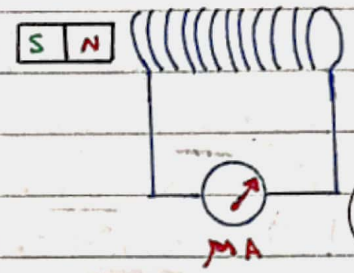
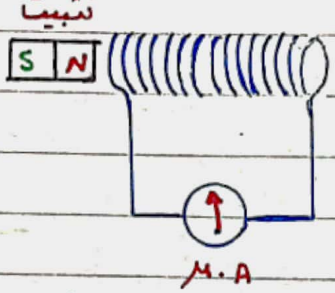
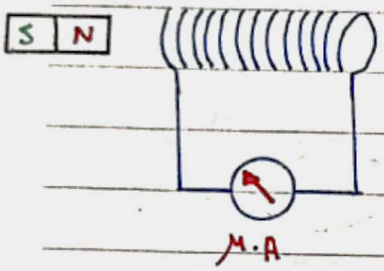
الدرس الثالث : التحريض الكهرطيسي

M : Micro = 10^{-6}

تجربة 1 :

نركب دارة مكونة من : وشيعة ومقياس ميكرو آمبير (μA).

تقريب	تثبيت	إبعاد
		
عند تقريب القطب الشمالي لمغناطيس مستقيم من الوشيعة [ينحرف مقياس ميكرو آمبير دلالة على مرور تيار كهربائي متحرض]	نثبت المغناطيس فنجد أن المقياس [لا ينحرف أي لا يوجد تيار كهربائي]	عند إبعاد القطب الشمالي عن أحد وجهي الوشيعة [ينحرف المقياس بالإتجاه المعاكس محايدل على مرور تيار متحرض جهته عكس جهة التيار المار عند تقريب القطب الشمالي]

يزداد ينقص

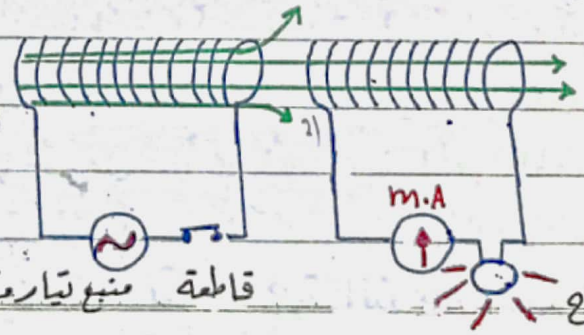
التفسير : إن تقريب المغناطيس أو إبعاده يؤدي إلى **تغير التدفق المغناطيسي** (بالزيادة أو النقصان) وبالتالي تنشأ قوة محركة كهربائية متحرضة تسبب مرور التيار الكهربائي المتحرض.

تجربة 2 :

لدينا وشيعتان نصل الأولى بمأخذ مولد تيار متناوب جيبي.

ونصل بين طرفي الثانية بمقياس ميكرو آمبير ومصباح.

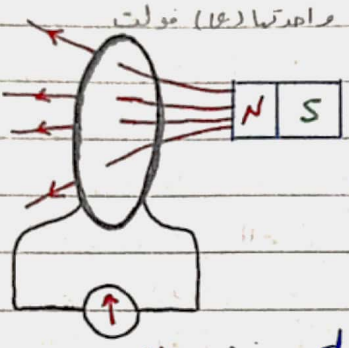
ونضع الوشيعتان بحيث يكون محور الأولى منطبقاً على محور الثانية.



القوة المحركة الكهربائية المتحرضة (العلاقة الرياضية)

وجدنا أنه عندما يتغير التدفق المغناطيسي عبر دارة مغلقة يمر فيها تيار كهربائي متحرض وهذا يكافئ وضع مولد فيها يمتاز بقوة محركة كهربائية متحرضة $\bar{\varepsilon}$

وحدة قياسها (SI) فولت Volt



عند وصل طرفا وشيعة بمقياس ميلي فولط (m.V).
وتقريب أحد قطبي مغناطيس منه وجه الوشيعة يتولد فيها قوة محركة كهربائية متحرضة $\bar{\varepsilon}$ (إبسيلون)

سؤال الدورة: تتعلق القوة المحركة الكهربائية المتحرضة بعاملين، ما هما؟

تتناسب القوة المحركة الكهربائية المتحرضة $\bar{\varepsilon}$:

1- طرداً مع تغير التدفق المغناطيسي المتحرض $d\bar{\Phi}$
2- عكساً مع زمن تغير التدفق المغناطيسي المتحرض dt

نعبر رياضياً عن قانون فاراداي بالعلاقة:

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

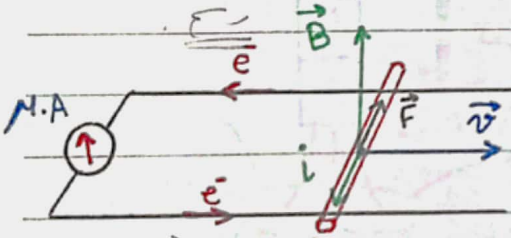
حيث إشارة (-) لتنسجم مع قانون لنز.

عكسوا إن تزايد

القوة المحركة الكهربائية المتحرضة تعاكس

التعليل الإلكتروني لنشوء التيار المتحرض والقوة المحركة الكهربائية المتحرضة:

تجربة السكينة المتحريضية:



في التجربة المجاورة: عندما ندحرج الساق الناقلة على السكينة بسرعة وسطية $\vec{v}$ [حيث شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ عمودي على مستوي السكينة الأفقية].

المشاهدة: ينحرف مقياس الميكرو آمبير دلالة على مرور تيار كهربائي متحرض

هام جداً **التفسير**: عند تحريك الساق بسرعة ثابتة عمودياً على خطوط الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ فإن الإلكترونات الحرة الموجودة في الساق ستتحرك بهذه السرعة [وهي خاضعة للحقل المغناطيسي المنتظم] فهذه الإلكترونات تتأثر بقوة مغناطيسية $\vec{F} = e\vec{v} \wedge \vec{B}$

هذه القوة تسبب تحريك الإلكترونات الحرة في الساق وتتولد قوة محركة كهربائية تحريضية تسبب مرور تيار كهربائي متحرض عبر الدارة.

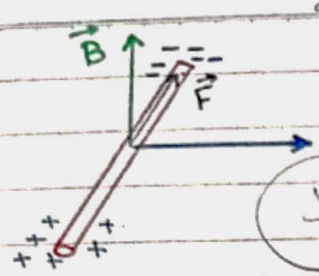
وتكون الجهة الاصطلاحية للتيار المتحرض بعكس جهة حركة الإلكترونات (أي بعكس جهة القوة المغناطيسية)

Subject:
Date :

الميكانيكية $P = F \cdot v$

بشرط أن تكون $\vec{F}$ ثابتة

عندما تكون الدارة مفتوحة:



عند تحريك الساق بسرعة $\vec{v}$ (على سكتين معزولتين) في منطقة يسودها حقل مغناطيسي تنشأ قوة مغناطيسية.

بتأثير هذه القوة تنتقل الإلكترونات الحرة نحو أحد طرفي الساق الذي يكتسب شحنة موجبة وتتراكم في الطرف الآخر الذي يكتسب شحنة سالبة فينشأ بينهما طرفي الساق فرقاً في الكمون U_{ab}

يمثل القوة المحركة الكهربائية المتحرضة $U_{ab} = e$

(مساق)

سؤال: في تجربة السكتين التحريضية، اكتب التفسير الإلكتروني لنشوء التيار الكهربائي المتحرض، اشرح ما يحدث لو كانت الدارة مفتوحة.

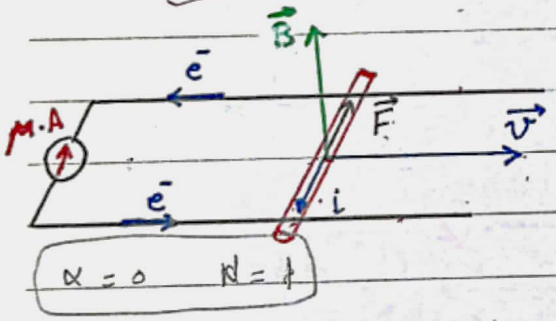
تطبيقات التحريض الكهرطيسي:

الطاقة: لا تفنى ولا تستحدث بل تتحول من شكل إلى آخر دون زيادة أو نقصان

① مبدأ المولد:

في المولد تتحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية.

نحرك ساق بسرعة $\vec{v}$ عمودية على شعاع الحقل المغناطيسي المنتظم خلال فترة زمنية Δt



- تنتقل الساق مسافة $\Delta x = v \cdot \Delta t$

فيتغير السطح بمقدار $\Delta S = L \cdot \Delta x$ مساحة

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

ويتغير التدفق المغناطيسي بمقدار $\Delta \phi = B \cdot \Delta S$

$\Delta \phi = B \cdot L \cdot v \cdot \Delta t$

تتولد قوة محركة كهربائية متحرضة قيمتها:

$$e = \left| -\frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right| = \frac{BL \cdot v \cdot \Delta t}{\Delta t}$$

متغير الفيض — سالبة — موجب

$$e = B \cdot L \cdot v$$

وبما أن الدارة مغلقة ⇐ يمر تيار متحرض شدته $i = \frac{e}{R}$

تيار كهربائي المتحرض $\Leftarrow$ $i = \frac{BL \cdot v}{R}$

Subject:
Date :

الاستطاعة $P = \frac{F}{S}$

* فتكون الإستطاعة الكهربائية : $P = \varepsilon i$

$$P = BLv \times \frac{BL.v}{R}$$

$$P = \frac{B^2.L^2.v^2}{R} \quad ...(1)$$ إستطاعة كهربائية

• عند تحريك الساق بسرعة $\vec{v}$ تنشأ قوة كهرطيسية [ناتجة عن مرور التيار المتحرض i في الناقل الخاضع لحقل المغناطيس] جهتها بعكس جهة حركة الساق ، ولإستمرار تولد التيار يجب التغلب على هذه القوة الكهرطيسية بصرف إستطاعة ميكانيكية P'

$P' = F.v$: القوة × السرعة

لدينا : $F = iLB \sin\frac{\pi}{2}$ (القوة الكهرطيسية الناتجة عن مرور التيار المتحرض i في ناقل خاضع لحقل مغناطيسي)

وجدنا : $i = \frac{B.L.v}{R}$ $\Leftarrow$ $F = \frac{BLv}{R} LB$

نعوض : $P' = \frac{BL.v}{R} L.B.v$

$$P' = \frac{B^2.L^2.v^2}{R} \quad ...(2)$$ إستطاعة ميكانيكية .

بمقارنة 1) و 2) نجد $P' = P$

أي أن الطاقة الميكانيكية تحولت إلى طاقة كهربائية .

② مولد التيار المتناوب الجيبي [AC أحادي الطور] :

وصفه: يتكون من إطار مؤلف من N لفة متماثلة ، مساحة كل منها S . يدور حول محوره في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم $\vec{B}$. يتصل طرفا الملف بحلقتين R_1 ، R_2 ويمر محور الدوران بمركز هاتين الحلقتين تدور الحلقتان بدوران الملف ويمس كل حلقة شفرة معدنية (ناقلة) K_1 ، K_2 تتصل هاتان الشفرتان الملف بالدارة الخارجية .

عندما يدور الملف حول محور الدوران Δ بتغير الزاوية بين شعاع $\vec{B}$ والناظم على سطح الملف $\vec{n}$ فيتغير التدفق المغناطيسي عبر سطح الملف S.

إستنتاج علاقة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة :

• نفرض أنه في لحظة ما أثناء دوران الإطار كما هو الناظم على مستوي الإطار يصنع مع شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ زاوية α. فيكون التدفق المغناطيسي ϕ الذي يجتاز سطح الإطار $\phi = N.B.S\cos\alpha$.

• إذا كان الإطار يدور بسرعة زاوية ω ثابتة، فإن α الزاوية التي يدورها الملف في زمن قدره t : $\alpha = \omega . t$.

$$\Rightarrow \phi = NBS\cos(\omega t)$$

• تكون القوة المحركة الكهربائية المتحرضة : ε فاراداي $= -\frac{d\phi}{dt} = -(\phi)'_t$

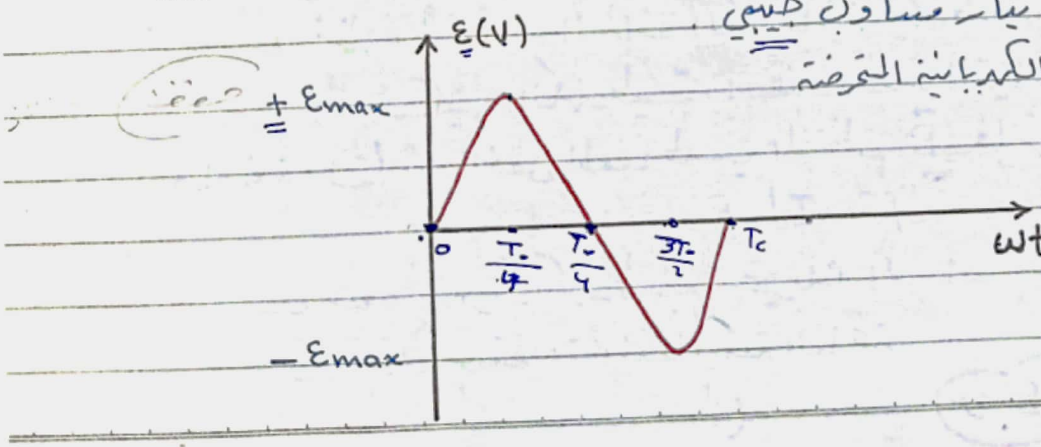
$$\varepsilon = NSB\omega . \sin(\omega t)$$

تكون ε عظمى عندما $\sin(\omega t) = 1$ ⇐ $\varepsilon_{max} = NSB\omega$

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

وهي علاقة القوة المحركة الكهربائية المتناوبة الجيبية.

وبذلك نحصل على تيار متناوب جيبي. لأن القوة المحركة الكهربائية المتحرضة متناوبة جيبية.

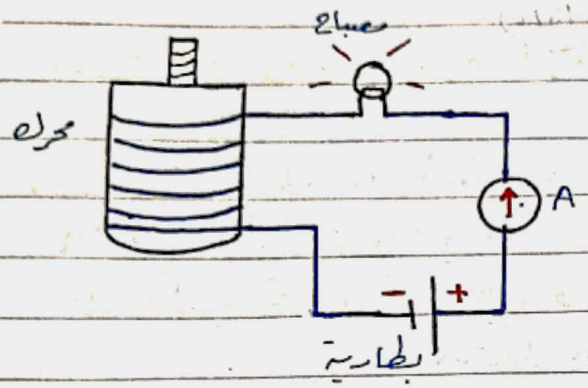


Subject:
Date :

② مبدأ المحرك :

تجربة:

نشكل دارة مكونة من : بطارية ، مصباح كهربائي ، مقياس آمبير ، محرك كهربائي صغير



المشاهدة : حفظ مع فهم

- عند إغلاق الدارة ومنع المحرك من الدوران يتوهج المصباح ويدل مقياس آمبير على مرور شدة تيار معينة.
- عند السماح للمحرك بالدوران : تبدأ سرعة دوران المحرك بالإزدياد فيقل توهج المصباح وتنقص دلالة مقياس آمبير مما يدل على مرور تيار كهربائي بشدة أصغر.

التعليل :

- المحرك يحتوي وشيعة و عند السماح للمحرك بالدوران تتولد في المحرك : قوة محركة كهربائية تحريضية عكسية مضادة للقوة المحركة الكهربائية المطبقة بين قطبي المولد وتزداد القوة المحركة الكهربائية التحريضية العكسية بإزدياد سرعة دوران المحرك.
- عندما يمر التيار الكهربائي في الوشيعة (داخل المحرك) . تدور بتأثير حقل مغناطيسي ، فيتغير التدفق المغناطيسي من خلال الوشيعة مما يسبب تولد القوة المحركة التحريضية العكسية.

في المحرك: تتحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية.

ندرس نظرياً تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية :

في تجربة السكتين الكهطيسية : عند مرور التيار الكهربائي I في الساق الخاضعة لتأثير الحقل المغناطيسي المنتظم $\vec{B}$ فإنها تتأثر بقوة كهطيسية شدتها:

$$F = ILB \quad \ldots (1)$$

تسبب هذه القوة الكهطيسية تحريك الساق بسرعة ثابتة $\vec{v}$ وتكون الاستطاعة الميكانيكية الناتجة :

$$P' = F \cdot v$$ ميكانيكية

$$P' = ILBv$$ ميكانيكية

sena

Subject:
Date :

وعند إنتقال الساق مسافة Δx يتغير سطح الدارة ويتغير التدفق المغناطيسي بمقدار $\Delta\Phi = BL.v.\Delta t$

فتتولد في الساق قوة محركة كهربائية متحرضة عكسية تعاكس مرور تيار المولد فيها (حسب قانون لنز) تعطى بالعلاقة:

$$\varepsilon' = \left|-\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = B.L.v$$

ولاستمرار مرور تيار المولد يجب تقديم إستطاعة كهربائية:

$$P = \varepsilon'.I$$

بالتعويض: $P = BLv.I$ ...(2)

i = شدة المتحرضة

I = شدة المولد

بمقارنة 1) مع 2) نجد $P = P'$

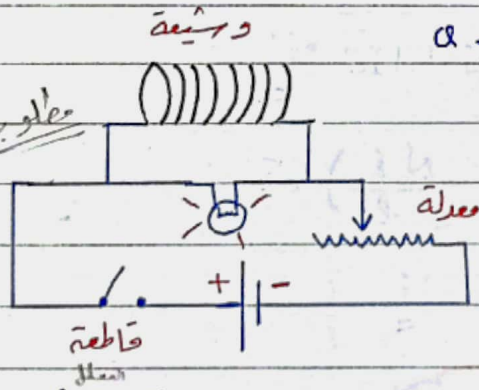
أي أنّ: الطاقة الكهربائية تحولت إلى طاقة ميكانيكية.

(حسب مصونية الطاقة)

التحريض الذاتي: (3)

نشكل الدارة السابقة:

ونحرك زالقة المعدلة للحصول على إضاءة خافتة للمصباح.



$Q \leftarrow B \leftarrow i$

(وهام)

عند فتح القاطعة:

المشاهدة: يتوهج المصباح بشدّة قبل أن ينطفئ. مما يدل على حصول المصباح على الطاقة من مصدر آخر لأنه دارته مفتوحة

التعليل: عند فتح القاطعة تتناقص شدة التيار المار في الوشيعة من I إلى 0

فتتناقص قيمة الحقل المغناطيسي المتولد عن الوشيعة من B إلى 0

يتناقص قيمة التدفق المغناطيسي المتولد عن الوشيعة في الوشيعة ذاتها من Φ إلى 0 مما يولد قوة محركة كهربائية متحرضة ذاتية أكبر من القوة المحركة الكهربائية للمولد لأنه زمن تناقص شدة التيار متناهي في الصغر حيث تكون $\frac{di}{dt}$ أعلى ما يمكن لحظة فتح القاطعة.

Subject:
Date :

$a \leftarrow 13 \leftarrow i$

عند إغلاق القاطعة:

المشاهدة: يتوهج المصباح ثم يعود إلى ضوئه الخافت.

التعليل: تتزايد شدّة التيار من 0 إلى I فيتولد عند الوشيعة حقل مغناطيسي تزداد قيمته من 0 إلى B، ويزداد تدفق B المتولد عند الوشيعة عبر الوشيعة ذاتها من 0 إلى ϕ فيتولد قوة محركة كهربائية متحرضة تمانع مرور التيار في الوشيعة ويمر التيار في المصباع فقط سبباً توهجه وتتناقص قيمة $\frac{di}{dt}$ مما يسبب ضعف إضاءة المصباع إلى أن تنعدم القوة المحركة الكهربائية المتحرضة بسبب ثبات شدة التيار في الوشيعة

نستنتج: الوشيعة قامت بدور محرض ومتحرض في آنٍ واحد، لذلك ندعو الدارة بالدارة المتحرضة الذاتية وندعو الحادثة تحريضاً ذاتياً.

ذاتية الوشيعة: (استنتاج)

L ← واحدتها الهنري (Henry) نابعة من التدفق المغناطيسي.

نعلم أن شدة الحقل المغناطيسي الناتج عن مرور تيار في الوشيعة:

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

(i شدة التيار المتحرض)

ويكون تدفق هذا الحقل عبر الوشيعة ذاتها: $\phi = N.B.S$

$$\phi = N\left(4\pi \times 10^{-7} \frac{N i}{\ell}\right).S \quad (\cos\alpha = 1)$$

$$\phi = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2.S}{\ell} i \quad (i \times (\vec{B}.\vec{n}),\ S = \pi r^2)$$

نسمي المقدار: $L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2.S}{\ell}$ ذاتية الوشيعة. واحدة

قياسه في الجملة الدولية الهنري (H) $1\ H = 1\ Weber / 1\ A$

تعريف الهنري: هو ذاتية دارة مغلقة يجتازها تيار (يولد تيار) تدفق مغناطيسي قدره ويبر واحد عندما يمر فيها تيار قدره آمبير واحد.

$\phi = L.i$ ← التدفق المغناطيسي في وشيعة.

sema

* فتصبح علاقة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة بدلالة شدة التيار المتغير الذي يجتازها

فاراداي $\bar{\varepsilon} = -\frac{d\phi}{dt}$ لنز $L\,di$

$$\Rightarrow \quad \bar{\varepsilon} = -L\,\frac{di}{dt} = -L\,(i')_t$$