسببِ تناقُصِ قيمةِ $\frac{di}{dt}$ وازديادِ مرورِ التيّارِ تدريجيّاً في الوشيعة حتّى ثباتِ الشِّدَّةِ فتنعدمُ القوّةُ المُحرِّكةُ الكهربائيّة المُتحرِّضة في الوشيعة.

نتيجة: • إنّ الوشيعة قامَت بدورِ مُحرِّضٍ ومُتحرِّضٍ في آنٍّ واحدٍ، لذلك ندعو الدَّارة بالدَّارة المُتحرِّضة الذّاتية وندعو الحادثة تحريضاً ذاتيّاً .

ملاحظة: في التَّجربةِ السّابقةِ نلاحظُ أنَّ المصباحَ أضاءَ على الرَّغم من فصلِ المولِّدِ، وهذا يدلُّ كما ذكرنا على أنَّ الوشيعةِ قدَّمَت طاقةً إلى المصباح، أي أنَّ الوشيعةَ تختزنُ طاقةً عند إغلاقِ القاطِعة، وعندَ فصلِ المولِّدِ(فتح القاطِعة)، فإنَّها تعيدُ الطّاقةَ المُختزَنة إلى المصباحِ.

سؤال: استنتج علاقة ذاتية الوشيعة؟

تعطى علاقة التدفُّقُ المغناطيسي من خلالِ الوشيعةِ ذاتِها:

$$\bar{\phi} = N.B.s\,.\cos(\propto) \Rightarrow \cos(\propto) = 1$$

$$\bar{\phi} = N.B.s$$

- تُعطَى شدَّةُ الحقلِ المغناطيسيِّ المتولِّدِ عن مرورِ تيّارٍ في الوشيعةِ بالعلاقةِ:

$$B = 4\pi \times 10^{-7}\,\frac{N.i}{l}$$

$$\bar{\phi} = N.4\pi \times 10^{-7}\,\frac{N.i}{l}.s$$

$$\Rightarrow \bar{\phi} = 4\pi \times 10^{-7}\,\frac{N^2.s}{l}.i$$

نلاحظُ أنّ أمثالَ شدَّةِ التيّارِ مِقدارٌ ثابتٌ يميّزُ الوشيعة، يدعَى ذاتيَّةَ الوشيعة L واحدةُ قياسها في الجملة ، الدّوليّة هي الهنري (H) وهو ذاتيّةُ دارةٍ مُغلَقةٍ يجتازُها تدفُّقٌ مغناطيسيٌّ قدرُه ويبر واحد عندَما يمرُّ فيها تيّارٌ قدرُه أمبير واحد.

$$\boldsymbol{L = 4\pi \times 10^{-7}\,\frac{N^2.s}{l}}$$

سؤال: استنتج علاقة التدفق الذاتي ؟

$$\bar{\phi} = 4\pi \times 10^{-7}\,\frac{N^2.s}{l}.i$$

لدينا: $L = 4\pi \times 10^{-7}\,\frac{N^2.s}{l}$

فتصبح العلاقة : $\bar{\phi} = L.i$

سؤال : استنتج علاقةُ القوّةِ المُحرّكة الكهربائيّة المُتحرّضة الذّاتيّة بدلالةِ شدَّةِ التيّار المُتغيِّر الّذي يجتازُها؟

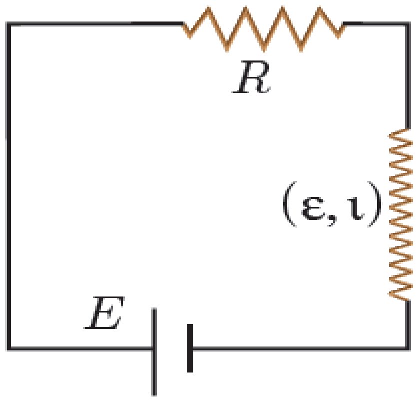
$$\bar{\boldsymbol{\varepsilon}} = -\frac{d\bar{\boldsymbol{\phi}}}{dt}$$

لدينا : $\bar{\phi} = L.\boldsymbol{i}$

نعوض في$\bar{\varepsilon}$: $\bar{\boldsymbol{\varepsilon}} = -\frac{d\bar{\boldsymbol{\phi}}}{dt} \Rightarrow \bar{\boldsymbol{\varepsilon}} = -\frac{d(L.\bar{i})}{dt} \Rightarrow \bar{\boldsymbol{\varepsilon}} = -L\frac{d(\bar{i})}{dt}$

الطّاقةُ الكهرطيسيّةُ المُختزَنة في وشيعةٍ:

سؤال: نربطُ وشيعةً ذاتيتُها Lعلى التَّسلسُل معَ مُقاوَمةٍ أوميةٍ Rومولِّدٍ قوتُه المُحرِّكة الكهربائيّة Eكما في الدّارة الموضَّحة بالشَّكل المطلوب استنتجَ عبارةَ الطّاقةِ الكهرطيسيّةِ E_L المُختزَنة في وشيعة.



بحسبِ قانونِ كيرشوف الثّاني:

$$\sum \bar{E} = R.\bar{i}$$

$$\bar{E} + \bar{\varepsilon} = R.\bar{i}$$

$$\bar{E} - L\frac{d(\bar{i})}{dt} = R.\bar{i} \qquad (\times\, \bar{i}.dt)$$

$$\bar{E}(\bar{i}.dt) - L(\bar{i}.dt)\frac{d(\bar{i})}{dt} = R.\bar{i}(\bar{i}.dt)$$

$$E(\bar{i}.dt) - L.\bar{i}.d(\bar{i}) = R.i^2dt$$

$$E(\bar{i}.dt) = L.\bar{i}.d(\bar{i}) + R.i^2dt$$

إنَّ المقدارَ $\boldsymbol{E(\bar{i}.dt)}$: يمثِّلُ الطّاقةَ الّتي يقدِّمُها المولِّد خلالَ الزَّمنِ dt و هذه الطّاقة تنقسمُ إلى قسمَين:

القسمُ الأوّل: $\boldsymbol{R.i^2dt}$ يمثِّلُ الطّاقة الضّائعة حراريّاً بفعلِ جولٍ في المُقاوَمة خلالَ الزّمن dt

القسمُ الثّاني: $\boldsymbol{L.i.d(i)}$ يمثِّلُ الطّاقةَ الكهرطيسيّةَ المُختزَنة في الوشيعةِ خلالَ الزّمن dt

وتختزنُ الوشيعةُ طاقةً كهرطيسيّة E_L في لحظةِ tعندَما تزدادُ شدَّةُ التيّار المارّة في الدّارة من الصّفر إلى I

$$E_L = \int_0^I L.i.d(\bar{i}) = L\int_0^I i.d(\bar{i}) = (L\frac{I^2}{2}) = \frac{1}{2}L.I^2$$

$$E_L = \frac{1}{2}L.I.I = \frac{1}{2}\phi.I \qquad (\phi = L.I)$$

تطبيق محلول: وشيعةٌ طولُها $l = 20cm$ وطولُ سلكِها $l' = 40m$ بطبقةٍ واحدةٍ، مقاومتُها الأومية مُهمَلَةٌ .المطلوب: 1.احسبْ ذاتيةَ الوشيعة.

2.إذا كانَ نصفُ قطرِ اللّفة الواحدة $4cm$ فاحسبْ عددَ لفّاتِ الوشيعة.

3.نمرِّرُ في الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً تزدادُ شدّتُه بانتظامٍ من الصّفر إلى $10A$ خلال $0.5sec$ احسب القوّةَ المُحرِّكةَ الكهربائيّة المُتولّدة داخلَ الوشيعة مُحدِّداً جهةَ التيّار المُتحرِّض.

4. احسب الطّاقةَ الكهرطيسيّةَ المُختزَنة في الوشيعة.

المعطيات: وشيعة طولُها $l = 20cm \Rightarrow l = 20 \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-1}$ m ، طولُ سلكِه $l' = 40m$ طبقة واحدة .

الحل: -١ $L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2.S}{l}$

لدينا $N = \frac{l'}{2\pi r}$ ، $S = \pi r^2$

$$\Rightarrow L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\left(\frac{l'}{2\pi r}\right)^2 .\pi r^2}{l} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\frac{l'^2}{4\pi^2.r^2}.\pi r^2}{l} = 10^{-7} \frac{l'^2}{l}$$

$$\Rightarrow L = 10^{-7} \frac{(40)^2}{2\times10^{-1}} = 10^{-7} \frac{1600}{2\times10^{-1}} = 8 \times 10^{-4} \ H$$

-٢ $r = 4cm \Rightarrow r = 4 \times 10^{-2}$m

$$N = \frac{l'}{2\pi r} = \frac{40}{2\pi\times4\times10^{-2}} = \frac{40}{8\pi\times10^{-2}} = \frac{40}{25\times10^{-2}} = \frac{4000}{25} = 160 \text{ لفة}$$

-٣ $\Delta t = 0.5 = 5 \times 10^{-1}$sec

بدائي: $I_1 = 0A$ والحقل $B_1 = 0$	نهائي: $I_2 = 10A$ والحقل B_2

$$\bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\bar{\phi}}{\Delta t}$$

$$\Delta\,\bar{\phi} = \Delta[N.B.s\cos(\propto)] = Ns\cos(\propto)\,[\Delta B]$$

نحسب ΔB: $\Delta B = [B_2 - B_1] = \left[4\pi \times 10^{-7} \frac{N.I_2}{l} - 0\right] = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N.I_2}{l}$

$$\Delta B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{160\times10}{2\times10^{-1}} = 32\pi \times 10^{-4} = 100 \times 10^{-4} = 10^{-2}T$$

نحسب s :

$$s = \pi r^2 = \pi(4 \times 10^{-2})^2 = 16\pi \times 10^{-4} = 50 \times 10^{-4} = 5 \times 10^{-3} m^2$$

لدينا : $\propto = 0rad \Rightarrow \cos(\propto) = 1$

$$\Delta\,\bar{\phi} = Ns\cos(\propto)\,[\Delta B] = 160 \times 5 \times 10^{-3} \times 1 \times 10^{-2}$$

$$\Delta\,\bar{\phi} = 800 \times 10^{-5} = 8 \times 10^{-3} Weber$$

$$\bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\bar{\phi}}{\Delta t} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -\frac{8\times10^{-3}}{5\times10^{-1}} = -16 \times 10^{-3} V < 0$$

$\bar{\varepsilon}$سالب $\vec{B}$مُحرِّض $\vec{B}$مُتحرِّض على حاملٍ واحدٍ وبجهتَين مُتعاكِستَين. وجهة التيار المتحرض بعكس التيار المحرض

-٤ $E_L = \frac{1}{2}L.I^2 = \frac{1}{2} 8 \times 10^{-4}(10)^2 = 4 \times 10^{-4}(100) = 4 \times 10^{-2} J$

حل الأسئلة النظرية:

أولاً :اختر الإجابةَ الصَّحيحة في كلٍّ ممّا يأتي:

1.وشيعةٌ طولُها $l = 10cm$ وطولُ سلكِهاl $l' = 10m$ فقيمةُ ذاتيّتِها:

a. $10^{-4}\ H$ **b.** $10^{-5}\ H$ **c.** $10^{-3}\ H$ **d.** $10^{-7}\ H$

الحل: $l = 10cm \Rightarrow l = 10 \times 10^{-2} = 10^{-1}m$. $l' = 10m$

$$L = 4\pi \times 10^{-7}\frac{N^2.S}{l}$$

لدينا $N = \frac{l'}{2\pi r}$ ، $S = \pi r^2$

$$\Rightarrow L = 4\pi \times 10^{-7}\frac{\left(\frac{l'}{2\pi r}\right)^2.\pi r^2}{l} = 4\pi \times 10^{-7}\frac{\frac{l'^2}{4\pi^2.r^2}.\pi r^2}{l} = 10^{-7}\frac{l'^2}{l}$$

$$\Rightarrow L = 10^{-7}\frac{(10)^2}{10^{-1}} = 10^{-7}\frac{100}{10^{-1}} = 10^{-4}\ H$$

الإجابة: **a.** $10^{-4}\ H$

2.في تجربةِ السّكتَين التَّحريضيّة حيثُ الدّارة مُغلَقة تكونُ القيمةُ المُطلَقة لشدَّةِ التيّار المُتحرِّض:

a. $B.L.v$ **b.** $\frac{B.L.v}{R}$ **c.** 0 **d.** $-\frac{B.L.v}{R}$

الإجابة: **b.** $\frac{B.L.v}{R}$

ثانياً :أعطِ تفسيراً علميّاً لكلٍّ ممَّا يأتي:

1.لا يغلي الماء في إناءٍ زجاجيٍّ يوضَع على سطحِ طبَّاخٍ إلكترونيّ .اقترِحْ طريقةً لجعلِ الماءِ يغلي في الإناء الزّجاجيّ.

الحل: لأن تيارات فوكو التحريضية لا تنشأ في الأواني الزجاجية.
لجعل الماء يغلي في الاناء الزجاجي نضع في الماء قطعة معدنية فينشأ فيها تيارات فوكو التحريضية التي ينتج عنها طاقة حرارية كبيرة جداً كافية لغليان الماء.

2.في تجربةِ السّكتَين التَّحريضيّة تكونُ جهةُ القوّةِ الكهرطيسيّة مُعاكِسة لجهةِ حركةِ السَّاق.

الحل: يتولد تيار متحرض ناتج عن حركة الساق بحيث ينتج أفعالاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه بحسب لنز، وكوّن السبب هو حركة الساق لذا تتولد القوة الكهرطيسية التي تعاكس جهة شعاع السرعة.

ثالثاً :ماذا تتوقَّعُ أن يحدُثَ في كلٍّ من الحالاتِ الآتيةِ مُعلِّلاً إجابتَك:

1.في تجربةِ السِّكّتَين التَّحريضيّة حيثُ الدَّارةُ مُغلَقةٌ، نزيدُ سرعةَ تدحرُجِ السَّاق على السّكّتَين.

الحل: يؤدي إلى تزايد شدة التيار المتحرض.

كونها تتناسب طرداً مع سرعة التدحرج v حسب العلاقة $i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{B.L.v}{R}$

2.تقريبُ القطبِ الشّمالي لمغناطيس من أحدِ وجهَي وشيعةٍ يتَّصلُ طرفاها ببعضِهما البعضِ.

الحل: يتولد تيار متحرض في الوشيعة بحيث يصبح وجه الوشيعة المقابل للقطب الشمالي وجها شماليا

التعليل: **تقريب** القطب الشمالي للمغناطيس يسبب **تزايد** التدفق المغناطيسي (المُحرض)الذي يجتاز حلقات الوشيعة فحسب قانون لنز تكون جهة التيار المتحرض بحيث تنتج أفعالا تعاكس

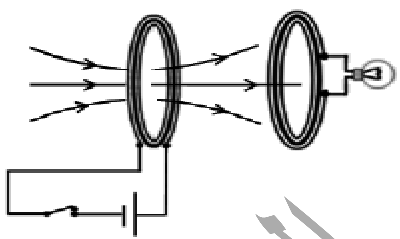
3.تقريبُ القطبِ الشّمالي لمغناطيس من أحدِ وجهَي حلقةٍ نحاسيّةٍ دارتُها مفتوحةٌ.

الحل: يتولد قوة محركة كهربائية متحرضة مساوية لفرق الكمون بين طرفي الحلقة.

التعليل: تتأثر الإلكترونات الحرة بقوة لورنز (المغناطيسية) فتنتقل فتتراكم شحنات سالبة عند طرف الحلقة وشحنات موجبة عند الطرف الآخر للحلقة فينشأ فرق في الكمون بين طرفي الحلقة.

رابعاً :أجبْ عن الأسئلةِ الآتيةِ:

1.مَلفّانِ مُتقابِانِ الأوّلُ موصولٌ إلى بيلٍ كهربائيٍّ والثاني إلى مصباحٍ، هل يضيءُ المصباحُ إذا كانَ المَلفّانِ ساكنَين؟ في حالِ النّفي ماذا نفعلُ ليضيءَ المِصباحُ؟ ولماذا؟



الحل: لا يضيء المصباح إذا كان الملفان ساكنين لأن التدفق المغناطيسي للحقل المغناطيسي الناجم عن الملف الأول لا يتغير من خلال الملف الثاني .ليضيء المصباح يجب أن يتغير التدفق المغناطيسي للحقل المغناطيسي الناجم عن الملف الأول ويمكن تحقيق ذلك:

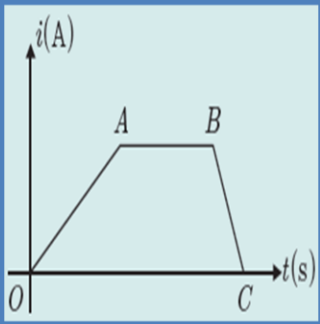
- بفتح وغلق القاطعة باستمرار في دارة الملف الأول
- تحريك أحد الملفين نحو الآخر
- استبدال البيل الكهربائي بمنبع تيار كهربائي متناوب.

(فتتغير شدة الحقل المغناطيسي الناجم عن الملف الأول وبالتالي يتغير التدفق المغناطيسي لهذا الحقل من خلال الملف الثاني فيتولد تيار كهربائي متحرض يسبب إضاءة المصباح)

2.في تجربةِ السّاقِ المُتحرِّكة بوجودِ الحقلِ المغناطيسيّ المُنتظِم في دارةٍ مفتوحةٍ، تتراكمُ الشّحناتُ المُوجبةُ في طرفٍ والشّحناتُ السّالبةُ في طرفٍ آخرَ، ويستمرُّ التّراكمُ إلى أنّ يصلَ إلى قيمةٍ حدّيّةٍ يتوقّفُ عندَها فسّرْ ذلك..

الحل: إن تراكم الشحنات الكهربائية على طرفي الساق يوّلد حقلا كهربائيا $\vec{E}$ يتجه من الطرف الذي يحمل شحنات كهربائية موجبة إلى الطرف الذي يحمل شحنات كهربائية سالبة يؤثر هذا الحقل الكهربائي في الإلكترون الحر بقوة كهربائية $\vec{F'}$ جهتها تعاكس جهة القوة المغناطيسية $\vec{F}$ (قوة لورنز)المؤثرة في هذا الإلكترون تزداد شدة الحقل الكهربائي بازدياد تراكم الشحنات الكهربائية مما يزيد من شدة هذه القوة الكهربائية لتصبح مساوية لشدة القوة المغناطيسية (قوة لورنز)فتتوقف حركة الإلكترونات.

3.يبيّنُ الخطّ البيانيُّ جانباً تغيُّراتِ تيّارِ المُولِّدِ المارِّ في الوشيعةِ في حادثةِ التَّحريضِ



a. ماذا تُمثّلُ كلَّ من المراحلِ
b. أيهُّما أكبرُ، القوّةُ المُحرّكةُ الكهربائيّةُ المُتحرّضةُ عندَ إغلاقِ الدّارةِ أم عندَ فتحِها.
c. أيِّ المراحلِ تزدادُ الطّاقةُ الكهرطيسيّةُ المُختزنةُ في الوشيعةِ؟ وفي أيّ المراحلِ تكونُ ثابتةً؟ وفي أيِّ المراحلِ تتناقصُ الطّاقةُ الكهرطيسيّةُ المُختزَنةُ في الوشيعة.

الحل: a . **المرحلة OA** تزايد شدة التيار الكهربائي المار في الوشيعة فيتوهج المصباح نسبيا ثمّ يعود لإضاءته الخافتة.
ألمرحلة AB ثبات شدة التيار الكهربائي المار في الوشيعة فتثبت شدة إضاءة المصباح.
المرحلة BC تناقص شدة التيار الكهربائي المار في الوشيعة فيتوهج المصباح بشدة ثمّ ينطفئ.

b. عند فتح الدارة تكون القوة المحركة الكهربائية المتحرضة أكبر من القوة المحركة الكهربائية المتحرضة عند غلق القاطعة .

لأن القيمة المطلقة للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة $\bar{\varepsilon} = -\frac{d\bar{\phi}}{dt}$ تتناسب عكساً مع $d\,t$

و **زَمن تَناقص** شدة التيار في المرحلة BC **أصغر** من زمن **تزايد التيار** في المرحلة OA لذا تَكون القوة المحركة الكهربائية المتحرضة أكبر عند فتح الدارة.

c. ١- تزداد الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة في **المرحلةOA**

٢- تكون الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة ثابتة في **المرحلةAB**

٣- تتناقص الطاقة الكهرطيسية المختزنة في ذاتية الوشيعة في **المرحلة BC** وتتحول إلى طاقة كهربائية.

4.وشيعةٌ يمرُّ فيها تيّارٌ كهربائيٌّ مُتغيِّرٌ شدتُه i :
a. اكتبْ عبارةَ شدَّةِ الحقلِ المغناطيسيّ المُتولِّد داخلَها نتيجةَ مرورِ التيّار.
b. اكتبْ عبارةَ التّدفُّق المغناطيسيّ للحقلِ المغناطيسيّ.
c. استنتجْ العلاقةَ المُحدَّدة للقيمةِ الجبريّة للقوّةِ المُحرِّكة الكهربائيّة المُتحرِّضة الآنيّة الذّاتيّة المُتحرِّضة فيها موضحاً متى تنعدمُ قيمةُ هذه القوَّة.

الحل : **a.** $B = 4\pi \times 10^{-7}\frac{Ni}{l}$

b. $\phi = N.B.S.\cos(\alpha)$

c. $\alpha = 0\ \text{rad} \Rightarrow \cos(\alpha) = 1 \Rightarrow \phi = N.B.S$

$$\Rightarrow \phi = N(4\pi \times 10^{-7}\frac{Ni}{l})S \Rightarrow \bar{\phi} = 4\pi \times 10^{-7}\frac{N^2.S}{l}.i$$

لدينا: $L = 4\pi \times 10^{-7}\frac{N^2.s}{l}$

فتصبح العلاقة : $\bar{\phi} = L.i$

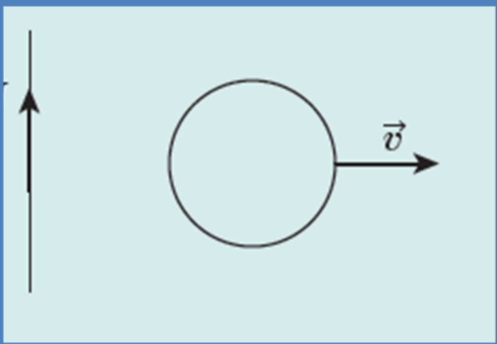
$$\bar{\varepsilon} = -\frac{d\bar{\phi}}{dt}$$

لدينا :
$$\bar{\phi} = L.i$$

نعوض في$\bar{\varepsilon}$:
$$\bar{\varepsilon} = -\frac{d\bar{\phi}}{dt} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -\frac{d(L.i)}{dt} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -L\frac{d(i)}{dt}$$

تنعدم قيمة هذه القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآنية الذاتية عند ثبات قيمة التيار.

5.في الشَّكلِ المُجاورِ مَلفٌّ دائريٌّ نحرّكُه بسرعةٍ ثابته$\vec{v}$عموديّةٍ على السِّلك المُستقيم المطلوب

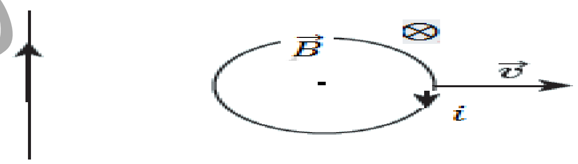


a.على الرَّسم جهة الحقلِ المغناطيسيّ المُتولِّد عن مرورِ التيّار الكَهربائيّ في السِّلك المُستقيم عند مركزِ المَلفّ الدائري.
b.حَدِّد على الرسمِ جهةَ الحقلِ المغناطيسيّ المُتحرِّض المُتولِّد في المَلفّ، وجهةَ التيّارِ الكهربائيّ المُتحرِّض.
c.صِفْ ما يحدثُ إذا أوقفنا المَلفَّ عن الحركةِ، مُعلِّلاً إجابتَك؟

الحل:١- منطبق على محور الملف ونحو الداخل

٢- له نفس الجهة منطبق على محور الملف ونحو الداخل لأن التدفق متناقص وجهة التيار المتحرض بجهة عقارب الساعة

٣- ينعدم التيار المتحرض بسبب ثبات التدفق.



خامساً :حُلَّ المسائلَ الآتية:

المسألة الأولى: مَلفٌّ دائريٌّ، يتألّفُ من 100لفّةٍ مُتماثِلة، نصفُ قطرِه الوسطيِّ $4cm$ نصلُ طرفَيه بمقياسِ ميلي أمبير موصولاً على التَّسلسل معَ مقاوِمةٍ أوميةٍ20Ω قيمتُها نقرِّبُ من أحدِ وجهَي المَلفِّ القطبَ الشّمالي لمغناطيسٍ مُستقيم، فتزدادُ شدَّةُ الحقلِ المغناطيسيّ الذي يخترقُ لفّاتِ المَلفِّ الدّائريّ بانتظامٍ من الصِّفر إلى$0.08T$ خلالَ$2s$ المطلوب:

1.احسبْ قيمةَ القوَّةِ المُحرِّكة الكهربائيّة المُتحرِّضة المُتولِّدة في المَلفّ الدّائريّ مُحدِّداً جهةَ التيّار الكهربائيّ المُتحرِّض.

2.ما نوع الوجه المُقابِل للقطبِ الشّمالي؟

3.احسبْ شدَّةَ التيّارِ المارَّة في المَلفّ.

4.احسبِ الاستطاعةَ الكهربائيّةَ المُتولِّدةَ عن المَلفِّ الدّائريّ، ثمَّ الاستطاعةَ الحراريّةَ المصروفةَ في المُقاوَمةِ الأومية، ماذا تستنتجُ.

المعطيات:لفة $N = 100$ ، $r = 4cm \Rightarrow r = 4 \times 10^{-2}m$ ، $R = 20\Omega$ ، $t = 2s$

الحل: ١-

بدائي: $B_1 = 0T$	نهائي: $B_2 = 0.08T$

$$\bar{\boldsymbol{\varepsilon}} = -\frac{\Delta\bar{\boldsymbol{\phi}}}{\Delta \boldsymbol{t}}$$

$$\Delta\,\bar{\phi} = \Delta[N.B.s\cos(\propto)] = Ns\cos(\propto)\,[\Delta B]$$

نحسب ΔB: $\Delta B = [B_2 - B_1] = [0.08 - 0] = 0.08 = 8 \times 10^{-2}\,T$

نحسب s :

$$s = \pi r^2 = \pi(4 \times 10^{-2})^2 = 16\pi \times 10^{-4} = 50 \times 10^{-4} = 5 \times 10^{-3}m^2$$

لدينا : $\propto = 0rad \Rightarrow \cos(\propto) = 1$

$$\Delta\,\bar{\phi} = Ns\cos(\propto)\,[\Delta B] = 100 \times 5 \times 10^{-3} \times 1 \times 8 \times 10^{-2}$$

$$\Delta\,\bar{\phi} = 4000 \times 10^{-5} = 4 \times 10^{-2}Weber$$

$$\bar{\boldsymbol{\varepsilon}} = -\frac{\Delta\bar{\boldsymbol{\phi}}}{\Delta \boldsymbol{t}} \Rightarrow \bar{\boldsymbol{\varepsilon}} = -\frac{4\times10^{-2}}{2} = -2 \times 10^{-2}V < 0$$

$\bar{\varepsilon}$سالب $\vec{B}$مُحرِّض $\vec{B}$مُتحرِّض على حاملٍ واحدٍ وبجهتَين مُتعاكِستَين.

٢-الوجه المقابل للقطب الشمالي وجه شمالي.

٣- شدة التيار المارة في الملف: $i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{-2\times10^{-2}}{20} = -10^{-3}A$

٤- الاستطاعة الكهربائية المتولّدة عن الملف الدائري:

$$p = i.\varepsilon = (-10^{-3})(-2 \times 10^{-2}) = 2 \times 10^{-5}\,Watt$$

الاستطاعة الحرارية المصروفة في المقاومة الأومية:

$$p' = R.i^2 = 20(-10^{-3})^2 = 20(10^{-6}) = 2 \times 10^{-5}\,Watt$$

نستنتج أن الاستطاعة الكهربائية قد تحولت إلى استطاعة الحرارية.

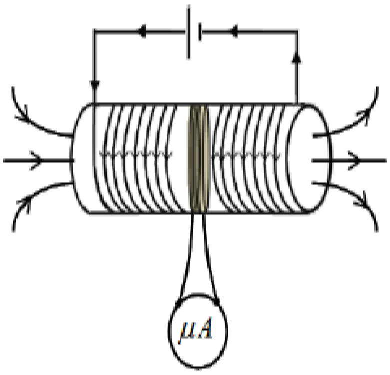
المسألة الثّانية :1.لدينا وشيعةٌ، طولُها $30cm$، قطرُها $4cm$ تحوي 1200لفة نمرِّرُ فيها تيّاراً شدّتُه $4A$ احسبْ شدَّةَ الحقلِ المغناطيسيّ في مركزِ الوشيعة.

2.نلفُّ حولَ القسمِ المتوسطِ من الوشيعةِ مَلفّاً يحوي 100 لفةٍ معزولةٍ، ونصلُ طرفَيه بمقياسِ غلفانيّ، بحيثُ تكونُ المُقاوَمةُ الكلّيّةُ للدّارةِ الجديدةِ 16Ω ما دلالةُ المقياسِ عندَ قطعِ التيّارِ عن الوشيعةِ خلالَ $0.5s$ تتناقصُ فيها الشّدَّةُ بانتظام؟

المعطيات: $l = 30cm \Rightarrow l = 30 \times 10^{-2}m$ ، $2r = 4cm \Rightarrow r = 2cm \Rightarrow r = 2 \times 10^{-2}m$ ، لفة $N' = 1200$ ، $I = 4A$

الحل: ١- $B = 4\pi \times 10^{-7}\frac{N'I}{l} = 4\pi \times 10^{-7}\frac{(1200)(4)}{(30\times10^{-2})} = 4\pi \times 10^{-4}\frac{(12)(4)}{(3)}$

$$B = 64\pi \times 10^{-4} = 200 \times 10^{-4} = 2 \times 10^{-2} = 0.02\,T$$



-٢ $R = 16\Omega$ ، $\Delta t = 0.5s$ ، $N = 100$ لفة

ما دلالةُ المقياسِ $i = ?$

$$i = \frac{\varepsilon}{R}$$

بدائي: $B_1 = 0.02T$	نهائي: $B_2 = 0T$

$$\bar{\boldsymbol{\varepsilon}} = -\frac{\Delta\bar{\boldsymbol{\phi}}}{\Delta \boldsymbol{t}}$$

$$\Delta\,\bar{\phi} = \Delta[N.B.s\cos(\propto)] = Ns\cos(\propto)\,[\Delta B]$$

نحسب ΔB: $\Delta B = [B_2 - B_1] = [0 - 0.02] = -0.02 = -2\times 10^{-2}\,T$

نحسب s :

$$s = \pi r^2 = \pi(2\times10^{-2})^2 = 4\pi\times10^{-4} = 12.5\times10^{-4}m^2$$

لدينا : $\propto = 0rad \Longrightarrow \cos(\propto) = 1$

$$\Delta\,\bar{\phi} = Ns\cos(\propto)\,[\Delta B] = 100\times12.5\times10^{-4}\times1\times(-2\times10^{-2})$$

$$\Delta\,\bar{\phi} = -25\times10^{-4}Weber$$

$$\bar{\boldsymbol{\varepsilon}} = -\frac{-25\times10^{-4}}{0.5} = +\frac{5\times10^{-4}}{10^{-1}} = 5\times10^{-3}\quad V$$

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{5\times10^{-3}}{16} = \frac{5}{16}\times10^{-3}\ \ A$$

المسألة الثّالثة: في تجربةِ السّكّتَين الكهرطيسيّة يبلغ طولُ السَّاقِ النّحاسيّةِ المُستنِدةِ عموديّاً عليهما $30cm$ وكتلتُها $60g$ المطلوب:

1.احسبْ شدةَ الحقلِ المغناطيسيِّ المُنتظمِ المُؤثّرة عمودياً في السّكّتَين لتكون شدةُ القوّةِ الكهرطيسيّة مُساويةً مِثلَي ثقلِ السَّاقِ، وذلكَ عندَ إمرارِ تيّارٍ كهربائيٍّ شدتُه $20A$

2.احسبْ عملَ القوّةِ الكهرطيسيّة المُؤثِّرة في السّاق إذا تدحرجَت بسرعةٍ ثابتةٍ قدرُها $0.4m.s^{-1}$ لمدَّة ثانيتَين.

3.نرفعُ المولِّد من الدّارة السَّابقة، ونستبدلُه بمقياسِ غلفاني، وندحرجُ السَّاقَ بسرعةٍ وسطيّةٍ ثابتةٍ $5m.s^{-1}$ضمنَ الحقل السّابق. استنتجْ عبارةَ القوّةِ المُحرِّكةِ الكهربائيّة المُتحرِّضة، ثمَّ احسب قيمتَها، واحسبْ شدَّةَ التيّار المُتحرِّض بافتراضِ أنَّ المُقاوَمةَ الكلّيّة للدّارة ثابتةٌ وتُساوي 5Ω ، ثمَّ ارسمْ شكلاً توضيحيّاً يبيّنُ جهةَ كلٍّ من $(\vec{B},\vec{v})$وجهةَ التيّارِ المُتحرِّض.

4.احسبِ الاستطاعةَ الكهربائيّةَ النّاتجة، ثمَّ احسب شدَّةَ القوّةِ الكهرطيسيّة المُؤثِّرة في السَّاق في أثناءَ تدحرجِها.

المعطيات: $L = 30cm \Longrightarrow L = 30\times10^{-2}m$ ، $m = 60g \Longrightarrow m = 60\times10^{-3} = 6\times10^{-2}kg$

الحل: ١- $I = 20A$ ، من فرض المسألة ثقل الساق $F = 2W$ لابلاس

$I.L.B.\sin\theta = 2m.g \Longleftarrow$ ثقل الساق $F = 2W$ لابلاس

$$\left(\theta=\frac{\pi}{2}rad \Longrightarrow \sin\theta=1\right) \Longrightarrow I.L.B=2m.g \Longrightarrow B=\frac{2m.g}{I.L}$$

$$B=\frac{2\times6\times10^{-2}\times10}{20\times30\times10^{-2}}=\frac{2}{10}=0.2=2\times10^{-1}\ T$$

-٢ $W=?$ $\qquad v=0.4=4\times10^{-1}m.s^{-1}$ $\qquad \Delta t=2\,sec$

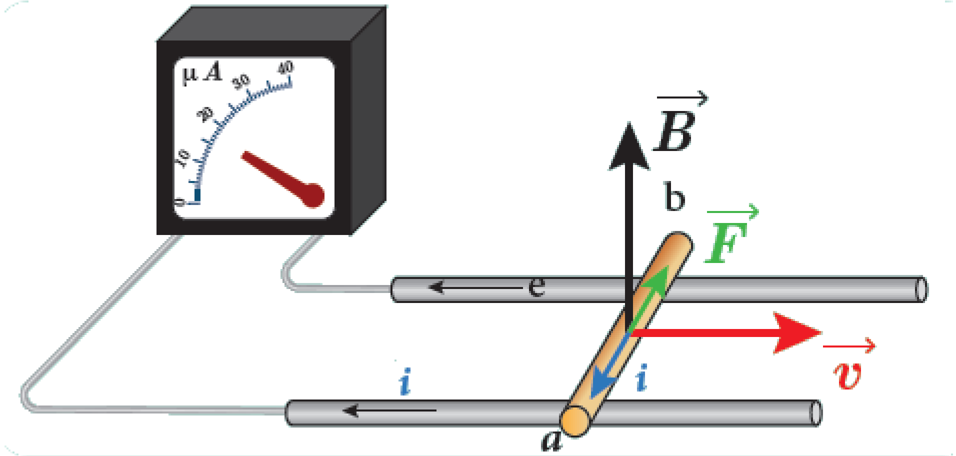
$$W=F.\Delta x$$

$$(F=I.L.B \quad ,\Delta x=v.\Delta t)$$

$$W=F.\Delta x \Longrightarrow W=I.L.B.v.\Delta t$$

$$\Longrightarrow W=20\times30\times10^{-2}\times2\times10^{-1}4\times10^{-1}\times2=96\times10^{-2}\ J$$

-٣ $v=5m.s^{-1}$ $\qquad R=5\Omega$ أصبحت المسألة (لسّكتَين التّحريضيّة)



عندَ تحريكِ السَّاق بسرعةٍ ثابتةٍ $\vec{v}$ ، عموديّة على شُعاعِ الحقلِ المغناطيسيّ المُنتظَم $\vec{B}$ خلالَ فاصلٍ زمنيّ Δt تنتقلُ السّاقُ مسافةً: $\Delta x=v.\Delta t$

يتغيّرُ السَّطحُ بمقدارِ: $\Delta s=L.\Delta x=L.v.\Delta t$

يتغيَّرُ التّدفُّقُ بمقدارِ: $\Delta\boldsymbol{\phi}=B.\Delta s=B.L.v.\Delta t$

فتتولّدُ قوّةٌ مُحرِّكةٌ كهربائيّةٌ مُتحرِّضة قيمتُها المُطلَقة: $\boldsymbol{\varepsilon}=\left|-\frac{\Delta\boldsymbol{\phi}}{\Delta \boldsymbol{t}}\right|=\frac{\Delta\boldsymbol{\phi}}{\Delta \boldsymbol{t}}$

بالرموز $\boldsymbol{\varepsilon}=\frac{\Delta\boldsymbol{\phi}}{\Delta \boldsymbol{t}}=\frac{B.L.v.\Delta t}{\Delta \boldsymbol{t}}=B.L.v$

$$\boldsymbol{\varepsilon}=2\times10^{-1}\times30\times10^{-2}\times5=3\times10^{-1}=0.3\text{v}$$

$$i=\frac{\varepsilon}{R}=\frac{3\times10^{-1}}{5}=\frac{6\times10^{-1}}{10}=6\times10^{-2}A$$

-٤ الاستطاعة الكهربائية: $p=i.\varepsilon=6\times10^{-2}\times3\times10^{-1}=18\times10^{-3}watt$

طريقة1 $\left(\theta=\frac{\pi}{2}rad \Longrightarrow \sin\theta=1\right)$ $\qquad F=i.L.B.\sin\theta$

$$F=i.L.B=6\times10^{-2}\times3\times10^{-1}\times2\times10^{-1}=36\times10^{-4}N$$

طريقة ٢: الاستطاعة الكهربائية $p'=p$ الاستطاعة الميكانيكية

$$p=F.v$$

$$F=\frac{p}{v}=\frac{18\times10^{-3}}{5}=\frac{36\times10^{-3}}{10}=36\times10^{-4}N$$

المسألة الرابعة: سكّتانِ نحاسيّتانِ مَتوازيّتانِ، تميلُ كلٌّ منهما على الأفقِ بزاوية 45^o تستندُ إليهما ساقٌ نحاسيّة طولُها $l = 40cm$ تخضعُ بكاملِها لتأثيرِ حقلٍ مغناطيسيّ مُنتظَمٍ شاقولي شدّتُه $0.8T$ نُغلِقُ الدّارة ثمَّ تُترَك لِتنزلَقَ دونَ احتكاكٍ بسرعةٍ ثابتةٍ، قيمتُها $2m.s^{-1}$ المطلوب: 1.بيِّن أنَّه تنشأ قوّةٌ كهرطيسيّة تعيقُ حركةَ السّاق.

2.استنتجِ العلاقةَ المُحدَّدةَ للمُقاوَمةِ الكليّة للدّارة، ثمَّ احسبْ قيمتَها إذا كانَت شدَّةُ التيّارِ المُتحرِّض المُتولِد فيها $\sqrt{2}A$

3.استنتج العلاقةَ المُحدَّدة لكتلةِ السَّاقِ، ثمَّ احسب قيمتَها.

المعطيات: $\alpha = 45^o \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{4} rad$ ، $l = 40cm \Rightarrow l = 40 \times 10^{-2} m$

$B = 0.8 = 8 \times 10^{-1} T$ ، $v = 2m.s^{-1}$

الحل: ١- عند تحريك الساق بسرعة ثابتة، عمودي ا على خطوط الحقل المغناطيسي فإنّ كل إلكترون حرّ في الساق سيتحرك بهذه السرعة وسطيا ، ومع خضوعها لتأثير الحقل المغناطيسي المنتظم فإنّه يخضع لتأثير القوة مغناطيسية $\vec{F} = e\vec{v} \wedge \vec{B}$ وبتأثير هذه القوّة تتحرك الإلكترونات الح رّة عبر الدارة فيتولّد تيار كهربائي متحرّض ينتج أفعالاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه فينشأ القوة الكهرطيسية معاكسة جهة حركة الساق.

٢- $i = \sqrt{2}A$ ، $\alpha = 45^o \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{4} rad$

استنتاج العلاقة المحدّدة للمقاومة الكلية للدارة:

عندَ تحريكِ السَّاق بسرعةٍ ثابتةٍ $\vec{v}$ ، عموديّة على شُعاعِ الحقلِ المغناطيسيّ المُنتظَم $\vec{B}$ خلالَ فاصلٍ زمنيّ Δt تنتقلُ السّاقُ مسافةَ: $\Delta x = v.\Delta t$

يتغيّرُ السَّطحُ بمقدارِ: $\Delta s = L.\Delta x = L.v.\Delta t$

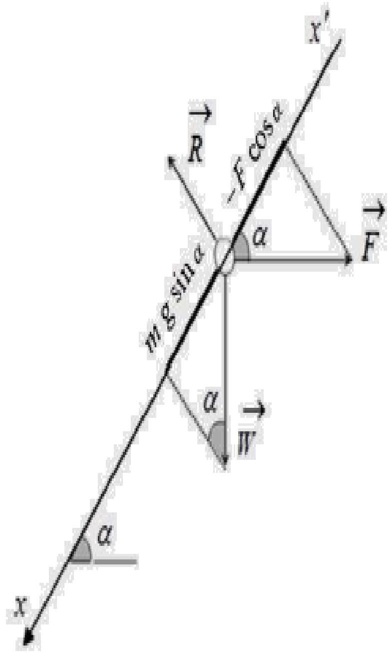
يتغيَّرُ التّدفُّقُ بمقدارِ : $\Delta \phi = B.\Delta s.\cos\alpha = B.L.v.\Delta t.\cos\alpha$

فتتولّد قوة محرّكة كهربائية متحرّضة قيمتها المطلقة : $\varepsilon = \left|-\frac{\Delta \phi}{\Delta t}\right| = \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$

$$\varepsilon = \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = \frac{B.L.v.\Delta t.\cos\alpha}{\Delta t} = B.L.v.\cos\alpha$$

وبما أنّ الدّارةَ مُغلَقةٌ يمرُّ تيّارٌ كهربائيٌّ مُتحرِّضٌ شدّتُه: $i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{B.L.v.\cos\alpha}{R}$

$$R = \frac{B.L.v.\cos\alpha}{i} = \frac{8\times10^{-1}\times40\times10^{-2}\times2\times\cos(\frac{\pi}{4})}{\sqrt{2}} = \frac{64\times10^{-2}(\frac{\sqrt{2}}{2})}{\sqrt{2}} = 32\times10^{-2}\Omega$$



٣- استنتاج العلاقة المحددة لكتلة الساق ندرس الحركة

أ-جملة المقارنة :خارجية

ب-الجملة المدروسة : الساق.

ج-القوى الخارجية المؤثرة:١- ثقل الساق $\vec{w}$

$w = m.g$

٢-القوة الكهرطيسية $\vec{F}$: $F = i.L.B\sin\theta$

$\theta = \frac{\pi}{2}rad \Rightarrow \sin\theta = 1 \Rightarrow \quad F = i.L.B$

٣-رد فعل السكتين $\vec{R}$

السرعة ثابتة حركة الساق مستقيمة منتظمة $\sum\vec{F} = \vec{0}$

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

بالأسقاط على محور $\overrightarrow{x'x}$

$0 + w\sin\alpha - F\cos\alpha = 0$

$\Rightarrow w\sin\alpha = F\cos\alpha$

$\Rightarrow m.g\sin\alpha = i.L.B\cos\alpha$

$$\Rightarrow m = \frac{i.L.B\cos\alpha}{g.\sin\alpha} = \frac{i.L.B}{g.\tan\alpha} = \frac{\sqrt{2}\times 40\times 10^{-2}\times 8\times 10^{-1}}{10\times\tan\left(\frac{\pi}{4}\right)} = \frac{\sqrt{2}\times 32\times 10^{-2}}{10\times 1}$$

$$\Rightarrow m = 32\sqrt{2}\times 10^{-3}\ kg$$

المسألة الخامسة: إطارٌ مربَعُ الشّكلِ طولُ ضلعِه $L = 4cm$ مؤلّفٌ من 100لفةٍ مُتماثِلة من سلكٍ نحاسيّ معزولٍ، نديرُ الإطارَ حولَ محوَّرٍ شاقوليّ مارٍّ من مركزِه ومن ضلعَين أفقيَّين مُتقابِلَين بحركةٍ دائريّةٍ مُنتظَمةٍ تقابِلُ $\frac{10}{\pi}HZ$ ضمنَ حقلٍ مغناطيسيٍّ مُنتظَمٍ أفقيّ شدتُه $5\times 10^{-2}T$ خطوطُه ناظميّة على سطحِ الإطارِ قبلَ الدَّوران حيثُ الدّارة مُغلَقة ومُقاوَمتُها $R = 4\Omega$ المطلوب:

1.اكتبِ التّابعَ الزمنيّ للقوّةِ المُحرِّكةِ الكهربائيّةِ المُتحرِّضةِ الآنيّةِ النّاشئةِ في الإطارِ.

2.عيِّنِ اللَّحظتَين الأولى والثّانية التي تكونُ فيها قيمةُ القوّةِ المُحرِّكةِ الكهربائيّةِ المُتحرِّضةِ الآنيةِ النّاشئةِ معدومةً.

3.اكتبِ التابعَ الزمني للتيار الكهربائيّ المُتحرِّضِ اللّحظيّ المارِّ في الإطارِ(.نهملُ تأثيرَ الحقلِ المغناطيسيّ الأرضّي)

المعطيات: لفة $N = 100$ ، $f = \frac{10}{\pi}HZ$ ، $B = 5\times 10^{-2}T$ $\quad R = 4\Omega$

$L = 4cm \Rightarrow L = 4\times 10^{-2}m$ خطوط الحقل ناظميَّة (عمودية) على مستوي الملفّ

(شعاع الحقل يوازي شعاع الناظم $\alpha = 0rad$)

الحل: ١- التابع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآنية: $\bar{\varepsilon} = \varepsilon_{max}\sin(\omega t)$

$\varepsilon_{max} = N.B.s.\omega$

نحسبω : $\omega = 2\pi f = 2\pi\frac{10}{\pi} = 20rad.s^{-1}$

نحسب s : إطارٌ مربَعُ الشَّكلِ $s = L.L = L^2 = (4 \times 10^{-2})^2 = 16 \times 10^{-4} m^2$

نحسب ε_{max}: $\varepsilon_{max} = N.B.s.\omega = 100 \times 5 \times 10^{-2} \times 16 \times 10^{-4} \times 20$

$$\varepsilon_{max} = N.B.s.\omega = 16 \times 10^{-2}\ V$$

$$\bar{\varepsilon} = \varepsilon_{max} \sin(\omega t) \Rightarrow \bar{\varepsilon} = 16 \times 10^{-2} \sin(20t)\quad V$$

٢- القوَّةِ المُحرِّكةِ الكهربائيّةِ المُتحرِّضةِ الآنيةِ الناشئةِ معدومةً. $\bar{\varepsilon} = 0$ $\quad t_1 = ?\ t_2 = ?$

$$\Rightarrow \bar{\varepsilon} = 16 \times 10^{-2} \sin(20t) \qquad \Rightarrow 0 = 16 \times 10^{-2} \sin(20t)$$

$\Rightarrow \sin(20t) = 0 \Rightarrow$ حسب قاعدة مثلثية $20t = \pi k \Rightarrow t = \frac{\pi k}{20}$

مرور أول $: k = 0$ $\quad t_1 = \frac{\pi k}{20} = \frac{\pi(0)}{20} = 0 \quad s$

مرور ثاني $: k = 1$ $\quad t_1 = \frac{\pi k}{20} = \frac{\pi(1)}{20} = \frac{\pi}{20} \quad s$

٣- $i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{16\times 10^{-2}\sin(20t)}{4} = 4 \times 10^{-2} \sin(20t) \quad A$

المسألة عامة(18) : وشيعة طولها $30cm$ ومساحة مقطعها $3 \times 10^{-2} m^2$ وذاتيّتها $L = 5 \times 10^{-3} H$ المطلوب:

1. احسب عدد لفّاتها.

2. نمرِّر في الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً متواصلاً شدَّته $15A$ احسب الطاقة الكهرطيسيَّة المختزنة في الوشيعة.

3. نجعل شدَّة التيَّار تتناقص بانتظام من $20A$ إلى الصفر خلال $0.5s$ احسب القيمة الجبريَّة للقوَّة المحرِّكة الكهربائيَّة المتحرِّضة في الوشيعة وحدِّد جهة التيّار المتحرِّض.

4. نمرِّر في سلك الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً شدّته اللحظيَّة مقدَّرة بالأمبير $\bar{i} = 20 - 5t$ احسا القيمة الجبريَّة للقوَّة المحرِّكة الكهربائيَّة التحريضيَّة الذاتيَّة الناشئة فيها.

(نهمل تأثير الحقل المغناطيسيِّ الأرضيّ)

المعطيات: $l = 30cm \Rightarrow l = 30 \times 10^{-2} m$ ، $S = 3 \times 10^{-2} m^2$ ،
$L = 5 \times 10^{-3} H$

الحل: ١- $L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2.s}{l} \Rightarrow N^2 = \frac{L\,.\,l}{4\pi \times 10^{-7} \times s} = \frac{5\times10^{-3}\times30\times10^{-2}}{4\pi\times10^{-7}\times3\times10^{-2}}$

$N^2 = \frac{5\times10^5}{4\pi} = \frac{5\times10^5}{12.5} = \frac{5\times10^5\times2}{12.5\times2} = \frac{10^6}{25} \Rightarrow N = \sqrt{\frac{10^6}{25}} = \frac{1000}{5} = 200$ لفة

٢- $I = 15A \qquad E_L = ?$

$$E_L = \frac{1}{2}L.I^2 = \frac{1}{2}(5 \times 10^{-3})(15)^2 = \frac{1}{2}(5 \times 10^{-3})(225) = 562.5 \times 10^{-3} J$$

-٣ $\Delta t = 0.5 = \frac{1}{2}s \qquad \bar{\varepsilon} = ?$

قبل: $I_1 = 20A$	بعد $I_2 = 0A$

$$\bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\bar{\phi}}{\Delta t} \Rightarrow \quad \Delta\phi = L.\Delta I \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -\frac{L.\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -\frac{L.(I_2 - I_1)}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \bar{\varepsilon} = -\frac{5\times10^{-3}(0-20)}{\frac{1}{2}} = -10\times10^{-3}(-20) = 2\times10^{-1} = 0.2\,V > 0$$

$\bar{\varepsilon}$موجب $\vec{B}$مُحرِّض مع $\vec{B}$مُتحرِّض على حاملٍ واحدٍ وبجهة واحدة.وجهة التيار المتحرض بجهة التيار المحرض

-٤ $\bar{i} = 20 - 5t \qquad \bar{\varepsilon} = ?$

$$\bar{\varepsilon} = -L\frac{d(\bar{i})}{dt} \qquad (\frac{d(\bar{i})}{dt} = -5A.S^{-1})$$

$$\Rightarrow \bar{\varepsilon} = -\left(5\times10^{-3}\right)(-5) = +25\times10^{-3}\;V$$

المسألة عامة(19) : وشيعة طولها $\frac{2\pi}{5}m$ وعدد لفَّاتها200 لفَّة ومساحة مقطعها $20cm^2$حيث المقاومة الكلِّيَّة لدارتها المغلقة 5Ω .

1.نضع الوشيعة في منطقة يسودها حقل مغناطيسيّ ثابت المنحى وجهة خطوطه توازي محور الوشيعة، نزيد شدَّة هذا الحقل بانتظام خلال $0.5s$ من $0.04T$ إلى $0.06T$ المطلوب:

a. حدِّد على الرسم جهة كلٍّ من الحقلين المغناطيسيّين المحرِّض والمتحرِّض في الوشيعة وعيِّن جهة التيّار المتحرِّض.

b. احسب القيمة الجبريَّة لشدَّة التيّار الكهربائيّ المتحرِّض المارِّ في الوشيعة .

c. احسب ذاتيَّة الوشيعة.

2.نزيل الحقل المغناطيسيّ السابق ثمَّ نمرِّر في الوشيعة تيَّاراً كهربائيّاً شدَّته اللحظيَّة $\bar{i} = 6 + 2t$ المطلوب:

a. احسب القيمة الجبريَّة للقوَّة المحرِّكة الكهربائيَّة التحريضيّة الذاتيّة في الوشيعة.

b. احسب مقدار التغيُّر في التدفُّق المغناطيسيّ لحقل الوشيعة في اللحظتين $t_1 = 0s, t_2 = 1s$

c. نمرِّر في سلك الوشيعة تيّاراً كهربائيّاً متواصلاً شدّته$10A$بدل التيّار السابق .احسب الطاقة الكهرطيسيّة المختزنة في الوشيعة. (يهمل تأثير الحقل المغناطيسيّ الأرضيّ)

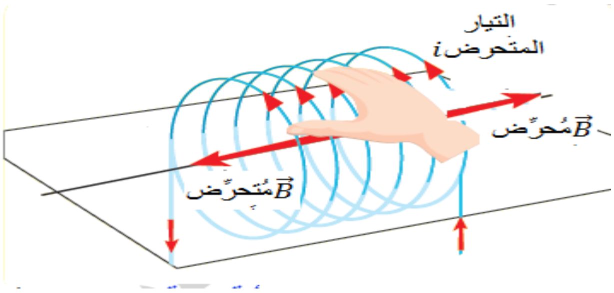
المعطيات: $l = \frac{2\pi}{5}m$، $N = 200$ لفة، $S = 20cm^2 \Rightarrow S = 20\times10^{-4}m^2$
$R = 5\Omega$ خطوط الحقل توازي محور الوشيعة $\propto = 0rad$

الحل: -١ .a $t = 0.5 = \frac{1}{2}s$

بدائي : $B_1 = 0.04T$	نهائي: $B_2 = 0.06T$

$$\Delta B = B_2 - B_- = 0.06 - 0.04 = 0.02\,T > 0 \Longrightarrow \Delta\emptyset = N.\Delta B.S > 0$$

$$\Longrightarrow \varepsilon = -\frac{\Delta\emptyset}{\Delta t} < 0$$



$\boldsymbol{\varepsilon}$سالب $\vec{B}$ مُحرِّض $\vec{B}$ مُتحرِّض على حاملٍ واحدٍ وبجهتَين مُتعاكِستَين. وجهة التيار المتحرض i بجهة أصابع يد يمنى توازي إحدى حلقات الوشيعة يوجه إبهامها بجهة شعاع الحقل المغناطيسي المتحرض.

-b $R = 5\Omega$ ، $\Delta t = 0.5s$ ، $N = 200$ لفة

$i = ?$ $\qquad i = \frac{\varepsilon}{R}$

بدائي: $B_1 = 0.02T$	نهائي: $B_2 = 0T$

$$\bar{\boldsymbol{\varepsilon}} = -\frac{\Delta\bar{\boldsymbol{\phi}}}{\Delta \boldsymbol{t}} = -\frac{Ns\cos(\propto)[\Delta B]}{\Delta \boldsymbol{t}} = -\frac{200\times20\times10^{-4}\cos(0)[0.02\,]}{\frac{1}{2}} = -\frac{8\times10^{-3}(1)}{\frac{1}{2}}$$

$$\bar{\boldsymbol{\varepsilon}} = -16\times10^{-3}\ V$$

$$i = \frac{-16\times10^{-3}}{5} = -\frac{32\times10^{-3}}{10} = -32\times10^{-4}A$$

. c $$L = 4\pi\times10^{-7}\frac{N^2.s}{l} = 4\pi\times10^{-7}\frac{(200)^2 20\times10^{-4}}{\frac{2\pi}{5}} = 8\times10^{-5}H$$

a -٢ $\bar{i} = 6 + 2t$ $\qquad \bar{\boldsymbol{\varepsilon}} = ?$

$$\left(\frac{\boldsymbol{d}(\bar{i})}{\boldsymbol{dt}} = 2A.S^{-1}\right) \qquad \bar{\boldsymbol{\varepsilon}} = -L\frac{\boldsymbol{d}(\bar{i})}{\boldsymbol{dt}}$$

$$\Longrightarrow \bar{\boldsymbol{\varepsilon}} = -(8\times10^{-5})(2) = -16\times10^{-5}\ V$$

- b $\bar{i} = 6 + 2t$

عندما $t_1 = 0\,s$ **:** $\quad \bar{i}_1 = 6 + 2(0) = 6A$

عندما $t_2 = 1\,s$ **:** $\quad \bar{i}_2 = 6 + 2(1) = 8A$

$\Delta\phi = ?$ $\qquad \Delta t = 0.5 = \frac{1}{2}s$

قبل: $\bar{i}_1 = 6A$	بعد: $\bar{i}_2 = 8A$

$$\Delta\phi = L.\Delta i = L.\Delta i = L(\bar{i}_2 - \bar{i}_1) = 8\times10^{-5}(8-6) = 8\times10^{-5}(2)$$

$$\Delta\phi = 16\times10^{-5}\,weber$$

.c $I = 10A$ $\qquad E_L = ?$

$$E_L = \frac{1}{2}L.I^2 = \frac{1}{2}(8\times10^{-5})(10)^2 = (4\times10^{-5})(100) = 4\times10^{-3}J$$

المسألة عامة(20): وشيعة طولها $\frac{2\pi}{5}m$ وعدد لفَّاتها 1000 لفَّة نصف قطر مقطعها 2cm حيث المقاومة الكلِّيَّة لدارتها المغلقة 5Ω مؤلَّفة من سلك نحاسيٍّ معزول قطر مقطعه $\frac{\pi}{500}m$ المطلوب:

1.احسب طول سلك الوشيعة واحسب عدد الطبقات.

2.احسب ذاتيَّة الوشيعة.

3.نعلِّق الوشيعة من منتصفها بسلك شاقوليّ عديم الفتل ونجعل محورها أفقيّاً عموديّاً على خطوط حقل مغناطيسيّ منتظم أفقيّ شدّته $10^{-2}T$ ونمرِّر فيها تيّاراً كهربائيّاً شدّته $4A$ المطلوب:

a. احسب قيمة عزم المزدوجة الكهرطيسيّة عندما تكون قد دارت زاوية 30^0

b. احسب عمل المزدوجة الكهرطيسيّة المؤثِّرة في الوشيعة من لحظة مرور التيّار حتّى اللحظة التي تكون فيها قد دارت بزاوية 60^0

4.نقطع التيّار السابق عن الوشيعة وهي في وضع التَّوازن المستقرّ ثمَّ نديرها حول السلك الشاقوليِّ خلال $0.5s$ ليصبح محورها عموديّاً على خطوط الحقل المغناطيسيّ المطلوب:

a. احسب شدَّة التيّار المتحرِّض المتولِّد في الوشيعة.

b.احسب كمِّيَّة الكهرباء المتحرِّضة خلال الزمن السابق .

5.نعيد الوشيعة إلى وضع التوازن المستقرِّ ثمَّ ندخل بداخلها نواة حديدية عامل نفاذيتها المغناطيسيّ 50 احسب شدَّة الحقل المغناطيسيّ داخل النواة الحديديّة واحسب قيمة التدفُّق المغناطيسيّ داخل الوشيعة.

المعطيات: $l = \frac{2\pi}{5}m$ وشيعة، $N = 1000$ لفة، $r = 2\text{cm} \Rightarrow r = 2 \times 10^{-2}m$

$R = 5\Omega$ ، قطر السلك $2r_{\text{سلك}} = \frac{\pi}{500}m$

الحل:

-١ $N = \frac{\text{طول سلك}}{\text{محيط اللفة الوشيعة}} = \frac{l'_{\text{سلك}}}{2\pi r} \Longrightarrow l'_{\text{سلك}} = N.2\pi r = 1000 \times 2\pi(2 \times 10^{-2})$

$l'_{\text{سلك}} = 4\pi \times 10 = 12.5 \times 10 = 125\ m$

$\text{عدد طبقات الوشيعة} = \frac{\text{عدد لفات الوشيعة}}{\text{عدد لفات الطبقة الواحدة}} = \frac{N}{N'}$

نحسب N' : $N' = \frac{\text{طول الوشيعة}}{\text{قطر السلك}} = \frac{\frac{2\pi}{5}}{\frac{\pi}{500}} = \frac{1000\pi}{5\pi} = 200$ لفة

$\text{عدد طبقات} = \frac{N}{N'} = \frac{1000}{200} = 5$ طبقة

-٢ $L = 4\pi \times 10^{-7}\frac{N^2.S}{l}$

نحسب S : $S = \pi r^2 = \pi(2 \times 10^{-2})^2 = \pi(4 \times 10^{-4}) = 4\pi \times 10^{-4}$

$S = 12.5 \times 10^{-4}\ m^2$

$$L = 4\pi \times 10^{-7}\frac{(10^3)^2.4\pi\times10^{-4}}{\frac{2\pi}{5}} = \frac{5}{2\pi}(4\pi \times 10^{-7} \times (10^3)^2 \times 4\pi \times 10^{-4})$$

$$L = \frac{5}{2}(16\pi \times 10^{-7} \times 10^{6} \times 10^{-4}) = 5(8\pi \times 10^{-5}) = 40\pi \times 10^{-5}$$

$$L = 4\pi \times 10^{-4} = 12.5 \times 10^{-4}\ \ H$$

-٣ $B = 10^{-2}T$ $\qquad I = 4A$

.a $\theta' = 30^{o} = \frac{\pi}{6}rad$ ،

$$\propto + \theta' = \frac{\pi}{2}\ rad \Longrightarrow \ \ \propto = \frac{\pi}{2} - \theta' = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{3}\ \ rad$$

$$\Gamma_{\Delta} = \mathrm{N.I.}S.B.\sin\alpha_{(\vec{B},\vec{n})}$$

$$\Gamma_{\Delta}=1000\times 4 \times 4\pi \times 10^{-4} \times 10^{-2} \times \sin\frac{\pi}{3} = 16\pi \times 10^{-3}\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

$$\Gamma_{\Delta} = 50 \times 10^{-3}\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 25\sqrt{3} \times 10^{-3}\quad \mathrm{m.N}$$

-b $\theta' = 60^{o} = \frac{\pi}{3}rad$

قبل: $\propto_1 = \frac{\pi}{2}\ rad$	بعد: $\propto_2 = \frac{\pi}{2} - \theta' = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{6}$

نحسب تغير التدفق: $W=I.\Delta(\mathrm{N}.B.S.\Delta\cos(\alpha))=\mathrm{I.N.}B.S[\ \cos\alpha_2 - \cos\alpha_1\ ]$

$$W=4\times1000\times 10^{-2} \times 4\pi \times 10^{-4}\ [\ \cos\frac{\pi}{6} - \cos\frac{\pi}{2}]=16\pi \times 10^{-3}\left(\frac{\sqrt{3}}{2} - 0\right)$$

$$\mathrm{W}=50 \times 10^{-3}\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 25\sqrt{3} \times 10^{-3}\qquad J$$

-٤ $\Delta\mathrm{t} = 0.5s$ $\qquad$ توازن مستقر $\propto_2 = 0rad$ $\qquad i = ?$

$$i = \frac{\varepsilon}{R}$$

بعد: $\propto_2 = \frac{\pi}{2}\ rad$: ليصبح عمودي	قبل: $\propto_1 = 0\ rad$ توازن مستقر

$$\bar{\boldsymbol{\varepsilon}} = -\frac{\Delta\bar{\boldsymbol{\phi}}}{\Delta\boldsymbol{t}} = -\frac{NsB[\cos(\propto)]}{\Delta t} = -\frac{NsB[\ \cos\alpha_2 - \cos\alpha_1]}{\Delta t}$$

$$\bar{\boldsymbol{\varepsilon}} = -\frac{1000\times10^{-2}\times4\pi\times10^{-4}(0-1)}{\frac{1}{2}} = +25 \times 10^{-3}V$$

$$i = \frac{25\times10^{-3}}{5} = 5 \times 10^{-3}A$$

. b $\quad i = \frac{q}{\Delta t} \Longrightarrow \ \ q = i.\Delta t = 5 \times 10^{-3} \times \frac{1}{2} = 2.5 \times 10^{-3}\ \ c$

-٥ $B = 10^{-2}T$ $\qquad$ عامل الأنفاذ $\mu = 50$

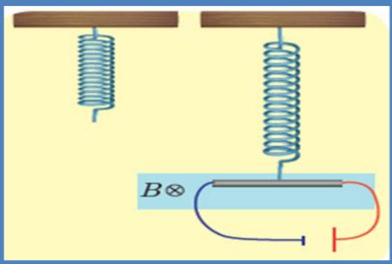
$$\mu = \frac{B'}{B} \Rightarrow B' = \mu.\mathrm{B} = 50 \times 10^{-2} = 0.5\ \ T$$

توازن مستقر $\propto = 0rad$

$$\bar{\phi} = N.s.B\cos(\propto) = 1000 \times 4\pi \times 10^{-4} \times 0.5 \times 1$$

$$\Delta\,\bar{\phi} = 4\pi \times 10^{-2} \times 5 = 12.5 \times 10^{-2} \times 5 = 62.5 \times 10^{-2}\ Weber$$

المسألة عامة (21): ساق نحاسيَّة طولها $80cm$ نحرِّكها بسرعة أفقيَّة ثابتة $\vec{v}$ عموديَّة على شعاع حقل مغناطيسيّ منتظم أفقيّ شدَّته $0.5T$ فيكون فرق الكمون بين طرفي الساق $0.4V$ المطلوب:



1.استنتج العلاقة المحدِّدة لسرعة الساق واحسب قيمتها.

2.نأخذ الساق النحاسيَّة ونعلِّقها من منتصفها ضمن منطقة الحقل السابق بنابض مرن شاقوليّ مهمل الكتلة ثابت صلابته $100N.m^{-1}$ ونمرِّر فيها تيَّاراً كهربائيّاً شدته $20A$ فتتوازن الساق بعد أن يستطيل النابض بمقدار $20cm$ عن طوله الأصليّ:

a. حدِّد على الرسم القوى الخارجيَّة المؤثِّرة على الساق .

b. استنتج بالرموز العلاقة المحدِّدة لكتلة الساق واحسب قيمتها .

المعطيات: $l = 80cm \Rightarrow l = 80 \times 10^{-2} = 8 \times 10^{-1}m$

$B = 0.5 = 5 \times 10^{-1}T$ ، $U = 0.4V$

الحل: ١- $U = \varepsilon$

عندَ تحريكِ السَّاق بسرعةٍ ثابتةٍ $\vec{v}$ ، عموديّة على شُعاعِ الحقلِ المغناطيسيّ المُنتظَم $\vec{B}$ خلالَ فاصلٍ زمنيّ Δt تنتقلُ السّاقُ مسافةَ: $\Delta x = v.\Delta t$

يتغيّرُ السَّطحُ بمقدارِ: $\Delta s = L.\Delta x = L.v.\Delta t$

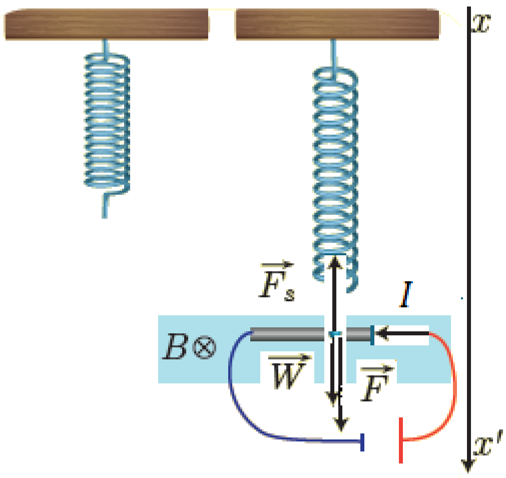
يتغيَّرُ التّدفُّقُ بمقدارِ: $\Delta \phi = B.\Delta s = B.L.v.\Delta t$

فتتولّدُ قوّةٌ مُحرِّكةٌ كهربائيّةٌ مُتحرِّضة قيمتُها المُطلَقة: $\varepsilon = \left|-\frac{\Delta \phi}{\Delta t}\right| = \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$

$$\varepsilon = \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = \frac{B.L.v.\Delta t}{\Delta t} = B.L.v \Rightarrow U = B.L.v \Rightarrow v = \frac{U}{B.L} = \frac{0.4}{0.5 \times 8 \times 10^{-1}}$$

$$\Rightarrow v = \frac{4}{5 \times 8 \times 10^{-1}} = \frac{10}{5 \times 2} = 1 \quad m.s^{-1}$$

-٢ $k = 100N.m^{-1}$ ، $I = 20A$ ، $x = 20cm \Rightarrow x = 20 \times 10^{-2}m$



.a

ندرس الحركة:

1- جملة المقارنة :خارجية　　　2-الجملة المدروسة :الساق المتوازنة

3- القوى الخارجية المؤثرة على الساق:

أ- ثقل الساق $\vec{w}$: $w = m.g$

ب- القوة الكهرطيسية $\vec{F}$: $F = I.L.B\sin\theta \;\; (\theta = \frac{\pi}{2} rad \Rightarrow \sin\theta = 1)$

$$F = I.L.B$$

ج-قوة توتر النابض $\vec{F_s}$: $F_s = k.\bar{x}$

4- نطبق شرط التوازن السكوني $\sum \vec{F} = \vec{0} \;\; \Rightarrow \;\; \vec{w} + \vec{F} + \vec{F_s} = \vec{0}$

5-نسقط الأشعة باتجاه محور شاقولي موجه نحو الأسفل $\overrightarrow{x'x}$

$$+w + F - F_s = 0 \Rightarrow w = -F + F_s \;\Rightarrow m.g = -I.L.B + k.\bar{x}$$

$$m = \frac{-I.L.B + k.\bar{x}}{g} = \frac{-20\times8\times10^{-1}\times5\times10^{-1} + 20\times10^{-2}\times100}{10} = \frac{-8+20}{10} = \frac{12}{10} = 1.2kg$$

المسألة(22): ملفّ دائريٌّ نصف قطره الوسطيّ $4cm$ مؤلّف من 600 لفَّة متماثلة من سلك نحاسيٍّ معزول معلّق من الأعلى بسلك شاقوليّ عديم الفتل ضمن حقل مغناطيسيّ منتظم أفقيّ خطوطه ناظميَّة على مستوى الملفّ شدَّته $0.04T$ نصل طرفي سلك الملفّ بمقياس غلفانيّ .

المطلوب: 1.ندير الملفّ بدءاً من وضع توازنه بزاوية $\frac{\pi}{2} rad$ خلال $0.2s$ احسب شدَّة التيّار المتحرِّض في الملفّ حيث المقاومة الكلّيَّة للدارة 5Ω.

2.نستبدل سلك التعليق السابق بمحور دوران شاقوليّ ثمَّ ندير الملفّ بسرعة زاوية ثابتة تقابل $\frac{2}{\pi} HZ$ المطلوب: a. استنتج بالرموز العلاقة المحدِّدة للقيمة الجبريَّة للقوَّة المحرِّكة الكهربائيَّة المتحرِّضة المتناوبة الجيبيَّة ثمَّ اكتب التابع الزمنيَّ لكلٍّ من هذه القوَّة والتيّار المتحرِّض المتناوب الجيبيّ .

b. احسب طول سلك الملفّ .

المعطيات: $r = 4cm \Rightarrow r = 4 \times 10^{-2} m$ ، $N = 600$ لفة ،

$B = 0.04 = 4 \times 10^{-2} T$ خطوط الحقل ناظميَّة (عمودية) على مستوى الملفّ

(شعاع الحقل يوازي شعاع الناظم $\alpha = 0 rad$)

الحل: ١- $R = 5\Omega$

قبل: $\alpha_1 = 0 rad$	**بعد:** $\alpha_2 = \frac{\pi}{2} rad$

$\Delta t = 0.2s$　　توازن مستقر $\alpha_2 = 0 rad$　　$i = ?$

$$i = \frac{\varepsilon}{R}$$

$$\bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\bar{\phi}}{\Delta t} = -\frac{NsB[\cos(\alpha)]}{\Delta t} = -\frac{NsB[\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1]}{\Delta t}$$

نحسب S : $S = \pi r^2 = \pi(4\times10^{-2})^2 = \pi(16\times10^{-4}) = 16\pi\times10^{-4}$
$S = 50\times10^{-4} = 5\times10^{-3}\ m^2$

$$\bar{\varepsilon} = -\frac{600\times4\times10^{-2}\times5\times10^{-3}(0-1)}{0.2} = -\frac{3\times4\times10^{-2}(-1)}{2\times10^{-1}} = +6\times10^{-1}V$$

$$i = \frac{6\times10^{-1}}{5} = 12\times10^{-2} = 0.12A$$

٢- a. $f = \frac{2}{\pi}HZ$ بفرض أنه في لحظة ما أثناء الدوران كان الناظم على مستوي الملف يصنع مع شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ زاوية قدرها $\propto$ يكون التدفق المغناطيسي ϕ الذي يجتاز سطح الملف

$(\propto = \omega.t)$ $\quad \bar{\phi} = N.B.s.\cos(\propto)$

نعوِّضُ فنجدُ: $\bar{\phi} = N.B.s.\cos(\omega.t)$

وتكونُ القوَّةُ المُحرِّكةُ الكهربائيّةُ المُتحرِّضة ε:

$$\bar{\varepsilon} = -\frac{d\bar{\phi}}{dt}$$

نشتق $\bar{\varepsilon} = -\frac{d[N.B.s.\cos(\omega.t)]}{dt} \Rightarrow \varepsilon = -N.B.s\frac{d[\cos(\omega.t)]}{dt}$

$$\Rightarrow \bar{\varepsilon} = -N.B.s[-\omega\sin(\omega t)] \Rightarrow \bar{\varepsilon} = +N.B.s.\omega\sin(\omega t)$$

تكون ε عُظمَى عندما: $\sin(\omega t) = 1$
$\Rightarrow \varepsilon_{max} = N.B.s.\omega$

$$\Rightarrow \bar{\varepsilon} = \varepsilon_{max}\sin(\omega t)$$

نحسب ε_{max} : $\varepsilon_{max} = N.B.s.\omega$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi\left(\frac{2}{\pi}\right) = \mathbf{4}\ \ rad.s^{-1}$$

$$\varepsilon_{max} = N.B.s.\omega = 600\times4\times10^{-2}\times5\times10^{-3}\times4$$

$$\varepsilon_{max} = 6\times4\times5\times4\times10^{-3} = 480\times10^{-3} = 0.48\quad V$$

$$\Rightarrow \bar{\varepsilon} = \varepsilon_{max}\sin(\omega t) \Rightarrow \bar{\varepsilon} = 0.48\sin(4t)\qquad V$$

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{0.48\sin(4t)}{5} = \frac{2\times0.48\sin(4t)}{2\times5} = \frac{0.96\sin(4t)}{10} = 0.096\sin(4t)\quad A$$

b - $N = \frac{\text{طول سلك}}{\text{محيط اللفة الوشيعة}} = \frac{l'_{\text{سلك}}}{2\pi r} \Rightarrow l'_{\text{سلك}} = N.2\pi r = 600\times2\pi(4\times10^{-2})$

$$l'_{\text{سلك}} = 600\times(8\pi\times10^{-2}) = 6\times25 = 150\ m$$

تفكير ناقد

تُعطَى القوّةُ المُحرِّكةُ الكهربائيّةُ المُتحرِّضةُ الذّاتية بالعلاقةِ: $\varepsilon = -L\frac{di}{dt}$

ناقِشْ علاقةَ ε في كلٍّ من الحالتَين الآتيتَين موضِّحاً جهةَ التيّارِ المُتحرِّض:

1. عندَما تزدادُ شدَّةُ التيّارِ المُحرِّض المارّ في الوشيعة.
2. عندَما تتناقصُ شدَّةُ التيّارِ المُحرِّض المارّ في الوشيعة.

الحل:

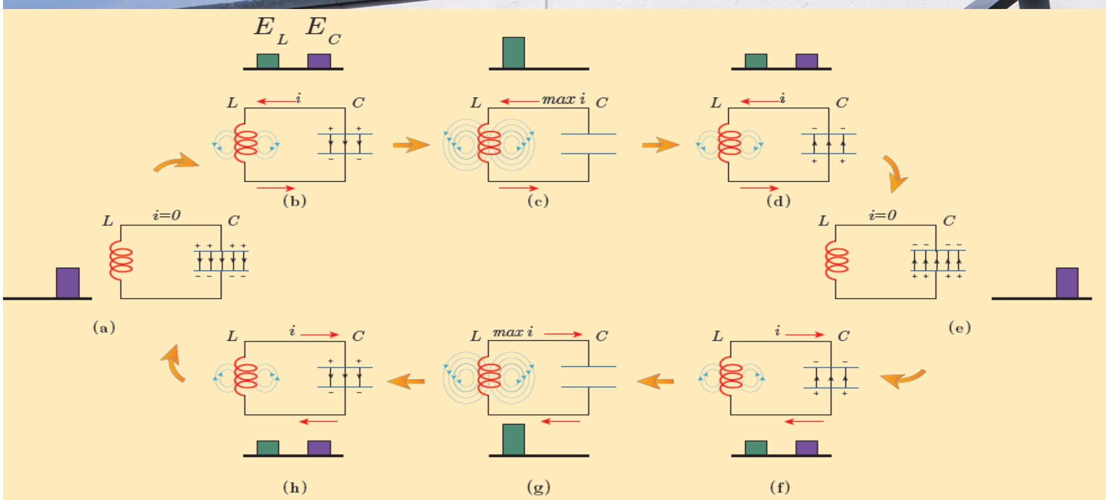
١- عندما تزداد شدة التيار المحرض المار في الوشيعة تزداد الحقل المغناطيسي المحرض المولَد من قبل الوشيعة ذاتها فيزداد التدفق المغناطيسي المحرّض وتصبح القوة المحركة الكهربائية المتحرضة أصغر من الصفر ويكون $\vec{B}$ محرض و $\vec{B'}$ متحرض على حامل واحد وبجهتين متعاكستين

٢- عندما تتناقص شدة التيار المحرض المار في الوشيعة تتناقص الحقل المغناطيسي المحرض المولَد من قبل الوشيعة ذاتها فيتناقص التدفق المغناطيسي المحرّض وتصبح القوة المحركة الكهربائية المتحرضة أكبر من الصفر ويكون $\vec{B}$ محرض و $\vec{B'}$ ويكون متحرض على حامل واحد وبجهة واحدة

أبحث أكثر

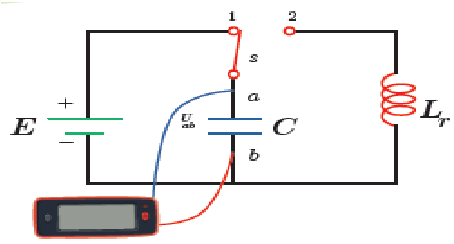
- تُستثمَرُ تيّاراتُ فوكو في تطبيقاتٍ حياتيّةٍ كثيرةٍ ومُتنوِّعةٍ، ابحثْ في طريقةِ استخدامِ تيّاراتِ فوكو في مكابحِ بعضِ القطاراتِ الحديثةِ، وفي الأجهزةِ المُستخدَمةِ للكشفِ عنِ المعادنِ في نقاطِ التفتيشِ الأمنيّةِ ولاسيّما في المطارات.
- تستثمرُ بعضُ الطّائراتِ التيّاراتِ الكهربائيّةَ المُتحرِّضةَ في دارتِها الكهربائيّةِ على إبقاءِ مُحرِّكِها في حالةِ عملٍ حتّى لو حدَثَ عطلٌ في أيِّ نظامٍ كهربائيٍّ فيها، كيفَ يتمُّ ذلكَ؟

الدرس الرابع :الدَّاراتُ المُهتزَّة والتيّاراتُ عاليةُ التَّواتُر



دارةُ الاهتزاز الكهربائيّ:

سؤال: اشرح كيف يتم شحن وتفريغ مكثفة ؟

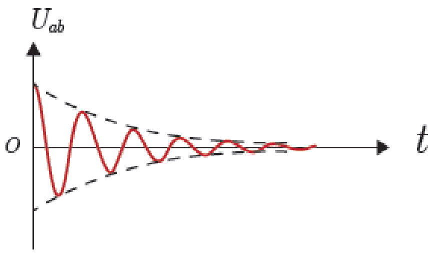


دارة الشحن والتفريغ: نشكّلُ دارةً من مولّدٍ قوتُه المُحرِّكة الكهربائيّة ومُكثّفةً سعتُها ووشيعةً ذاتيتُها مُقاوَمتُها صغيرة، وقاطعةً دوّارةً كما في الشّكلِ، ونصلُ لبوسَي المُكثفة براسمِ اهتزازٍ مهبطيّ.

طريقة الشحن: نضع القاطِعةَ الدوّارةَ في الوضعَ (1) فتُشحَنُ المُكثفة وتختزنُ طاقةً كهربائيّةً.

طريقة التفريغ: نضع القاطِعةَ الدوّارة في الوضعَ (2) تتفرَّغُ شحنةُ المُكثِّفة عبرَ الوشيعة،

- يظهرُ على شاشةِ راسمِ الاهتزاز المُنحني البيانيّ للتوتُّر بينَ طرفَي المُكثِّفة بدلالةِ الزّمن في أثناءِ تفريغِ شحنتِها على شكلِ تفريغٍ دوريّ مُتناوِب مُتخامِد تتناقصُ فيه سعةُ الاهتزازِ حتّى تبلغُ الصّفر، لذا نقولُ إنَّ الاهتزازاتِ الحاصلةَ هي اهتزازاتٌ حرّةٌ مُتخامِدة؛ لأنّها لا تتلقى طاقةً من المولّد.



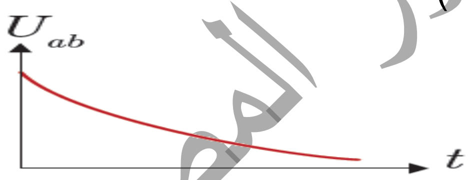
سؤال: عرف الدارة المهتزة:

هي دّارة مُؤلّفة من مُكثّفة، ووشيعة ذاتِ المُقاوَمة الصّغيرة بالدّارة المُهتزّة الحرّة المُتخامِدة، ويكونُ زمنُ T_0الاهتزاز ثابتاً، وبما أنَّ سعةَ الاهتزازِ مُتناقِصة نسمّي هذا الزمن بشبهِ الدّور.

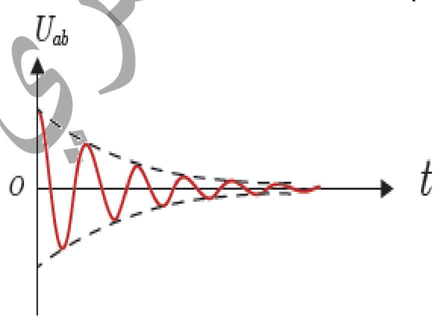
سؤال: اشرح تأثير المقاومة المتغيرة على تفريغ المهتز؟ (دورة شرح المنحنيات البيانية ماذا تمثل)

عندَما نصلُ مع الوشيعة في دارةِ الاهتزا زِ الكهربائيّ على التّسلسُل مُقاوِمة مُتغيِّرة، نجدُ أنّه كّلما زدْنا قيمةَ المُقاوَمة أصبحَ تخامُدُ الاهتزازِ أشدَّ، وإذا بلغَت المُقاوَمةُ قيمةً كبيرةً يظهرُ على شاشةِ الرّاسمِ المُنحني البيانيّ الموضّح في الشّكلِ جانباً، حيثُ التَّفريغُ لا دوريّ باتّجاهٍ واحدٍ

(١)



(٢)



إذاً في الدَّارةR, L, C

1. المُقاوَمة كبيرة بشكل كافٍ يكونُ التَّفريغُ لا دوريّاً باتّجاهٍ واحدٍ.(دورة)

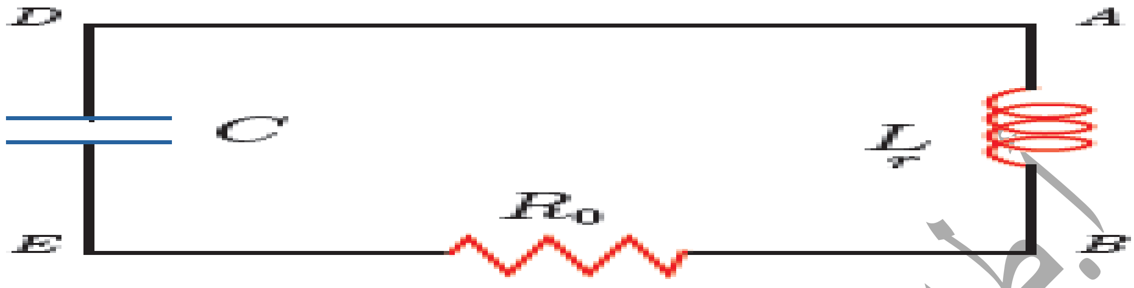
2. المُقاوَمة صغيرة يكونُ التَّفريغ دوريّاً مُتخامِداً باتّجاهَين شبهِ الدّور T_0

3. إذا أهملْنا المُقاوَمات أو عوّضْنا عن الطّاقات الضّائعة يصبحُ التَّفريغُ جيبيّاً، سعةُ الاهتزازِ فيه ثابتةٌ، ودورُهT_0 الخاصُّ و هذه حالةٌ مثاليّة.

الدّراسةُ التَّحليليّة للدّارةِ R, L, C :

سؤال: لدينا لدارة تحتوي على التّسلسُل وشيعة لها مقاومة(L, r) ومُكثَّفة مشحونة سعتُهاC ومُقاوَمةR_0 كما في الشَّكلِ، اكتبْ عبارةَ التّوتُّر بينَ طرفَي كلِّ جزءٍ في الدَّارة، ثمّ استنتجِ المُعادَلة التي تصفُ اهتزازَ الشُّحنة فيها؟

نختارُ اتّجاهاً مُوجِباً للتيّار الكهربائيّ فيكونُ:(دارة مغلقة لاتحوي مولد $\sum \bar{u} = 0$)



$$\bar{u}_{AB} + \bar{u}_{BE} + \bar{u}_{ED} + \bar{u}_{DA} = 0 \ldots\ldots\ldots (*)$$

$$\bar{u}_{AB} = \bar{u}_{L,r} = \bar{u}_L + \bar{u}_r = L(i)'_t + i.r \ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\bar{u}_{BE} = \bar{u}_{R_0} = i.R_0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$\bar{u}_{ED} = \bar{u}_C = \frac{q}{C} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

$\bar{u}_{DA} = 0 \ldots\ldots\ldots (4)$ لإهمال مُقاوَمة أسلاك التوصيل

نعوض في $(*)$: $\bar{u}_{AB} + \bar{u}_{BE} + \bar{u}_{ED} + \bar{u}_{DA} = 0$

$$L(i)'_t + i.r + i.R_0 + \frac{q}{C} + 0 = 0 \Rightarrow L(i)'_t + i(r + R_0) + \frac{q}{C} = 0$$

من قانون ضم المقاومات على تسلسل لدينا Rوr على تسلسل المقاومة المكافئة $R = r + R_0$

$$\Rightarrow L(i)'_t + i.R + \frac{q}{C} = 0$$

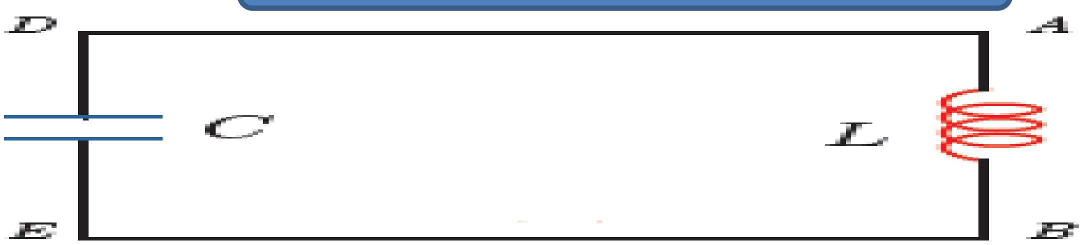
لدينا: $i = (q)'_t$, $(i)'_t = (q)''_t$

$$\Rightarrow L(q)''_t + (q)'_t.R + \frac{q}{C} = 0$$

وهي مُعادَلة تفاضُليّة من المرتبة الثّانية تصفُ اهتزازَ الشُّحنةِ الكهربائيّةِ في دارةٍ كهربائيّةٍ تحتوي علىR, L, C

الاهتزازاتُ الحرَّةُ في الدَّارةِ الكهربائيّةL, C

سؤال: استنتج المُعادَلة التفاضُليّة في دارةٍ مُهتزّةٍ L, C ؟



$$\bar{u}_{AB} + \bar{u}_{BE} + \bar{u}_{ED} + \bar{u}_{DA} = 0 \ldots\ldots\ldots (*)$$

$$\bar{u}_{AB} = \bar{u}_L = L(i)'_t \ldots\ldots\ldots (1)$$

لإهمال مُقاوَمة أسلاك التوصيل $\bar{u}_{BE} = 0 \dots\dots\dots\dots (2)$

$\bar{u}_{ED} = \bar{u}_C = \frac{q}{C} \dots\dots\dots (3)$

لإهمال مُقاوَمة أسلاك التوصيل $\bar{u}_{DA} = 0 \dots\dots (4)$

نعوض في $(*)$: $\bar{u}_{AB} + \bar{u}_{BE} + \bar{u}_{ED} + \bar{u}_{DA} = 0$

$$L(i)'_t + 0 + \frac{q}{C} + 0 = 0 \Rightarrow L(i)'_t + \frac{q}{C} = 0$$

لدينا: $i = (q)'_t$, $(i)'_t = (q)''_t$

$$\Rightarrow L(q)''_t + \frac{q}{C} = 0 \Rightarrow (q)''_t = -\frac{q}{L.C}$$

وهي مُعادَلة تفاضُليّة من المرتبة الثّانية بالنّسبة لـq تقبلُ حلّاً جيبيّاً من الشّكل:

$$\bar{q} = q_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

$\bar{q}$: تابع الشحنة في اللحظة t بالكولوم (c).

q_{max} : الشُّحنةُ العُظمى لِلمُكثِّفة تقدر بالكولوم (c).

ω_0 : النبض الخاص ويقدّرُ $rad.s^{-1}$.

$\bar{\varphi}$: الطورُ الابتدائيُّ في اللحظة $t = 0$ ويقدّرُ بالراديان(rad) .

$(\omega_0 t + \bar{\varphi})$: طورُ الحركةِ في اللحظة t ويقدّرُ بالراديان(rad)

سؤال دورة: انطلاقاً من العلاقة $(q)''_t = -\frac{q}{L.C}$ استنتج علاقة الدور الخاص لدارة المهتزة $L.C$ (علاقة طومسون)؟

$$(q)''_t = -\frac{q}{L.C} \dots\dots\dots\dots (1)$$

وهي معادلةٌ تفاضليّةٌمن المرتبة الثانية تقبلُ حلاًجيبياً من الشكل: $\bar{q} = q_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

للتحقّقِ من صحّة الحلّ نشتقّ تابع الشحنة مرّتين بالنسبة للزّمن نجد:

$$(\bar{q})'_t = -\omega_0 q_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

$$(\bar{q})''_t = -\omega_0{}^2 . q_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

$$(\bar{q})''_t = -\omega_0{}^2 . \bar{q} \dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

بالمقارنة بين (1) و(2) نجد أن : $\omega_0{}^2 = \frac{1}{L.C}$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{L.C}} \dots\dots\dots\dots (1)$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} \dots\dots\dots\dots (2)$$

بالمساواة بين (1)و(2) نجد أن : $\frac{2\pi}{T_0} = \sqrt{\frac{1}{L.C}} \Longrightarrow \frac{T_0}{2\pi} = \sqrt{L.C} \Longrightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{L.C}$

وهي عبارةُ الدَّورِ الخاصّ للاهتزازاتِ الكهربائيّةِ الحرّة غيرِ المُتخامِدة وتُسمَّى علاقة طومسون.

T_0: دورُ الاهتزازاتِ الكهربائيّةِ ويقدَّر بالثانية s في الجملةِ الدّوليّة.

L: ذاتيّةُ الوشيعة وتقدَّرُ بوحدةِ الهنري H في الجملةِ الدّوليّة.

C: سعةُ المُكثِّفة وحدتُها في الجملة الدّوليّة الفاراد F

عبارةُ شدَّةِ التيّار الكهربائيّ في الدَّارة المُهتزَّة:

سؤال دورة: تتألّفُ دارة اهتزازٍ كهربائيّ من مُكثِّفةٍ مشحونة، ووشيعةٍ مُهمَلةِ المُقاوَمة، نغلقُ الدَّارة .المطلوبُ:

1.اكتب تابعَ الشُّحنة بشكِله العام، وكيف يصبحُ تابعُ الشُّحنة، وتابعُ شدَّةِ التيّار المارّ في الدَّارة باعتبارِ مبدأ الزَّمن لحظةَ إغلاقِ الدَّارة.

2.ارسم المُنحنيات البيانيّة لكلٍّ من الشّحنة والشِّدَّة بدلالةِ الزَّمن ،ماذا تستنتجُ؟

الحل: ١- تابعُ الشُّحنة بالعلاقة: $\bar{q} = q_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

بما أنَّ مبدأَ الزَّمن لحظةَ إغلاقِ الدَّارة فإنّ $\varphi = 0rad$ وبالتالي:

$\bar{q} = q_{max}\cos(\omega_0 t)$ وهو تابعُ الشُّحنةِ بشكِله المُختزَل.

إنّ تابعَ الشِّدَّةَ هو مُشتَقّ تابعِ الشُّحنة بالنّسبة للزّمن، أي:

$$i = (\bar{q})'_t = -\omega_0 q_{max}\sin(\omega_0 t)$$

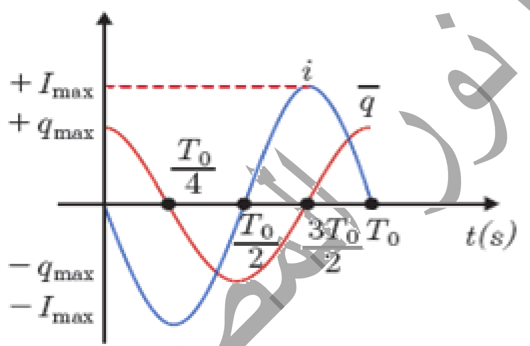
حسب قاعدة مثلثية: $-\sin(\omega_0 t) = \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$

$$i = \omega_0 q_{max}\cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$$

نفرض: $I_{max} = \omega_0 q_{max}$

$i = I_{max}\cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$ وهو تابعُ شدّة التيّار.

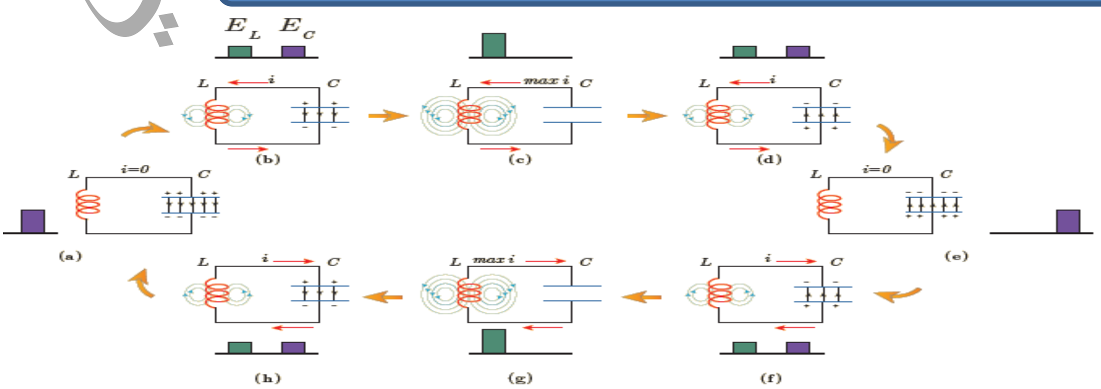
٢-بمُقارَنةِ تابعِ الشِّدَّةِ معَ تابعِ الشُّحنةِ نلاحظُ أنّه على ترابُعٍ مُتقدِّمٍ بالطّور على تابعِ الشُّحنة.



- عندمَا تكونُ شحنةُ المُكثِّفة عُظمى تنعدمُ شدّةُ التيّار في الوشيعة.
- عندمَا تكونُ الشِّدَّةُ عُظمى في الوشيعة تنعدمُ شحنةُ المُكثِّفة.
- تابعُ الشِّدَّةِ على ترابُعٍ متقدّم بالطّور معَ تابعِ الشُّحنة.

الطَّاقة في الدَّارة الكهربائيّة المُهتزَّة:

سؤال: اشرح كيف يتم تبادل الطاقة في الدارة المهتزة خلال دور كامل؟



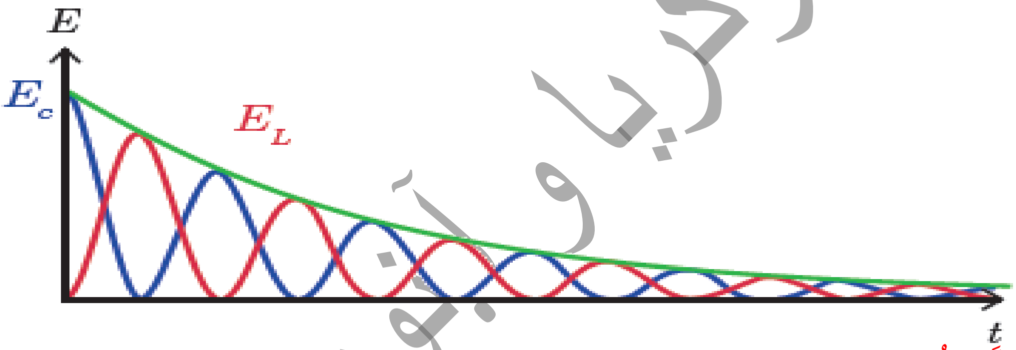
١-تبدأُ المُكثِّفةُ بتفريغ شحنتها في الوشيعة فيزدادُ تيّارُ الوشيعة ببطء حتّى يصلَ إلى قيمةٍ عُظمى نهايةَ ربعِ الدَّور الأوّل من التَّفريغ عندَما تفقدُ المُكثِّفة كاملَ شحنتِها فتختزنُ الوشيعةُ طاقةً كهرطيسيّةً عُظمى $E_L = \frac{1}{2} L I_{max}^2$

٢-ثمَّ يقومُ تيّارُ الوشيعة بشحنِ المُكثِّفة حتّى يصبحَ تيّارُها معدوماً، وتصبحَ شحنةُ المُكثِّفة عُظمى $E_C = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{c}$، فتختزنُ المُكثِّفةُ طاقةً كهربائيّةً عُظمى وهذا يتحقَّقُ في نهايةِ نصفِ الدَّور الأوَّل.

٣-**أمَّا في نصفِ الدّور الثّاني** :تتكرَّرُ عمليتا الشَّحن والتَّفريغ في الاتّجاه المُعاكِس نظراً لتغيُّر شحنة اللّبوسَين، وهكذا يتمُّ تَبادُلُ الطَّاقةِ بينَ المُكثِّفة والوشيعة.

٤- عندَما تكونُ مُقاوَمةُ الوشيعة صغيرةً فإنَّ الطَّاقة تتبدّدُ تدريجيّاً على شكلِ طاقةٍ حراريَّة بفعلِ جولٍ ممَّا يؤدِّي إلى تخامُد الاهتزاز.

٥-**عندَ وجودِ مُقاوَمةٍ كبيرةٍ في الدَّارة** فإنَّ الطَّاقة التي تُعطيها المُكثِّفة إلى الوشيعة والمُقاوَمة تتحوّلُ إلى حرارةٍ بفعل جول في المُقاوَمة، ونسمّي عندَئذٍ التَّفريغَ لا دوريّاً حيثُ تتبدَّدُ طاقةُ المُكثِّفةِ بالكامل دفعةً واحدةً في أثناءِ تفريغِ شحنِتها الأولى عبرَ الوشيعةِ ومُقاوَمة الدَّارة.



الطَّاقةُ الكلّيّة في الدَّارةِ المُهتزَّة L, C

سؤال دورة: استنتج علاقة الطاقة الكلية في الدارة المهتزة L, C؟

الطَّاقةُ الكلّيّة في دارةٍ مُهتزَّةٍ هي مجموعُ طاقةِ المُكثِّفةِ وطاقةِ الوشيعة.

$$E_{total} = E_L + E_C \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (*)$$

١-نوجد E_C :

$$E_C = \frac{1}{2}\frac{q^2}{c}$$

تابع المطال

$$\bar{q} = q_{max}\cos(\omega_0 t)$$ نربع التابع

$$q^2 = q_{max}^2 . \cos^2(\omega_0 t)$$ نعوض في E_C

$$E_C = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2 . \cos^2(\omega_0 t)}{c} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

٢-نوجد E_L :

تابع التيار

$$E_L = \frac{1}{2} L . i^2$$

نربع $i = (\overline{q})'_t = -\omega_0 q_{max} \sin(\omega_0 t)$

نعوض في E_L $\quad i^2 = {\omega_0}^2 . q_{max}^2 . \sin^2(\omega_0 t)$

$$E_L = \frac{1}{2} L . {\omega_0}^2 . q_{max}^2 . \sin^2(\omega_0 t)$$

لدينا $\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{L.C}} \Longrightarrow {\omega_0}^2 = \frac{1}{L.C} \Longrightarrow {\omega_0}^2 . L = \frac{1}{C}$

$$E_L = \frac{1}{2} \frac{q_{max}^2 . \sin^2(\omega_0 t)}{C} \quad \dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

نعوض (1) و(2) في (*)

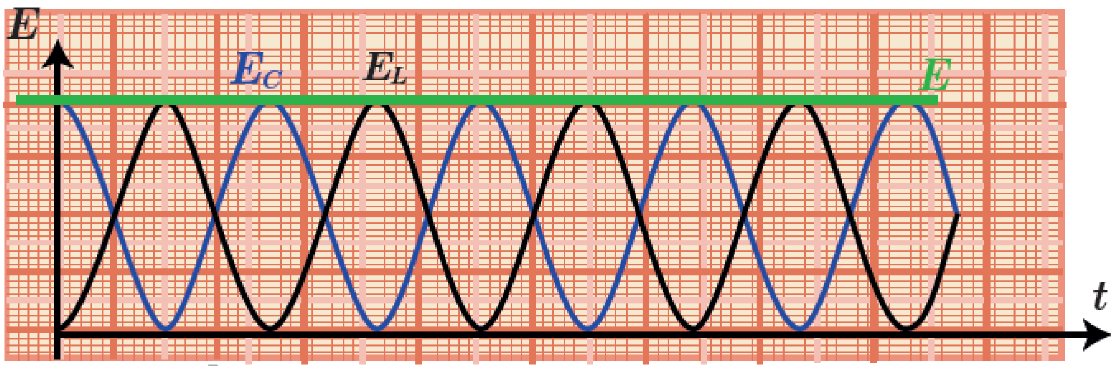
$$E_{total} = \frac{1}{2} \frac{q_{max}^2 . \cos^2(\omega_0 t)}{c} + \frac{1}{2} \frac{q_{max}^2 . \sin^2(\omega_0 t)}{c}$$

$$E_{total} = \frac{1}{2} \frac{q_{max}^2}{c} . [\cos^2(\omega_0 t) + \sin^2(\omega_0 t)]$$

$$E_{total} = \frac{1}{2} \frac{q_{max}^2}{c} . [1] \Longrightarrow \boxed{E_{total} = \frac{1}{2} \frac{q_{max}^2}{c} = const}$$

وبالطريقةِ نفسِها نصلُ إلى العلاقة:

$$\boxed{E_L = \frac{1}{2} L . I_{max}^2 = const}$$



نتيجة: • إنَّ الطَّاقةَ الكلّيّة لدارةٍ تحتوي مُكثِّفةً وذاتيّةً صرفة(ليس لها مُقاوَمة)ثابتةٌ وتُساوي الطاقةَ العظمى للمُكثِّفةِ المشحونةِ أو تُساوي الطاقة العُظمى للوشيعة؛ أي أنّه في دارةٍ مُهتزَّة في أثناء التَّفريغ تتحوّلُ الطَّاقةُ بشكلٍ دوريّ من طاقةٍ كهربائيّةٍ في المُكثِّفة إلى طاقةٍ كهرطيسيّةٍ في الوشيعةِ وبالعكس، ولكنَّ المجموعَ يبقى ثابتاً.

• الطَّاقةُ الكلّيّة للدَّارة المُهتزَّة (L, C) مقدارٌ ثابتٌ في كلِّ لحظةٍ وتمثّلُ بخطٍّ مُستقيم يُوازي محورَ الزَّمن.

التيّاراتُ عاليةُ التَّواتُر:

مثال: تتألَّفُ دارةُ اهتزازٍ كهربائيٍّ عاليةِ التَّواتُرِ من مُكثِّفةٍ سعتُها صغيرةٌ من رتبةِ $C = 10^{-8}F$ موصولةٍ معَ وشيعةٍ مُهمَلةِ المُقاوَمةِ ذاتيتُها صغيرةٌ من رتبةِ $10^{-4}H$ احسبْ دورَ التَّفريغ وتواتُره، ماذا نسمّي التيّارَ الموافِقَ لهذا التَّواتُر؟

المعطيات: $L = 10^{-4}H \quad C = 10^{-8}F$

الحل: $T_0 = 2\pi\sqrt{L.C} = 2\pi\sqrt{10^{-4} \times 10^{-8}} = 2\pi\sqrt{10^{-12}} = 2\pi \times 10^{-6}sec$

$$f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi\times10^{-6}} = \frac{10^6}{2\pi}\ H$$

نحصلُ على تيّارٍ عالي التَّواتُر.

خصائصُ التيّاراتِ عاليةِ التَّواتُر:

الوشيعة	المكثفة
$X_L = \omega.L = 2\pi f.L$ X_L يتناسب طرداً مع التواتر f **اذا كان التواتر عالي تكون ممانعة الوشيعة لمرور تيار عالي التواتر كبيرة أي الوشيعة تمرر تيار منخفض التواتر** **نتيجة:** تُبدي الوشيعةُ مُمانَعةً كبيرةً للتيّاراتِ عاليةِ التَّواتُر فيمرُّ فيها تيّارٌ شدّتُه المُنتِجةُ ضعيفةٌ جدّاً.	$X_C = \frac{1}{\omega.C} = \frac{1}{2\pi f.C}$ X_C يتناسب عكساً مع التواتر f **اذا كان التواتر عالي تكون ممانعة المكثفة لمرور تيار عالي التواتر صغيرة أي المكثفة تمرر تيار عالي التواتر** **نتيجة:** تُبدي المكثفة مُمانَعةً صغيرةً للتيّاراتِ عاليةِ التَّواتُر فيمرُّ فيها تيّارٌ شدّتُه المُنتِجةُ كبيرةٌ.

ملاحظة: تُعطى العلاقةُ التي تمثِّلُ مُمانَعةَ الوشيعةِ بالشَّكل: $Z_L = \sqrt{r^2 + (\omega.L)^2}$

فإذا كانَت r مُهمَلةً تؤول المُمانَعةِ إلى ردّيةِ الوشيعة: $X_L = \omega.L$

مسألة محلولة: نشحنُ مُكثِّفةً سعتُها $C = 1\mu F$ تحتَ توتُّرٍ كهربائيّ $U_{ab} = 100V$ ثمَّ نصلُها في اللَّحظة $t = 0$ بينَ طرفَي وشيعةٍ ذاتيتُها $L = 10^{-3}H$ ومقاوِمتُها مُهمَلة. المطلوبُ حسابُ:

1.الشُّحنةِ الكهربائيّة لِلمُكثِّفة والطَّاقة الكهربائيّة المُختزَنة فيها عندَ اللّحظة.

2.تواتُرِ الاهتزازاتِ الكهربائيّةِ المارَّة فيها.

3.شدّةِ التيّارِ الأعظميِّ المارّ في الدَّارة.

المعطيات: $C = 1\mu F \Longrightarrow C = 10^{-6}F$ ، $U_{ab} = U_{max} = 100V$ عظمى لأنّ $t = 0$

$L = 10^{-3}H$

الحل: $U_{max} = \frac{q_{max}}{C} \Longrightarrow q_{max} = U_{max}.C = 100 \times 10^{-6} = 10^{-4}$ (كولومC)

تكون طاقة المكثفة عظمى

$$E_C = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{C} \Longrightarrow E_C = \frac{1}{2}\frac{(10^{-4})^2}{10^{-6}} = \frac{1}{2} \times 10^{-2} = 5 \times 10^{-3}J$$

-٢ $f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{10^{-3}\times10^{-6}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{10^{-9}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{10^{-9}\times10}{10}}} = \frac{1}{2\sqrt{10^{-8}}}$

$$f_0 = \frac{1}{2\times10^{-4}} = \frac{10^4}{2} = 5 \times 10^3 = 5000 \ HZ$$

-٣ $i = \omega_0 q_{max} \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$

نفرض: $I_{max} = \omega_0 q_{max} = 2\pi f_0 q_{max} = 2\pi \left(\frac{10^4}{2}\right) 10^{-4} = \pi \ A$

حل الأسئلة النظرية:

أولا :اختر الإجابةَ الصَّحيحة:

1.تتألّفُ دارةً مُهتزّةً من مُكثِّفةٍ سعتُها C ووشيعةٍ ذاتيتُها L دورُها الخاصّ T_0 استبدلْنا المُكثِّفةَ C بمُكثِّفةٍ أخرى سعتها $C' = 2C$ يصبحُ دورُها الخاصّ $T_0{}'$ فتكونُ العلاقةُ بينَ الدَّورَين:

$T_0{}' = \sqrt{2}T_0$ .a $\quad T_0 = \sqrt{2}T_0{}'$ .b $\quad T_0 = 2T_0{}'$ .c $\quad T_0{}' = 2T_0$ .d

الحل: قبل	بعد
$T_0 = 2\pi\sqrt{L.C}$	$T_0{}' = 2\pi\sqrt{L.C'}$ $T_0{}' = 2\pi\sqrt{L.(2C)}$ $T_0{}' = \sqrt{2}2\pi\sqrt{L.C}$ $T_0{}' = \sqrt{2}T_0$

الإجابة: $T_0{}' = \sqrt{2}T_0$ .a

2.تتألّفُ دارةً مُهتزّةً من مُكثِّفةٍ سعتُها C ووشيعةٍ ذاتيتُها L تواترها الخاصّ f_0 نستبدلُ الذّاتيّةَ بذاتيةٍ أخرى $L' = 2L$ و المُكثِّفةَ C بمُكثِّفةٍ أخرى سعتها $C' = \frac{C}{2}$ يصبحُ تواترها الخاصّ $f_0{}'$ فتكونُ العلاقةُ بينَ التواترين:

$f_0{}' = f_0$ .a $\quad f_0{}' = 2f_0$ .b $\quad f_0{}' = \frac{1}{2}f_0$ .c $\quad f_0{}' = \frac{1}{4}f_0$ .d

الحل: قبل	بعد
$f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}$	$f_0{}' = \frac{1}{T_0{}'} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L'.C'}}$ $f_0{}' = \frac{1}{T_0{}'} = \frac{1}{2\pi\sqrt{2L.\frac{C}{2}}}$ $f_0{}' = \frac{1}{T_0{}'} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}$ $f_0{}' = f_0$

الإجابة: $f_0{}' = f_0$ .a

ثانياً :أجب عن الأسئلةِ الآتية:

1.تتألّفُ دارةً من مُقاوَمة أومية ومُكثِّفةً فهل يمكنُ اعتبارُها دارةً مُهتزَّةً؟ ولماذا؟

الحل: لا يمكن .لعدم وجود وشيعة تختزن الطاقة التي تعطيها المكثفة.

2.متى يكونُ توزيعُ المُكثِّفة في وشيعةٍ لا دوريّاً؟ ولماذا؟

الحل: إن الطاقة التي تعطيها المكثفة للوشيعة والمقاومة تتحوّل إلى حرارة بفعل جول في المقاومة ، حيث تتبدّد كامل طاقة المكثفة دفعة واحدة أثناء تفريغ شحنتها الأولى عبر الوشيعة ومقاومة الدارة.

3.استنتج أنَّ طاقة دارةِ (L, C) مقدارٌ ثابتٌ في كلِّ لحظةٍ معَ رسمِ الخطوطِ البيانيّة.

الحل: كما في النظري محلول

4.كيفَ يتمُّ تَبادُلُ الطَّاقةِ بينَ المُكثَّفةِ والوشيعةِ في دارةٍ مُهتزَّةٍ خلالَ دورٍ واحدٍ؟

الحل: كما في النظري محلول

5.لماذا تنقصُ الطَّاقةُ الكلّيّة في دارةٍ مُهتزَّةٍ تحوي(مُقاوَمة ذاتيّة، مُكثِّفة)في أثناءِ التَّفريغ؟

الحل: تنقص الطاقة الكلية في دارة مهتزة تحوي(مقاومة ذاتية، مكثفة)في أثناء التفريغ بسبب تبدّد الطاقة بفعل جول في المقاومة الأومية.

6.اكتب التّابعَ الزّمنيَّ للشّحنة اللّحظيّة مُعتبِراً مبدأَ الزّمن عندَما تكونُ $\varphi = 0rad$ ثمَّ استنتجْ عبارةَ الشِّدَّةِ اللّحظيّة ووازِن بينَهما من حيث الطّور.

الحل: كما في النظري محلول

ثالثاً :أعطِ تفسيراً علميّاً معَ كتابةِ العلاقاتِ المُناسِبة عندَ اللّزوم:

1.تُبدي المُكثِّفةُ مُمانَعةً كبيرةً للتيّاراتِ مُنخفِضةِ التَّواتر.

الحل: ممانعة المكثفة (اتساعية المكثفة) تعطى بالعلاقة: $X_C = \frac{1}{\omega.C} = \frac{1}{2\pi f.C}$

نجد أن اتساعية المكثفة تتناسب **عكساً** مع تواتر التيار ففي حالة التيارات منخفضة التواتر تكون ممانعة المكثفة كبيرة.

2.تُبدي الوشيعةُ مُمانَعةً كبيرةً للتيّاراتِ عاليةِ التَّواتُر.

الحل: ممانعة الوشيعة مهملة المقاومة (ردّية الوشيعة) تعطى بالعلاقة

$X_L = \omega.L = 2\pi f.L$ نجد أن ردّية الوشيعة تتناسب **طرداً** مع تواتر التيار ففي حالة التيارات عالية التواتر تكون ممانعة الوشيعة كبيرة.

3. تَستخدمُ دارةً تحوي على التَّفرُّع مُكثِّفةً ووشيعةً لفصلِ التيّاراتِ عاليةِ التَّواتُرِ عن مُنخفِضةِ التَّواتُر.

الوشيعة	المكثفة
$X_L = \omega . L = 2\pi f . L$ X_L يتناسب طرداً مع التواتر f **اذا كان التواتر عالي تكون ممانعة الوشيعة لمرور تيار عالي التواتر كبيرة أي الوشيعة تمرر تيار منخفض التواتر** **نتيجة:** تُبدي الوشيعةُ مُمانَعةً كبيرةً للتيّاراتِ عاليةِ التَّواتُر	$X_C = \frac{1}{\omega . C} = \frac{1}{2\pi f . C}$ X_C يتناسب عكساً مع التواتر f **اذا كان التواتر عالي تكون ممانعة المكثفة لمرور تيار عالي التواتر صغيرة أي المكثفة تمرر تيار عالي التواتر** **نتيجة:** تُبدي المكثفة مُمانَعةً صغيرة للتيّاراتِ عاليةِ التَّواتُر

ثالثاً: حلَّ المسائل الآتية:

المسألة الأولى: تتألَّفُ دارةً مُهتزَّة من:

1. مُكثِّفةٍ إذا طبق بينَ لبوسَيها فرقُ كمونٍ $50V$ شحنَ كلّ من لبوسَيها $0.5\mu C$

2. وشيعةٍ طولُها $10cm$ وطولُ سلكِها $16m$ بطبقةٍ واحدةٍ مُقاوَمتُها مُهمَلة.

المطلوب: **1.** احسبْ تواتُرَ الاهتزازاتِ الكهربائيّةِ المارّ فيها.

2. احسبْ شدَّةَ التيّارِ الأعظميّ المارّ في الدَّارة.

المعطيات: $U_{max} = 50V$ ، $q_{max} = 0.5\mu C \Rightarrow q_{max} = 0.5 \times 10^{-6} = 5 \times 10^{-7} C$ $l = 10cm \Rightarrow l = 10 \times 10^{-2} = 10^{-1}\, m$ طول الوشيعة، $l' = 16m$ طول السلك

الحل: ١- $f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}$

نحسب C :	$U_{max} = \frac{q_{max}}{C} \Longrightarrow C = \frac{q_{max}}{U_{max}} = \frac{5\times 10^{-7}}{50} = 10^{-8}\ (F)$
نحسب L :	$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2 . S}{l}$ لدينا $N = \frac{l'}{2\pi r}$ ، $S = \pi r^2$ $\Longrightarrow L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\left(\frac{l'}{2\pi r}\right)^2 . \pi r^2}{l} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\frac{l'^2}{4\pi^2 . r^2} . \pi r^2}{l} = 10^{-7} \frac{l'^2}{l}$ $\Longrightarrow L = 10^{-7} \frac{(16)^2}{10^{-1}} = 10^{-6} (16)^2\ H$

$$f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{10^{-6}(16)^2 \times 10^{-8}}} = \frac{1}{2\pi(10^{-3} \times 16 \times 10^{-4})} = \frac{1}{32\pi \times 10^{-7}}$$

$$f_0 = \frac{10^7}{32\pi} = \frac{10^7}{100} = 10^5 HZ$$

٢- $i = \omega_0 q_{max} \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$

نفرض: $I_{max} = \omega_0 q_{max} = 2\pi f_0 q_{max} = 2\pi(10^5) 5 \times 10^{-7} = \pi \times 10^{-1}\ A$

المسألة الثانية: نريدُ أن نحقّق دارةً مُهتزَّةً مفتوحةً، طولُ مَوجةِ الاهتزازِ الذي تشعُّه $200m$ فنؤلِّفُها من ذاتيّةٍ قيمتُها $0.1\mu H$ ومن مُكثِّفةٍ مُتغيِّرةِ السّعة. المطلوب: احسب سعةَ المُكثِّفةِ اللّزمةِ لذلكَ علماً أنَّ سرعةَ انتشارِ الاهتزاز $v = 3 \times 10^8 m.s^{-1}$

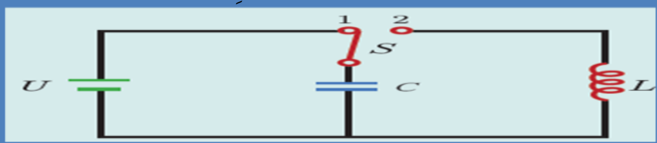
المعطيات: $L = 0.1\mu H \Rightarrow L = 0.1 \times 10^{-6} = 10^{-7} H$ ، $v = 3 \times 10^8 m.s^{-1}$
$\lambda = 200m$

الحل: نحسب f_0 أولاً من λ : $\lambda = \frac{v}{f_0} \Rightarrow f_0 = \frac{v}{\lambda} = \frac{3\times10^8}{200} = \frac{3}{2} \times 10^6 HZ$

نحسب السعة C من f_0 : $f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}$ نربع ${f_0}^2 = \frac{1}{4\pi^2 L.C}$

$$\Rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 L.{f_0}^2} = \frac{1}{40\times10^{-7}(\frac{3}{2}\times10^6)^2} = \frac{1}{40\times10^{-7}\times\frac{9}{4}\times10^{12}} = \frac{1}{9\times10^6} = \frac{10^{-6}}{9}\ F$$

المسألة الثالثة: نكوّنُ دارةً كما في الشّكلِ المجاوِرِ والمُؤلَّفة من: ١- مُكثِّفةٍ سعتُها $C = 2 \times 10^{-5} F$ ٢- وشيعةٍ مُقاوَمتُها r وذاتيتها ٣- مولِّدٍ يُعطي توتُّراً ثابتاً قيمتُه $U_{max} = 6V$ ٤- قاطعةٍ
المطلوب: 1.نغلقُ القاطِعةَ في الوضعِ(١) لِنَشحنَ المُكثِّفة . احسبِ الشُّحنةَ المُختزَنةَ في المُكثِّفةِ عندَ نهايةِ الشّحن. 2.نغلقُ القاطعةَ في الوضعِ(٢) فسِّرْ ما يحدثُ في الدَّارة .



المعطيات: $C = 2 \times 10^{-5} F$ $U_{max} = 6V$

الحل: ١-

$$U_{max} = \frac{q_{max}}{C} \Rightarrow q_{max} = U_{max}.C = 6 \times 2 \times 10^{-5} = 12 \times 10^{-5}\ (C)$$

٢- عندما تلامس القاطعة الوضع(٢) تتفرغ شحنة المكثفة عبر الوشيعة على شكل تفريغ دوري متناوب متخامد تتناقص فيه سعة الاهتزاز لعدم وجود مولد حتى ينعدم تيار التفريغ

المسألة الرابعة: مُكثَّفة سعتُها $C = 10^{-12}F$ تُشحَنُ بوساطة مُولِّدِ تيّارٍ مُتواصِل، فرقُ الكمونِ بينَ طرفَيه $U_{max} = 10^{3}V$ ومقاومتُه مُهمَلة: المطلوب:

1.احسبْ شحنة المُكثِّفةِ والطَّاقةَ المُختزنة فيها.

2.بعد شحنِ المُكثِّفة توصَلُ بوشيعةٍ ذاتيتُها$16mH$ مُقاوَمتها الأومية مُهمَلة. المطلوبُ:

أ- صِفْ ما يحدثُ.   ب- احسبْ تواتُر الاهتزازات الكهربائيّة.

ج-اكتبِ التّابعَ الزّمني لكلٍّ من الشُّحنةِ وشدَّةِ التيّار بدءاً من الشّكل العام مُعتبِراً مبدأ الزّمنِ لحظةَ وصلِ المُكثّفةِ المشحونةِ بالوشيعة.

المعطيات: $C = 10^{-12}F$ ، $U_{max} = 10^{3}V$ ، $L = 12mH \Longrightarrow L = 16 \times 10^{-3}H$

الحل: ١- $U_{max} = \frac{q_{max}}{C} \Longrightarrow q_{max} = U_{max}.C = 10^{3} \times 10^{-12} = 10^{-9}\ (C)$

تكون طاقة المكثفة عظمى

$$E_C = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{c} \Longrightarrow E_C = \frac{1}{2}\frac{(10^{-9})^2}{10^{-12}} = \frac{1}{2} \times 10^{-6} = 5 \times 10^{-7}J$$

٢- أ- عندما نصل المكثفة المشحونة بالوشيعة مقاومتها الأومية مهملة تتفرغ شحنة المكثفة عبر الوشيعة على شكل تفريغ دوري متناوب غير متخامد فيه سعة الاهتزاز ثابتة وندعو زمن التفريغ بالدور الخاص

ب-
$$f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{16\times10^{-3}\times10^{-12}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{16\times10^{-15}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{16\times10^{-15}\times10}{10}}}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\sqrt{16\times10^{-14}}} = \frac{1}{2(4\times10^{-7})} = \frac{10^{7}}{8}\ HZ$$

ب-
$$q = q_{max}\cos(\omega_0 t)$$

نحسبω_0 :
$$\omega_0 = 2\pi f_0 = 2\pi\left(\frac{10^{7}}{8}\right) = \pi\left(\frac{10^{7}}{4}\right)rad.s^{-1}$$

$$q = 10^{-9}\cos(\pi\left(\frac{10^{7}}{4}\right)t)\qquad C$$

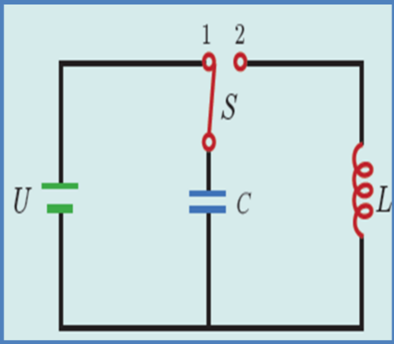
$$i = \omega_0 q_{max}\cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$$

نفرض:
$$I_{max} = \omega_0 q_{max} = \pi\left(\frac{10^{7}}{4}\right)10^{-9} = \pi\left(\frac{10^{-2}}{4}\right)\ A$$

$$i = \pi\left(\frac{10^{-2}}{4}\right)\cos(\pi\left(\frac{10^{7}}{4}\right)t + \frac{\pi}{2})\qquad A$$

المسألة الخامسة 1.نركِّبُ الدّارةَ الموضّحة بالشّكل سعة المكثفة $C = 10^{-12}F$ نطبق توتر $U_{max} = 10^{3}V$ وشيعة مقاومتها الأومية مهملة ذاتيتها $L = 10^{-3}H$ حيثُ نصلُ القاطِعة إلى الوضعِ(١) احسبِ القيمةَ العُظمى لشحنةِ المُكثِّفة .

2.نحوّلُ القاطعةَ إلى الوضعِ(٢) احسبْ تواتُر التيّارِ المُهتزِّ المارّ من الوشيعةِ ونبضه، واكتبِ التّابع الزّمني للشدّةِ اللّحظيّة



المعطيات : $C = 10^{-12}F$ ، $U_{max} = 10^{3}V$ ، $L = 10^{-3}H$

الحل: ١- $U_{max} = \frac{q_{max}}{C} \Longrightarrow q_{max} = U_{max}.C = 10^{3} \times 10^{-12} = 10^{-9}\ (C\ )$

٢- $f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{10^{-3}\times 10^{-12}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{10^{-15}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{10^{-15}\times 10}{10}}}$

$$f_0 = \frac{1}{2\sqrt{10^{-14}}} = \frac{1}{2(10^{-7})} = \frac{10^{7}}{2} = 5 \times 10^{6}\ \ HZ$$

$$i = \omega_0 q_{max} \cos(\,\omega_0 t + \tfrac{\pi}{2})$$

$$\omega_0 = 2\pi f_0 = 2\pi(5 \times 10^{6}) = \pi(10^{7}) rad.s^{-1}$$

نفرض: $I_{max} = \omega_0 q_{max} = \pi(10^{7})10^{-9} = \pi \times 10^{-2}\ A$

$$i = \pi \times 10^{-2} \cos(\pi(10^{7})t + \tfrac{\pi}{2}) \qquad A$$

تفكير ناقد

كيفَ تفصلُ التيّاراتِ عاليةِ التّواتُرِ عن التيّاراتِ مُنخفِضةِ التّواتُر.

الحل: بوضع مكثفة فتمرر تيار عالي التواتر ووشيعة فتمرر تيار منخفض التواتر وهكذا نكون قد فصلنا التيارات عالية التواتر عن التيارات منخفضة التواتر

أبحث أكثر

في دارةٍ مُهتزّةٍ نحصلُ على الحالةِ المثاليةِ عمليّاً بإضافةِ ثنائي قطبٍ يعوّضُ في كلّ لحظةٍ الطّاقةَ المُبدَّدة. أبحثُ في مُكوِّناتِ ثنائي القطبِ اللّازم موضّحاً مفهومَ الحالةِ الحرجة.