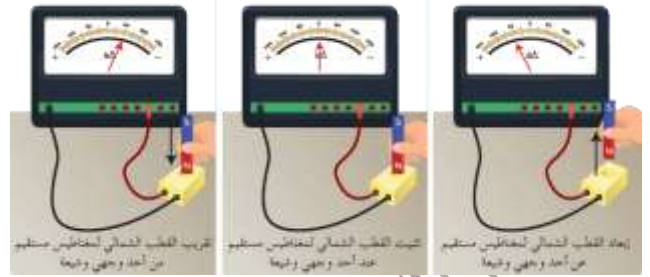


التحريض الكهروضي

قانون فارداي: تجربة (1):



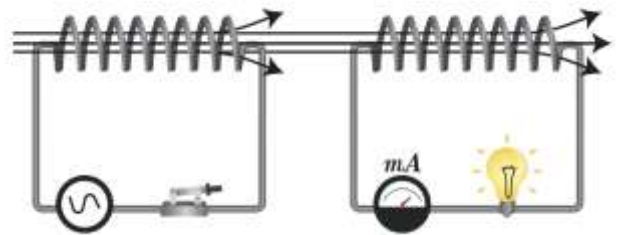
عند اقتراب أو ابتعاد القطب الشمالي لمغناطيس مستقيم من وجه الوشيعه يزداد (عند الاقتراب) أو يتناقص (عند الابتعاد) التدفق المغناطيسي في الوشيعه (دائرة مغلقة) فتنشأ قوة مُحَرِّضَةٌ كهربائية مُحَرِّضَةٌ تعمل على توليد تيار متحرض .

يسمى التيار المتولد عن تغير التدفق المغناطيسي عبر الدارة بالتيار المتحرض ويسمى المغناطيس المتحرك بالحرص

وتسمى حادثة توليد التيار المتحرض بواسطة المغناطيس الحرص بمحادثة التحريض الكهروضي .

وعند توقف المغناطيس الحرص عن الحركة يصبح التدفق المغناطيسي عبر الدارة ثابتاً فينعدم التيار المتحرض .

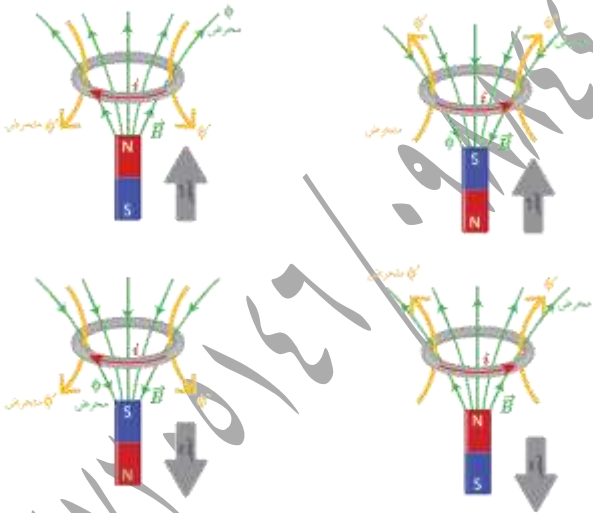
تجربة (2):



نصل طرفي الوشيعه الأولى بمأخذٍ لمولد تيار كهربائي مُتَنَوِّبٍ جيبِيٍّ ثم نضع الوشيعه الثانية ليكون محورهما مُنطَبِقًا على محور الوشيعه الأولى وأصل طرفيها بواسطة أسلاك التوصيل إلى المصباح الكهربائي ومقياس ميكرو أمبير نغلق دائرة

الوشيعه الأولى ونراقب المصباح الكهربائي ومقياس الميلي أمبير في الدارة الثانية فيتولد تيار كهربائي في الدارة الثانية على الرغم من عدم وجود مولد فيها، وهو ناتج عن التحريض الكهروضي ويدعى بالتيار الكهربائي المتحرض ويعلم ذلك أن الوشيعه الأولى تولد حقلاً مغناطيسياً مُتَنَوِّبًا جيبياً فيتغير التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الوشيعه الثانية، وتولد قوة مُحَرِّضَةٌ كهربائية مُحَرِّضَةٌ تسبب مرور التيار الكهربائي المتحرض .

نص قانون فارداي: يتولد تيار كهربائي مُحَرِّضٌ في دائرة مُغلقة إذا تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازها ويدوم هذا التيار بدوام تغير التدفق لينعدم عند ثبات التدفق المغناطيسي الحرص .
قانون لنز:



1) إن تقريب القطب الشمالي من أحد وجهي الوشيعه يولد فيها تياراً كهربائياً مُحَرِّضاً فيولد بدوره حقلاً مغناطيسياً مُحَرِّضاً، جهته بعكس جهة الحقل الناجم عن المغناطيس الحرص الذي قربناه من وجه الوشيعه، وكذلك الأمر بالنسبة إلى تقريب القطب الجنوبي .

تناسب القوة المحركة الكهربائية المتحيزة \mathcal{E} :

(1) طرداً مع تغير التدفق المغناطيسي المتحيز $d\Phi$.

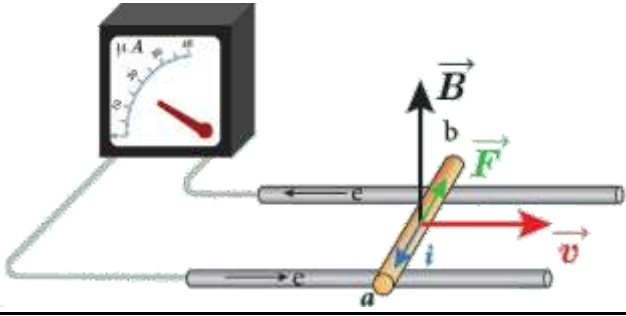
(2) عكساً مع زمن تغير التدفق المغناطيسي المتحيز dt .

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt}$$

حيث نستخدم الإشارة السالبة مع قانون لنز.

التعليل الإلكتروني لنشوء التيار المتحيز والقوة

المحركة الكهربائية المتحيزة:



ندرج الساق الناقل على السكين فينحرف مؤشر مقياس

الميكرو أمبير دليل مرور تيار كهربائي متحيز نعل ذلك بأنه:

عند تحريك الساق بسرعة ثابتة عمودياً على خطوط الحقل

المغناطيسي فإن الإلكترونات الحرة في الساق ستتحرك

بهذه السرعة وسطياً ومع خضوعها لتأثير الحقل المغناطيسي المنتظم

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

وبتأثير هذه القوة تحرك الإلكترونات الحرة في الساق وتولد قوة

محركة كهربائية تحريضية تسبب مرور تيار كهربائي متحيز عبر

الدائرة المغلقة جهته الاصطلاحية بعكس جهة حركة الإلكترونات الحرة

أي بعكس جهة القوة المغناطيسية.

(2) إن إبعاد القطب الشمالي للمغناطيس المتحيز عن

أحد وجهي الوشيعية يؤدي إلى تولد تيار متحيز في

الوشيعية يولد بدوره حقلاً مغناطيسياً متحيزاً تتفق جهته مع جهة الحقل

الناجم عن المغناطيس المتحيز، وكذلك الأمر بالنسبة إلى

إبعاد القطب الجنوبي.

(3) تسعى الوشيعية لإيقاص التدفق المغناطيسي الذي

يجتازها في حال تزايد التدفق المغناطيسي المتحيز التاجم

عن تقرب المغناطيس.

(4) تسعى الوشيعية لزيادة التدفق المغناطيسي الذي

يجتازها في حالة إيقاص التدفق المغناطيسي المتحيز التاجم

عن إبعاد المغناطيس.

نص قانون لنز: إن جهة التيار المتحيز في دائرة مغلقة تكون

محيث ينبج أفعالاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه.

القوة المحركة الكهربائية المتحيزة:



هي فرق الكمون بين طرفي الدائرة والناجم عن

تغير التدفق المغناطيسي خلال تغير الزمن.

عند فتح الدارة:

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

فتكون الاستطاعة الكهربائية الناتجة:

$$P = \varepsilon i$$

$$P = (BLv) \times \left(\frac{BLv}{R}\right)$$

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

ولكن عند تحريك الساق بسرعة v تنشأ قوة كهروضويسيّة، جهتها

بعكس جهة حركة الساق المسيبة لنشوء التيار المتحرض، ولا استمرار

تولد التيار يجب التغلب على هذه القوة الكهروضويسيّة بصرف

استطاعة ميكانيكية P' .

$$P' = Fv$$

$$F = iLB \sin \frac{\pi}{2} \Rightarrow F = iLB$$

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

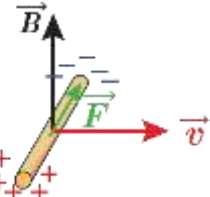
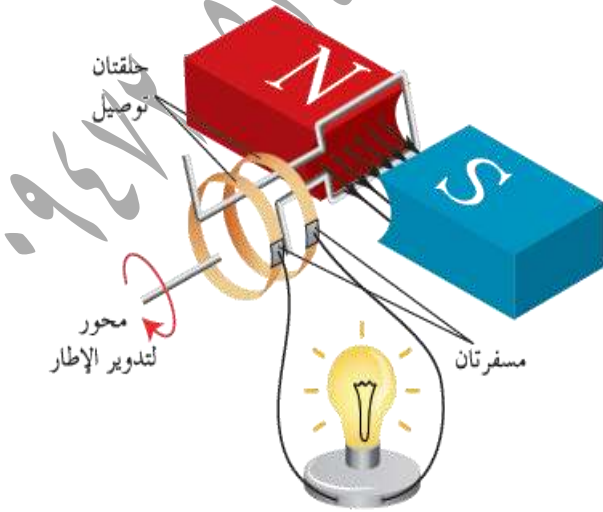
$$P' = Fv = iLBv = \frac{BLv}{R} LBv$$

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

$$P' = P$$

وبهذا تكون قد تحولت الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية.

2. مولد التيار المتناوب الجيبي:



عند تحريك الساق بسرعة v على سكتين معزولتين

في منطقة يسودها حقل مغناطيسي تنشأ القوة المغناطيسيّة

وبتأثير هذه القوة تنتقل الإلكترونات الحرة من أحد طرفي

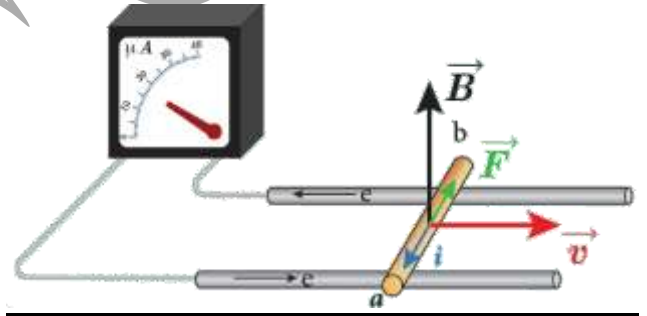
الساق الذي يكتسب شحنة موجبة، وتتراكم في الطرف الآخر

الذي يكتسب شحنة سالبة فينشأ بين طرفي الساق فرقاً

في الكون يمثل القوة المحركة الكهربائية المتحرضة.

تطبيقات التحريض الكهروضويسي:

1. مبدأ المولد:



لندرس نظرياً تحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية:

عند تحريك الساق بسرعة ثابتة v عمودية على شعاع الحقل

المغناطيسي المنتظم B خلال فاصل زمني Δt تنقل الساق

مسافة: $\Delta x = v\Delta t$ فيتغير السطح بالمقدار:

$$\Delta S = L\Delta x = Lv\Delta t$$

فيتغير التدفق المغناطيسي بالمقدار:

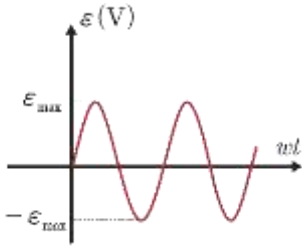
$$\Delta \Phi = B\Delta S = BLv\Delta t$$

فتولد قوة محرّكة كهربائية متحرضة قيمتها المطلقة:

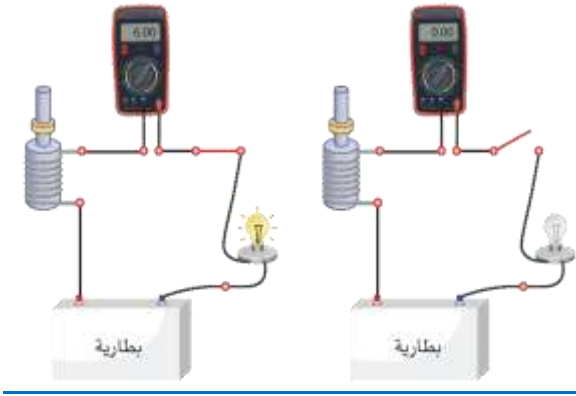
$$\varepsilon = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \frac{BLv\Delta t}{\Delta t} = BLv$$

وبما أن الدارة مغلقة يمر تيار كهربائي متحرض شدته:

عند رسم تغيرات ϵ بدلالة ωt نحصل على المنحنى البياني الآتي:



3. مبدأ المحرك:



- عند إغلاق القاطعة ومنع المحرك من الدوران يوهج المصباح ويدل المقياس على مرور تيار كهربائي له شدة معينة.
- عند السماح للمحرك بالدوران تبدأ سرعته بالازدياد فيقل توهج المصباح وتنقص دلالة المقياس مما يدل على مرور تيار كهربائي شدته أصغر.
- تولد في المحرك قوة محرّكة كهربائية تحريضية عكسية مضادة للقوة المحركة الكهربائية المطبقة بين قطبي المولد، وتزايد بازدياد سرعة دوران المحرك.
- يوجد في المحرك وشيعة، يمر فيها تيار كهربائي تدور بتأثير حقل مغناطيسي وبسبب هذا الدوران يتغير التدفق المغناطيسي من خلال الوشيعة مما يسبب تولد قوة محرّكة تحريضية عكسية توقف على سرعة دوران المحرك.

وصفه: يتكوّن من إطار مؤلف من N لفّة متماثلة مساحة كل منها S أسلاكه ناقلّة ومعزولة وملفوفة بالاتّجاه ذاته يدور حول محور في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم \vec{B} ويتصل طرفا الملف بجلقتين R_1, R_2 ، بحيث يمر محور الدوران بمركز هاتين الجلقتين، وتدور الحلقتان بدوران الملف ويمس كل حلقة مسفرة معدنية (ناقلة) (k_1, k_2) ، وتتصل هاتان المسفرتان الملف بالدارة الخارجية كما في الشكل السابق.

استنتاج العلاقة المحددة للقوة المحركة الكهربائية المتحرّضة:

بفرض أنه في لحظة ما أثناء الدوران كان الناظم على مستوى الإطار يصنع مع شعاع الحقل المغناطيسي \vec{B} زاوية قدرها α ، فيكون التدفق المغناطيسي Φ الذي يجتاز

$$\bar{\Phi} = NBS \cos \alpha$$

فإذا كانت السرعة الزاوية لدوران الإطار ω ثابتة، فإن الزاوية

α التي يدورها الملف في زمن قدره t :

$$\theta' = \alpha = \omega t$$

$$\bar{\Phi} = NBS \cos \omega t$$

وتكون القوة المحركة الكهربائية المتحرّضة ϵ :

$$\bar{\epsilon} = - \frac{d\bar{\Phi}}{dt}$$

$$\bar{\epsilon} = NSB\omega \sin \omega t$$

تكون ϵ عظمى عندما: $\sin \omega t = 1$

نعوض: $\epsilon_{max} = NSB\omega$ فنجد أن:

$$\bar{\epsilon} = \epsilon_{max} \sin \omega t$$

وبذلك نحصل على التيار المتناوب الجيبي لأن:

القوة المحركة الكهربائية المتحرّضة ϵ متناوبة جيبيّة لحظية.

لندرس نظرياً تحوُّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية في المُحرِّك:

عند مرور التيار الكهربائي في السَّاقِ الخاضعة لتأثير الحقل المغناطيسي المنتظم \vec{B} ، فإنها تتأثر بقوة كهربية شديتها:

$$F = ILB$$

تعمل القوة الكهربية على تحريك السَّاقِ بسرعة ثابتة v ،

وتكون الاستطاعة الميكانيكية الناتجة: $P' = Fv$

$$P' = ILBv$$

لكن عند انتقال السَّاقِ مسافة Δx ، فإن التدفق المغناطيسي

$$\Delta\Phi = BLv\Delta t$$

تتولد في السَّاقِ قوةً مُحَرِّضَةً عكسية تعاكس مرور

تيار المولد فيها تُعطى قيمتها المطلقة بالعلاقة:

$$\varepsilon = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = BLv$$

ولاستمرار مرور تيار المولد يجب تقديم استطاعة كهربية:

$$P = \varepsilon I$$

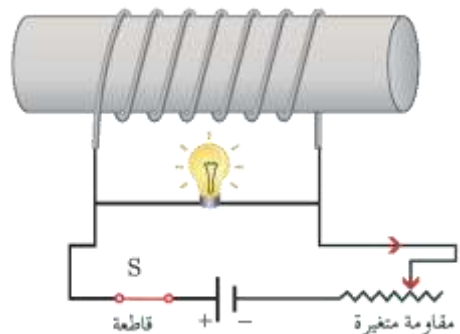
$$P = BLvI$$

$$P' = P$$

وبهذا الشكل تتحوُّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية.

التحريض الذاتي:

لدينا دائرة موضحة بالشكل تتألف من وشيعة ومصباح وأببال كهربية ومقاومة مُغَيَّرَةٌ مع زلفه (مُعدِّلة) وقاطعة وأسلاك توصيل نغلق القاطعة، ونحرك الزلفة حتى تصبح إضاءة المصباح خافتة.



إعداد المدرس: فراس قلعه جي

• عند فتح القاطعة يوهج المصباح بشدة قبل أن ينطفئ، مما

يدل على حصول المصباح على الطاقة من مصدر آخر

غير المولد؛ لأن دارة مفتوحة ولا يوجد في الدارة إلا

الوشيعة، ويحدث هذا نتيجة التحريض الذاتي في الوشيعة،

حيث أن فتح القاطعة يؤدي إلى تناقص شدة التيار المار

في الوشيعة، فيتناقص تدفق الحقل المغناطيسي المولد

في الوشيعة خلال الوشيعة ذاتها، الأمر الذي يولد قوة كهربية

مُحرِّضَةً في الوشيعة أكبر من القوة المُحرِّضَةُ الكهربية

للمولد، لأن زمن تناقص الشدة مُناهي الصغر حيث

تكون قيمة $\frac{di}{dt}$ أعلى مما يمكن لحظة فتح القاطعة.

• عند إغلاق القاطعة من جديد يوهج المصباح ثم يعود إلى

ضوئه الخافت، حيث تزداد شدة التيار وبالتالي تزداد تدفق الحقل

المغناطيسي المولد عن الوشيعة عبر الوشيعة ذاتها، فيتولد

فيها قوة مُحَرِّضَةُ كهربية مُحرِّضَةٌ تمنع مرور التيار المتحرض فيها، ويمر

تيار المولد في المصباح فقط مُسبباً توهجه قبل أن تحبوا

إضاءة به بسبب تناقص قيمة $\frac{di}{dt}$ للتيار المتحرض وازدياد مرور تيار

المولد تدريجياً في الوشيعة حتى **بات** الشدة فتتقدم القوة

المُحرِّضَةُ الكهربية المُحرِّضَةُ في الوشيعة.

إن الوشيعة قامت بدور مُحَرِّضٍ ومُتَحَرِّضٍ في آن واحد،

لذلك ندعو الدارة بالدائرة المُتَحَرِّضَةُ الذاتية وندعو الحادثة تحريضاً

ذاتياً.

ذاتية الوشيعة: تُعطى شدة الحقل المغناطيسي المولد

عن مرور تيار في الوشيعة بالعلاقة:

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{Ni}{\ell}$$

$$\bar{E} = Ri + L \frac{di}{dt}$$

نضرب طرفي العلاقة ب idt فنجد:

$$Eidt = Ri^2 dt + Lidi$$

يمثل المقدار $Eidt$ الطاقة التي يقدمها المولد خلال الزمن dt

وهذه الطاقة تنقسم إلى قسمين:

القسم الأول: $Ri^2 dt$ يمثل الطاقة الضائعة حرارياً بفعل جول في

المقاومة خلال الزمن dt .

القسم الثاني: $Lidi$ يمثل الطاقة الكهربائية المخزنة في

الوشية خلال الزمن dt .

وتخزن الوشية طاقة كهرومغناطيسية E_L في لحظة t عندما تزداد

شدة التيار المارة في الدارة من الصفر إلى قيمتها النهائية I .

$$E_L = \int_0^I Lidi$$

$$E_L = \frac{1}{2} LI^2$$

وهي العلاقة المحددة للطاقة الكهربائية المخزنة في الوشية

ويمكن أن تكب بالشكل:

$$\Phi = LI \Rightarrow L = \frac{\Phi}{I}$$

$$E_L = \frac{1}{2} \Phi I$$

تطبيق: وشية طولها 20 cm وطول سلكها 40 m بطبقة

واحدة مقاومتها الأومية مهملة والمطلوب:

(1) احسب ذاتية الوشية.

(2) إذا كان نصف قطر اللفة الواحدة 4 cm فاحسب عدد لفات الوشية.

(3) نمرر في الوشية تياراً كهرومغناطيسياً تزداد شدته بانتظام من الصفر

إلى 10 A خلال 0.5 S احسب القوة المحركة الكهربائية

المولدة داخل الوشية مُحدداً جهة التيار المتحرض.

ويكون تدفق هذا الحقل من خلال الوشية ذاتها:

$$\bar{\Phi} = NSB$$

$$\bar{\Phi} = NS(4\pi \times 10^{-7} \frac{Ni}{\ell})$$

$$\bar{\Phi} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2 S}{\ell} i$$

نلاحظ أن أمثال شدة التيار مقدار ثابت يميز الوشية، يدعى

ذاتية الوشية L واحدة قياسها في الجملة الدولية هي

الهنري H وهو: ذاتية دارة مغلقة يجازها تدفق مغناطيسي

قدره ويبر واحد عندما يمر فيها تيار، قدره أمبير واحد.

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

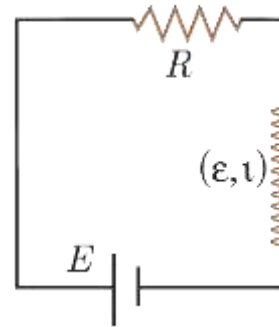
نعوض فنجد: $\bar{\Phi} = Li$

فتصبح علاقة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الذاتية بدلالة شدة

التيار المتغير الذي يجازها: $\bar{\epsilon} = -\frac{d\bar{\Phi}}{dt}$

$$\bar{\epsilon} = -L \frac{di}{dt}$$

الطاقة الكهربائية المخزنة في وشية:



نربط وشية ذاتيتها L ، على التسلسل مع مقاومة أومية R ومولد

قوته المحركة الكهربائية E ، كما في الدارة الموضحة بالشكل:

بحسب قانون كيرشوف الثاني:

$$\sum \bar{E} = Ri$$

$$\bar{E} + \bar{\epsilon} = Ri$$

$$\bar{E} - L \frac{di}{dt} = Ri$$

(2) في تجربة السكّين التّحريضية حيث الدّارة مغلّقة تكون القيمة المطلقة لشدة التيار المتحرّض:

$$BLv \quad (a) \quad \frac{BLv}{R} \quad (b)$$

$$0 \quad (c) \quad -\frac{BLv}{R} \quad (d)$$

ثانياً: ماذا تتوقّع أن يحدث في كلّ من الحالات الآتية مُعللاً إجابتك:

(1) في تجربة السكّين التّحريضية حيث الدّارة مغلّقة، نزيد سرعة تدحرج السّاق على السكّين.

الحديث: تزداد شدة التيار المتحرّض.

التعليل: لأنّ شدة التيار المتحرّض تناسب طردياً مع سرعة

$$i = \frac{BLv}{R} = \text{const} \quad v \text{ التدحرج}$$

(2) تقرب القطب الشمالي لمغناطيس من أحد وجهي وشيعة تصل طرفها ببعضهما البعض.

الحديث: يتولد تيار متحرّض في الوشيعة بحيث يصبح وجه الوشيعة المقابل للقطب الشمالي وجهاً شمالياً.

التعليل: تقرب القطب الشمالي للمغناطيس يسبب تزايد التدفق

المغناطيسي المتحرّض الذي يجرّاز حلقات الوشيعة فحسب

قانون لنز تكون جهة التيار المتحرّض بحيث تنتج أفعالاً تعاكس

السبب الذي أدى إلى حدوثه لهذا فالوجه الشمالي يتنافر مع القطب الشمالي ليمنع عملية التقرب.

(3) تقرب القطب الشمالي لمغناطيس من أحد وجهي حلقة نحاسية دارتها مفتوحة.

الحديث: يتولد قوة محرّكة كهربائية متحرّضة مساوية لفرق الكمون

بين طرفي الحلقة.

(4) احسب الطّاقة الكهرومغناطيسية المخزّنة في الوشيعة.

$$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2 S}{\ell} \quad (\text{الحل: 1})$$

لكن عدد اللّفات يُعطى بالعلاقة: $N = \frac{\ell'}{2\pi r}$

وسطح الوشيعة يعطى بالعلاقة: $S = \pi r^2$

نعوض: $L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{(\frac{\ell'}{2\pi r})^2 \pi r^2}{\ell}$ فنجد بعد الاختصار:

$$L = 10^{-7} \frac{\ell'^2}{\ell} = 10^{-7} \times \frac{1600}{0.2}$$

$$L = 8 \times 10^{-4} \text{ H}$$

$$N = \frac{\ell'}{2\pi r} = \frac{40}{2\pi \times 4 \times 10^{-2}} = \frac{4000}{25} = 160 \text{ لفّة} \quad (2)$$

$$\bar{\varepsilon} = -L \frac{di}{dt} = -8 \times 10^{-4} \frac{10}{0.5} \quad (3)$$

$$\bar{\varepsilon} = -16 \times 10^{-3} \text{ V}$$

بالتالي \vec{B} متحرّض، \vec{B}' متحرّض على حامل واحد وبجهتين متعاكستين.

$$E_L = \frac{1}{2} LI^2 \quad (4)$$

$$E_L = \frac{1}{2} \times 8 \times 10^{-4} \times 100 = 4 \times 10^{-2} \text{ J}$$

اختبر نفسي:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة في كلّ ممّا يأتي:

(1) وشيعة طولها $\ell = 10 \text{ cm}$ وطول سلكها $\ell' = 10 \text{ m}$ فقيمة

ذاتيها:

$$10^{-4} \text{ H} \quad (a) \quad 10^{-6} \text{ H} \quad (b)$$

$$10^{-8} \text{ H} \quad (c) \quad 10^{-7} \text{ H} \quad (d)$$

الإجابة الصحيحة: (a) $L = 10^{-4} \text{ H}$

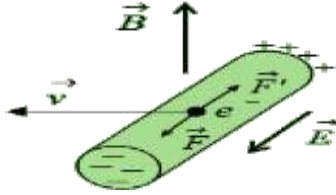
توضيح اختيار الإجابة: $L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2 S}{\ell}$

$$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{(\frac{\ell'}{2\pi r})^2 \pi r^2}{\ell} = 10^{-7} \frac{(\ell')^2}{\ell}$$

$$L = 10^{-7} \frac{(10^2)}{10 \times 10^{-2}} = 10^{-4} \text{ H}$$

السّالِبَةُ فِي طرفٍ آخَرَ، وَيَسْتَمِرُّ التَّرَاكُمُ إِلَى أَنْ يَصِلَ إِلَى قِيَمَةٍ حَدِيَّةٍ تَتَوَقَّفُ عِنْدَهَا. فَسِرِّ ذَلِكَ.

الحل:



إِن تَرَاكُمُ الشَّحْنَاتِ الكَهْرِبَائِيَّةِ عَلَى طَرَفِ السَّاقِ يُولَدُ حَقْلًا كَهْرِبَائِيًّا \vec{E} يَتَجَّهُ مِنَ الطَّرَفِ الَّذِي يَحْمِلُ شَحْنَاتِ كَهْرِبَائِيَّةٍ **مُوجِبَةً** إِلَى الطَّرَفِ الَّذِي يَحْمِلُ شَحْنَاتِ كَهْرِبَائِيَّةٍ **سَالِبَةً** يُوَثِّرُ هَذَا الحَقْلُ الكَهْرِبَائِيُّ فِي الإِلِكْتْرُونِ الحُرِّ بِقُوَّةٍ كَهْرِبَائِيَّةٍ \vec{F} جِهَتِهَا **تَعَاكُسُ** جِهَةَ القُوَّةِ المَغْنَطِيسِيَّةِ \vec{F} (قُوَّةُ لُورَنْز) المُؤَثِّرَةِ فِي هَذَا

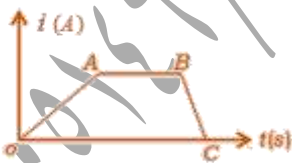
الإِلِكْتْرُونِ ثم تزداد شدة الحقل الكهربي بزيادة تراكم

الشحنات الكهربية مما يزيد من شدة هذه القوة الكهربية لتصبح

مساوية لشدة القوة المغناطيسية (قوة لورن) فتتوقف حركة الإلكترونات.

(3) يبين الخط البياني المرسوم جانبا تغيرات تيار المولد المار

في الوشيعه في حادثة التحريض الذاتي.



(a) ماذا تمثل كل من المراحل (BC, AB, OA).

(b) أيهما أكبر القوة المحركة الكهربية المتحصرة عند إغلاق أو فتح الدارة

(c) في أي المراحل تزداد الطاقة الكهروضية المخزنة في

الوشيعه؟ وفي أي المراحل تكون ثابتة؟ وفي أي

المراحل تناقص الطاقة الكهروضية المخزنة في الوشيعه.

التعليل: تتأثر الإلكترونات الحرة بقوة لورن المغناطيسية فتنتقل وتتراكم

شحنات سالبة عند طرف الحلقة وشحنات موجبة عند الطرف الآخر

للحلقه فينشأ فرق في الكمون بين طرفي الحلقه.

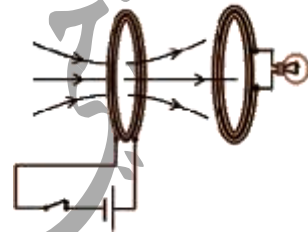
ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

(1) ملفان متقابلان الأول موصول إلى بيل كهربي

والثاني إلى مصباح هل يضيء المصباح إذا كان

الملفان ساكنين؟ في حال النفي ماذا تفعل

ليضيء المصباح؟ 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 دائرة الملف الأول فتتغير شدة

الحقل المغناطيسي الناجم عن الملف الأول وبالتالي

يتغير التدفق المغناطيسي لهذا الحقل من خلال الملف

الثاني فيتولد تيار كهربي متحرض بسبب إضاءة المصباح.

• تحريك أحد الملفين نحو الآخر.

• استبدال البيل الكهربي بمنبع تيار كهربي متناوب.

(2) في تجربة الساق المتحركة بوجود الحقل المغناطيسي المنتظم

في دائرة مفتوحة، تتراكم الشحنات الموجبة في طرف والشحنات

$$\alpha = 0 \Rightarrow \cos \alpha = 1 \Rightarrow \Phi = NBS$$

$$\Phi = N \left(4\pi \times 10^{-7} \frac{N}{\ell} I \right) S \quad (C)$$

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

$$\Phi = LI$$

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -L \frac{di}{dt}$$

تتعدم قيمة هذه القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآتية الذاتية عند ثبات قيمة التيار.

(5) في الشكل المجاور ملف دائري مُحركه بسرعة ثابتة عمودية على السلك المستقيم المطلوب:

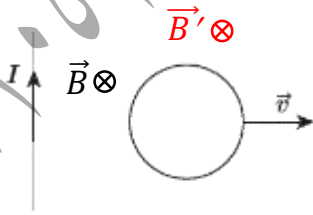


(a) حدّد على الرسم جهة الحقل المغناطيسي المتولد عن مرور التيار الكهربائي في السلك المستقيم عند مركز الملف الدائري.

(b) حدّد على الرسم جهة الحقل المغناطيسي المتحرض المتولد في الملف، وجهة التيار الكهربائي المتحرض.

(c) صف ما يحدث إذا أوقفنا الملف عن الحركة، مغللاً إجابتك؟

(الحل: a + b) جهة التيار المتحرض بنفس جهة دوران عقارب الساعة



(c) إذا أوقفنا الملف الدائري عن الحركة تثبت شدة الحقل المغناطيسي الحرض وبالتالي يصبح تغير التدفق المغناطيسي

الحرض معدوم فتتعدم القوة المحركة الكهربائية المتحرضة وتتعدم شدة التيار المتحرض.

(الحل: a) المرحلة OA تزداد شدة التيار الكهربائي المار في الوشيعه فيتوهج المصباح نسبياً ثم يعود لإضاءةه الخافتة.

المرحلة AB ثبات شدة التيار الكهربائي المار في الوشيعه فتثبت شدة إضاءة المصباح.

المرحلة BC تناقص شدة التيار الكهربائي المار في الوشيعه فيتوهج المصباح بشدة ثم ينطفئ.

(b) عند فتح الدارة تكون القوة المحركة الكهربائية المتحرضة أكبر من القوة المحركة الكهربائية المتحرضة عند غلق القاطعة لأن

$$\bar{\varepsilon} = -L \frac{di}{dt}$$

القيمة المطلقة للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة $\bar{\varepsilon}$ تتناسب عكساً مع dt وزمن تناقص شدة التيار في المرحلة BC أصغر من زمن تزايد التيار في المرحلة OA لذا

تكون القوة المحركة الكهربائية المتحرضة أكبر عند فتح الدارة. (c) تزداد الطاقة الكهربائية المخزنة في الوشيعه في المرحلة OA وتكون الطاقة الكهربائية المخزنة في الوشيعه ثابتة

في المرحلة AB وتتناقص الطاقة الكهربائية المخزنة في ذاتية الوشيعه في المرحلة وتتحول BC إلى طاقة كهربائية.

(4) وشيعه يمر فيها تيار كهربائي متغير شدته i :

(a) اكتب عبارة شدة الحقل المغناطيسي المتولد داخلها نتيجة مرور التيار.

(b) اكتب عبارة التدفق المغناطيسي للحقل المغناطيسي.

(c) استنبخ العلاقة المحددة للقيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآتية الذاتية المتحرضة فيها موضحاً متى تتعدم قيمة هذه القوة.

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N}{\ell} I \quad (a)$$

$$\Phi = NBS \cos \alpha \quad (b) \quad \text{لكن}$$

المسألة الأولى: ملف دائري، يتألف من 100 لفّة متماثلة، نصف قطره الوسطي 4 cm، نصل طرفيه بمقياس أمبير موصولاً على التسلسل مع مقاومة أومية قيمتها 20Ω، تقرب من أحد وجهي الملف القطب الشمالي لمغناطيس مستقيم، فتزداد شدة الحقل المغناطيسي الذي يخترق لفات الملف الدائري بانتظام من الصفر إلى 0.08T خلال 2S والمطلوب:

- (1) احسب قيمة القوة المحركة الكهربائية المتحصلة المتولدة في الملف الدائري مُحدداً جهة التيار الكهربائي المتحصّل.
- (2) ما نوع الوجه المقابل للقطب الشمالي؟
- (3) احسب شدة التيار المارّة في الملف.

(4) احسب الاستطاعة الكهربائية المتولدة عن الملف الدائري ثم الاستطاعة الحرارية المصروفة في المقاومة الأومية وماذا تستنتج.

(الحل: 1)
$$\bar{\varepsilon} = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$\bar{\varepsilon} = - \frac{N(\Delta B)S \cos \alpha}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = - \frac{100 \times (0.08 - 0) \times 16\pi \times 10^{-4} \times 1}{2}$$

$$\varepsilon = -2 \times 10^{-2} V$$

بما أن $\bar{\varepsilon} < 0$ وحسب لنز \vec{B} محرض، \vec{B}' متحصّل بجهتين متعاكستين أي Φ محرض يعاكس Φ' متحصّل.

(2) الوجه المقابل للقطب الشمالي وجه شمالي.

$$i = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = - \frac{2 \times 10^{-2}}{20} = -10^{-3} A \quad (3)$$

$$P = \varepsilon i = -2 \times 10^{-2} \times -10^{-3} \quad (4)$$

$$P = 2 \times 10^{-5} \text{ Watt}$$

$$P' = Ri^2 = 20 \times 10^{-6} = 2 \times 10^{-5} \text{ Watt}$$

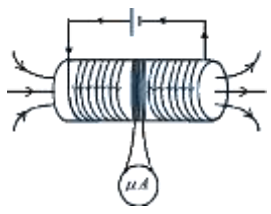
أي أن الاستطاعة الكهربائية تحولت إلى استطاعة حرارية.

المسألة الثانية (1): لدينا وشيعة، طولها 30cm، قطرها 4 cm، تحوي 1200 لفّة، تمرر فيها تياراً شدته 4A احسب شدة الحقل المغناطيسي في مركز الوشيعة.

(2) ملف حول القسم المتوسط من الوشيعة ملفاً يحوي

100 لفّة معزولة، ونصل طرفيه بمقياس غلفاني، بحيث تكون المقاومة الكلية للدائرة الجديدة 16Ω علل نشوء التيار المتحصّل في الملف الدائري وما دلالة المقياس عند قطع التيار عن الوشيعة خلال 0.5 S تكون المقاومة الكلية للدائرة الجديدة تناقص فيها الشدّة بانتظام؟

الحل:



$$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N}{l} I \quad (1)$$

$$B = 12.5 \times 10^{-7} \frac{1200}{30 \times 10^{-2}} \times 4$$

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

(2) تلعب الوشيعة دور جملة محرّضة والملف جملة متحصّلة وعند قطع التيار عن الوشيعة يتناقص التدفق المغناطيسي المحرض الناتج عن الوشيعة الذي يجتاز الملف وهذا يؤدي حسب قانون فارداي إلى نشوء تيار متحصّل في الملف.

$$i = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = - \frac{\Delta\Phi}{R \Delta t} = - \frac{N \Delta B S \cos \alpha}{R \Delta t}$$

$$i = - \frac{100 (0 - 2 \times 10^{-2}) \pi (2 \times 10^{-2})^2 \times 1}{16 \times 0.5}$$

$$i = \frac{8\pi \times 10^{-4}}{8} = \pi \times 10^{-4} A$$

$$B = \frac{1.2}{20 \times 30 \times 10^{-2} \times 1} = 0.2T$$

$$W = F \Delta x = F v t \quad \text{(طريقة (1):)}$$

$$W = 1.2 \times 0.4 \times 2 = 0.96 J$$

$$W = I \Delta \Phi \quad \text{(طريقة (2):)}$$

$$W = IB \Delta S = IBL \Delta x = IBL v \Delta t$$

$$W = 20 \times 0.2 \times 30 \times 10^{-2} \times 0.4 \times 2$$

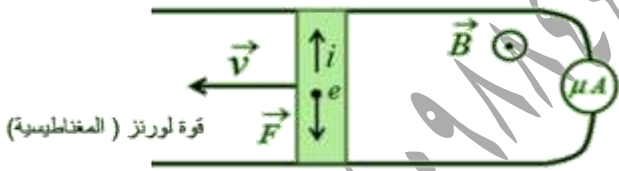
$$W = 0.96 J$$

$$\varepsilon = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \left| \frac{B \Delta S}{\Delta t} \right| = \left| \frac{B L \Delta x}{\Delta t} \right| = \quad (3)$$

$$\varepsilon = \left| \frac{B L v \Delta t}{\Delta t} \right| = B L v =$$

$$\varepsilon = 0.2 \times 30 \times 10^{-2} \times 5 = 0.3 V$$

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{0.3}{5} = 0.06 A$$



$$P = \varepsilon i \quad (4)$$

$$P = 0.3 \times 6 \times 10^{-2} = 18 \times 10^{-3} \text{ Watt}$$

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

$$F = 0.06 \times 30 \times 10^{-2} \times 0.2 \times 1$$

$$F = 36 \times 10^{-4} N$$

المسألة الرابعة: سكتان نحاسيان متوازيان، تميل كل

منهما على الأفق بزاوية 45° ، تستند إليهما ساق نحاسية طولها

$l = 40 \text{ cm}$ ، تخضع بكاملها لتأثير حقل مغناطيسي منتظم

المسألة الثالثة: في تجربة السكتين الكهروضية يبلغ طول الساق

النحاسية المستندة عمودياً عليهما 30 cm وكتلتها 60 g والمطلوب:

(1) احسب شدة الحقل المغناطيسي المنتظم المؤثرة عمودياً في

السكتين لتكون شدة القوة الكهروضية مساوية لمثلي ثقل

الساق وذلك عند إمرار تيار كهربائي شدته 20 A .

(2) احسب عمل القوة الكهروضية المؤثرة في الساق إذا تدرجت

بسرعة ثابتة قدرها $0.4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ لمدة ثانيتين.

(3) نرفع المولد من الدارة السابقة، ونستبدله بمقياس غلفاني،

وندرج الساق بسرعة وسطية ثابتة $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ضمن الحقل

السابق استنتج عبارة القوة المحركة الكهروضية المتحصلة ثم احسب

قيمتها ثم احسب شدة التيار المتحصّل بافتراض أن المقاومة الكلية

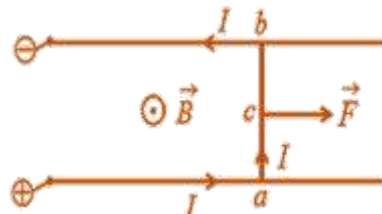
للدارة ثابتة وتساوي 5Ω ثم ارسم شكلاً توضيحياً يبين جهة

كل من (\vec{v}, \vec{B}) وجهة التيار المتحصّل.

(4) احسب الاستطاعة الكهروضية الناتجة، ثم احسب شدة القوة

الكهروضية المؤثرة في الساق في أثناء تدرجها.

(الحل: 1)



$$F = 2W = 2mg$$

$$F = 2 \times 60 \times 10^{-3} \times 10$$

$$F = 1.2 N$$

$$F = ILB \sin \theta$$

$$1.2 = 20 \times 30 \times 10^{-2} \times B \times 1$$

فيتولد تيار كهربائي متحرّض:

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = BLv \cos \alpha$$

$$\Rightarrow R = \frac{BLv \cos \alpha}{i}$$

$$R = \frac{0.8 \times 40 \times 10^{-2} \times 2 \times \frac{1}{\sqrt{2}}}{\sqrt{2}}$$

$$R = 32 \times 10^{-2} \Omega$$

(3) جملة المقارنة: خارجية .

الجملة المدروسة: الساق المتوازنة.

القوى الخارجية المؤثرة: \vec{W} ثقل الساق - \vec{F} القوة الكهروضويسية

- \vec{R} رد فعل السكين .

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

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

بالإسقاط على \vec{xx} يوازي السكين:

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

$$mg \sin \alpha = F \cos \alpha$$

$$\Rightarrow m = \frac{F}{g \tan \alpha} = \frac{iLB \sin \frac{\pi}{2}}{g \tan \alpha}$$

$$m = \frac{\sqrt{2} \times 40 \times 10^{-2} \times 0.8 \times 1}{10 \times 1}$$

$$m = 32\sqrt{2} \times 10^{-3} \text{ Kg}$$

شاقولب شدته $0.8 T$ غلق الدارة، ثم تترك لتزلق دون

احتكاك بسرعة ثابتة، قيمتها $2m \cdot s^{-1}$ والمطلوب:

(1) بين أنه تنشأ قوة كهروضويسية تعيق حركة الساق .

(2) استنتج العلاقة المحددة للمقاومة الكلية للدارة ثم احسب قيمتها إذا

كانت شدة التيار المتحرّض المتولد فيها $\sqrt{2}A$.

(3) استنتج العلاقة المحددة لكثافة الساق، ثم احسب قيمتها .

(الحل: 1) عند تحريك الساق بسرعة ثابتة، عمودي على

خطوط الحقل المغناطيسي فإن كل إلكترون حرّفي

الساق سيتحرك بهذه السرعة وسطياً، ومع خضوعه لتأثير الحقل

المغناطيسي المنتظم فإنه يخضع لتأثير القوة مغناطيسية

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

الدارة فيتولد تيار كهربائي متحرّض ينتج أفعالاً تعاكس السبب

الذي أدى إلى حدوثه فتنشأ القوة الكهروضويسية معاكسة

جهة حركة الساق .

(2) عند حركة الساق بسرعة ثابتة \vec{v} خلال الفاصل الزمني Δt

تنتقل مسافة $\Delta x = v \Delta t$ فتتغير مساحة السطح الذي

تخترقه خطوط الحقل المغناطيسي بالمقدار:

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

فيغير التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الدارة بمقدار:

$$\Delta \Phi = B \Delta S \cos \alpha = B L v \Delta t \cos \alpha$$

فتولد قوة محرّكة كهربائية متحرّضة قيمتها المطلقة:

$$\varepsilon = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = BLv \cos \alpha$$

لحظة الانعدام الأولى: $k = 0 \Rightarrow t = 0s$

لحظة الانعدام الثانية: $k = 1 \Rightarrow t = \frac{\pi}{20} s$

$$i = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \frac{16 \times 10^{-2} \times \sin 20t}{4} \quad (3)$$

$$i = 4 \times 10^{-2} \sin 20t$$

التفكير الناقد: تعطى القوة المحركة الكهربائية المتحرّضة

$$\varepsilon = -L \frac{di}{dt} \text{ ناقش العلاقة عندما:}$$

(1) عندما تزداد شدة التيار المحرض المار في الوشيعه.

(2) عندما تتناقص شدة التيار المحرض المار في الوشيعه.

(الجواب: 1) عندما تزداد شدة التيار المحرض المار في الوشيعه

تزداد الحقل المغناطيسي المحرض المولد من قبل الوشيعه

ذاتها فيزداد التدفق المغناطيسي المحرض وتصبح القوة المحركة

الكهربائية المتحرّضة أصغر من الصفر ويكون \vec{B} محرض

و \vec{B} متحرض على حامل واحد وبجهتين متعاكستين.

(2) عندما تتناقص شدة التيار المحرض المار في الوشيعه

تتناقص الحقل المغناطيسي المحرض المولد من قبل الوشيعه

ذاتها فيتناقص التدفق المغناطيسي المحرض وتصبح القوة

المحركه الكهربائية المتحرّضة أكبر من الصفر ويكون

\vec{B} محرض و \vec{B} متحرض على حامل واحد وبجهة واحدة.

----- انتهى البحث -----

ندعوكم للانضمام إلى قناتنا على التيلغرام:

قناة فراس قلعه جي للفيزياء والكيمياء

المسألة الخامسة: إطار مربع الشكل طول ضلعه $4cm$ ، مؤلف من

100 لفه متماثلة من سلك نحاسي معزول، ندير الإطار حول

محور شاقولي مار من مركزه ومن ضلعين أفقيين

مقابلين بمركبة دائرية منتظمة تقابل $10 Hz$ ضمن حقل

مغناطيسي منتظم أفقي شدته $5 \times 10^{-2} T$ خطوطه

ناظمية على سطح الإطار قبل الدوران حيث الدارة مغلقة

ومقاومتها $R = 4\Omega$ والمطلوب:

(1) اكتب التابع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المتحرّضة الآتية

الناشئة في الإطار.

(2) عيّن اللحظتين الأولى والثانية التي تكون فيها

قيمة القوة المحركة الكهربائية المتحرّضة الآتية الناشئة معدومة.

(3) اكتب التابع الزمني للتيار الكهربائي المتحرّض اللحظي

المار في الإطار. (نهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي)

$$\bar{\varepsilon} = \varepsilon_{max} \sin \omega t \quad (\text{الحل: 1})$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times \frac{10}{\pi} = 20 \text{ rad. s}^{-1}$$

$$\varepsilon_{max} = N B S \omega$$

$$\varepsilon_{max} = 100 \times 5 \times 10^{-2} \times 16 \times 10^{-4} \times 20$$

$$\varepsilon_{max} = 16 \times 10^{-2} V$$

$$\bar{\varepsilon} = 16 \times 10^{-2} \sin 20t$$

$$\bar{\varepsilon} = 16 \times 10^{-2} \sin 20t = 0 \quad (2)$$

$$\sin 20t = 0$$

$$20t = \pi k \Rightarrow t = \frac{\pi k}{20}$$