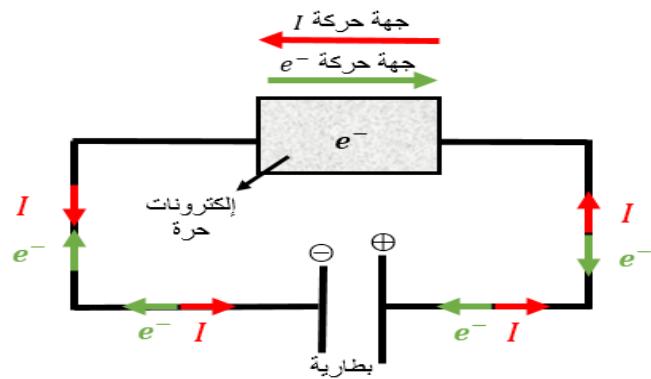


## الدرس الثالث : التحريض الكهرومغناطيسي

## ► مدخل إلى التحريض الكهرومغناطيسي



❖ **وجدنا سابقاً :** عند تطبيق فرق كمون بين طرفي دارة كهربائية مغلقة فإن فرق الكمون يعمل على تحريك وتسرير الإلكترونات الحرة داخل الدارة وهذه الحركة تكافئ نشوء تيار كهربائي ويتم الكشف عن هذا التيار عن طريق انحراف مؤشر مقياس الأمبير أو الميكرو أمبير أو الميلي أمبير أو المقياس الغلفاني

وحسب أورستد في المغناطيسية نجد :

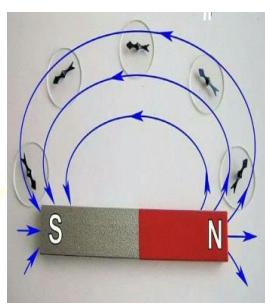
{ تيار كهربائي  $\rightarrow$  سلك مستقيم  
 تحرّك الإلكترونات  $\rightarrow$  ملء دائري  $\rightarrow$  ينشأ تيار كهربائي  
 وشبيهه  
}

$$\text{تدفق مغناطيسي } \phi = B \cdot S \cdot \cos\alpha \Rightarrow \text{حقل مغناطيسي } B$$

❖ وفي درس **التحريض الكهرومغناطيسي** سنعمل على توليد تيار كهربائي عن طريق حث الإلكترونات الحرة على الحركة بدون الاستعانة بفرق كمون أو مولد كهربائي يعمل على تحريكها والاستعانة بمصادر جديدة للطاقة الكهربائية كاستثمار المصادر الطبيعية كالمياه والرياح والسدود والعنفات . **وذلك حسب فارداي**

❖ **وتنس حبيبى :**

في المغناطيس تخرج خطوط الحقل من القطب الشمالي (**N**) وتدخل إلى القطب الجنوبي (**S**)

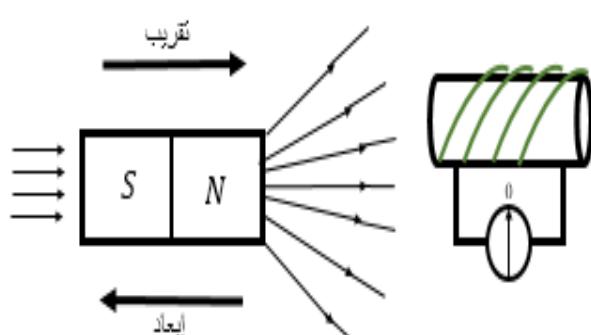
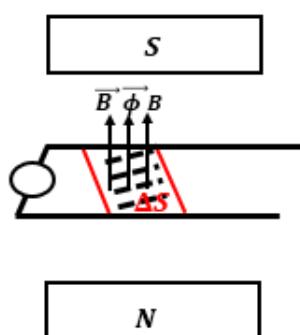
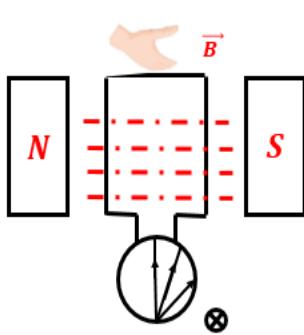


## قانون فارداي

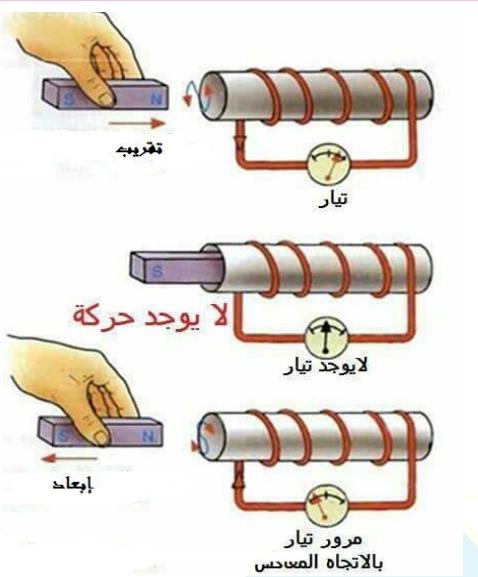
بتوليد تيار كهربائي **تتحدد** في دارة **مغلقة** ، إذا **تغير** التدفق المغناطيسي الذي **يتنازها** ، وي يوم هذا التيار **بدوام** **تغير** التدفق **وبعدم حدوث تباين التدفق المغناطيسي المحدث** .

وحسب فارداي في التحريض الكهرومغناطيسي نجد :

$$\begin{cases} \Delta\phi = \Delta B \cdot S \cdot \cos\alpha & \text{يعطي} \\ \Delta\phi = B \cdot \Delta S \cdot \cos\alpha & \text{قوة محركة كهربائية متدرجة} \\ \Delta\phi = B \cdot S \cdot \Delta\cos\alpha & \text{انحراف المؤشر} \end{cases} \Rightarrow \text{يُنشأ تيار متدرج} \Rightarrow \text{تحريك الإلكترونات}$$



**سؤال نظري :** نقوم بتشكيل دائرة مغلقة مؤلفة من وشيعة موصولة على التسلسل مع مقاييس ميكرو أمبير ماذا تلاحظ في كل من الحالات الآتية :

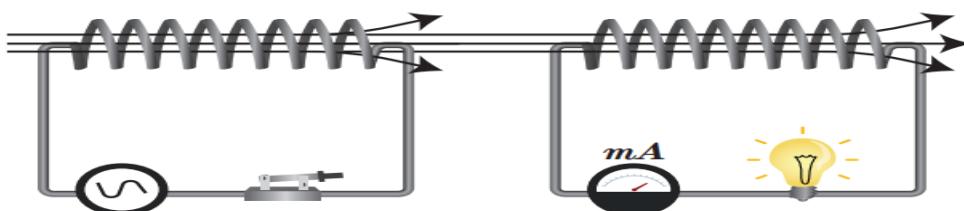


- 1 عند تقبيل أحد قطبي المغناطيس المستقيم وفق محور الوشيعة
- 2 نعيى التجربة ونزيد من سرعة التقبيل
- 3 إذا أبعدنا المغناطيس
- 4 إذا ثبّتنا بعد المغناطيس عن الوشيعة **الحل :**

- 1- نلاحظ انحراف إبرة المقياس وهذا يدل على مرور تيار كهربائي في الوشيعة
- 2- نلاحظ انحراف إبرة المقياس بشكل أكبر وهذا يدل على مرور تيار كهربائي شدته أكبر من السابق
- 3- نلاحظ انحراف إبرة المقياس بالاتجاه المعاكس وهذا يدل على مرور تيار كهربائي في الاتجاه المعاكس للحالة السابقة
- 4- لا تتحرف إبرة المقياس أي لا ينشأ تيار كهربائي لأن التدفق ثابت

**نلاحظ في أي سؤال لا يكون لدينا مولد فنشوّه تيار كهربائي يكون هذه عملية تدريب كهرومغناطيسي**

**سؤال نظري :** نشكل دائرة مغلقة من وشيعتين متقابلتين بحيث ينطبق محور كل منهما على الآخر، نصل طرقى الوشيعة الأولى بمحاذن (مولد) تيار متناوب (متغير)، ونصل طرقى الوشيعة الثانية بمصباح، **المطلوب :**



1. ماذا تتوقف

2. ماذا تتوقع لو استبدلنا مولد التيار المتناوب في الوشيعة الأولى بمولد متواصل معملاً إجابتك
3. اقترح حلول لإضاءة المصباح في الوشيعة الثانية في حال تم وصل الوشيعة الأولى بتيار متواصل

**الحل :**

1. إضاءة المصباح في الوشيعة الثانية بالرغم أنها ليست موصولة إلى مولد (منبع تيار) دليل تولد تيار متغير فيها **تفسير ذلك** لأن الوشيعة الأولى يمر فيها تيار متناوب (متغير) يعطي حقلًا مغناطيسيًا متبايناً (متغيرًا) فإن تدفقه المغناطيسي الذي سيجتاز الوشيعة الثانية متبايناً أيضًا، وإن تغير التدفق المغناطيسي يؤدي إلى نشوء تيار متغير فيضيء المصباح.
2. أتوقع أن لا يضيء المصباح لأن التيار المتواصل ثابت الشدة فحقله المغناطيسي ثابت أيضًا أي تدفقه المغناطيسي عبر الوشيعة الثانية ثابت أيضًا أي لا ينشأ تيار متغير في الوشيعة الثانية فلا يضيء المصباح
3. يجب تغيير التدفق المغناطيسي من الوشيعة الأولى للوشيعة الثانية
  - a. تركيب قاطع في الوشيعة الأولى والعمل على فتحها وإغلاقها
  - b. تقبيل أو إبعاد إحدى الوشيعتين عن الأخرى.
  - c. تغيير المقاومة الكهربائية في الوشيعة الأولى

## قانون لنز

إه جهة التيار المترافق في دارة مغلقة تلوه بحيث يدي أفعلاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه. تناسب القوة المحركة التحريرية  $\bar{\epsilon}$  في دارة مغلقة طرداً مع تغير التدفق  $d\Phi/dt$  وعكساً مع زمان هذا التغيير.

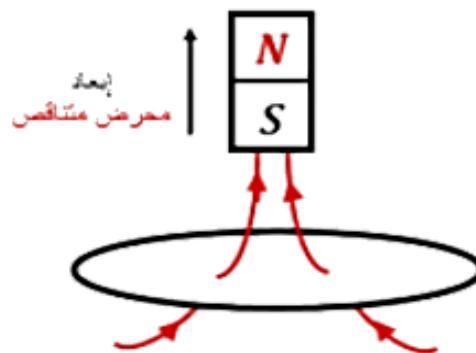
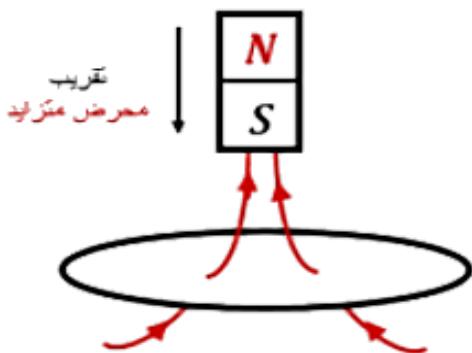
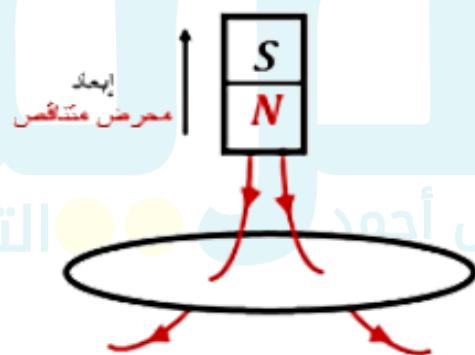
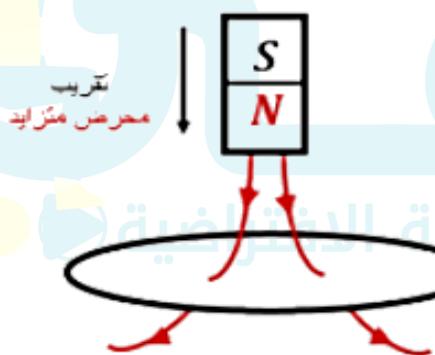
$$\text{volt} = -\frac{d\Phi}{dt} \quad \text{واحدتها volt}$$

الإشارة السالبة تدل على قانون لنز (تعلم) بالنظري نستخدم  $\Delta\Phi/\Delta t = -\bar{\epsilon}$  وبالمسائل نستخدم  $\frac{d\Phi}{dt} = -\bar{\epsilon}$

التيار المترافق  $i = \frac{\bar{\epsilon}}{R}$  وتعين جهته :

لكن لا تنس متضرر  $\Phi$  متضرر  $B$  متضرر  $i$  يكون تدفقه يعطي متضرر  $\bar{\epsilon}$  متضرر  $\Delta\Phi$  يعطي  $\Delta B$

<p><b>حالة تقارب:</b> <math>\frac{d\Phi}{dt} &gt; 0 \Rightarrow \bar{\epsilon} &lt; 0</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>الحقل المغناطيسي المتضرر يعاكس الحقل المغناطيسي المحرض لأنه متزايد</li> <li>جهة التيار المترافق بجهة أصابع يد يمنى إبهامها يشير إلى الحقل المغناطيسي المتضرر وباطن الكف نحو المركز</li> <li><b>تقارب</b> قطب مغناطيسي من وجه ملف <math>\leftrightarrow</math> وجه مماثل يحدث بينهما (تناقض)</li> </ul>	<p><b>حالة إبعاد:</b> <math>\frac{d\Phi}{dt} &lt; 0 \Rightarrow \bar{\epsilon} &gt; 0</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>الحقل المغناطيسي المتضرر يوافق الحقل المغناطيسي المحرض لأنه متافق</li> <li>جهة التيار المترافق بجهة أصابع يد يمنى إبهامها يشير إلى الحقل المغناطيسي المتضرر وباطن الكف نحو المركز.</li> <li><b>إبعاد</b> قطب مغناطيسي من وجه ملف <math>\leftrightarrow</math> وجه معاكس يحدث بينهما (تجاذب)</li> </ul>
--	--



**سؤال نظري :** نقرب القطب الشمالي لمغناطيس مستقيم من أحد وجهي وشيعته وفق محورها ويتصل طرفاها بواسطة مقياس ميكرو

أمبير فتتحرف إبرة المقياس دالة على مرور تيار كهربائي فيها . **المطلوب :**

1. فسر سبب نشوء هذا التيار ، ثم أكتب نص قانون فراداي في التحريض الكهربائي
2. أكتب العلاقة المعتبرة عن القوة المحركة الكهربائية المتحركة مع شرح دلالات الرموز وناقش العلاقة في حال (تزايد التدفق - تناقص التدفق)

أكتب نص قانون لنز في تحديد جهة التيار المتحركة

ماذا تتوقع أن يكون وجه الوشيعة المقابل للمغناطيس

ماذا تتوقع أن يحدث في حال إبعاد القطب الشمالي للمغناطيس عن أحد وجهي الوشيعة

وكيف تكون الوجه المقابل للوشيعة

ماذا تتوقع أن يحدث في حال ثبيت المغناطيس عند أحد وجهي الوشيعة ولماذا ؟

**الحل :**

1. **تزايد التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الوشيعة .**

نص قانون فراداي في التحريض : يتولد تيار متاخر في دائرة مغلقة إذا تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازها ويدوم التيار بدوام تغير هذا التدفق وينعدم عند ثبات التدفق المغناطيسي المحرّض .

$$2. -\bar{E} = \frac{d\Phi}{dt} \text{ حيث } d\Phi \text{ تغير التدفق , زمن تغير التدفق } dt \text{ وإشارة الناقص تدل على قانون لنز}$$

عند تزايد التدفق المغناطيسي  $0 < \bar{E} < 0 \Rightarrow d\Phi > 0 \Rightarrow$  جهة الحقل المتاخر عكس المحرّض

عند تناقص التدفق المغناطيسي  $0 > \bar{E} > 0 \Rightarrow d\Phi < 0 \Rightarrow$  جهة الحقل المتاخر مع المحرّض

قانون لنز: إن جهة التيار المتحركة في دائرة مغلقة تكون بحيث يبدي أفعلاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه .

وجه شمالي .

5. أتوقع أن **يتناقص** التدفق المغناطيسي فيتولد تيار كهربائي متاخر ويكون وجه الوشيعة المقابل للمغناطيس وجه جنوي

$$6. \text{ أتوقع لا يتغير التدفق ولا ينشأ تيار كهربائي } 0 = \bar{E} = 0 \Rightarrow i = 0 \Rightarrow$$

**سؤال نظري :** في تجربة السكتين التحريضية ( المولد الكهربائي )

1. فسر إلكترونياً نشوء التيار المتاخر والقوة المحركة الكهربائية المتحركة موضحاً ذلك بالرسم في كل من الحالتين الآتيتين

a. في حالة دائرة مغلقة b. في حالة دائرة مفتوحة

2. استنتج العلاقة المعتبرة عن كل من :

( القوة المحركة الكهربائية المتحركة - التيار المتاخر - الاستطاعة الكهربائية الناتجة )

3. برهن تحول الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية في المولد الكهربائي

**الحل :**

1. في حال كانت الدارة مغلقة : ينشأ تيار كهربائي متاخر .

في حال كانت الدارة مفتوحة لا ينشأ تيار متاخر بل ينشأ فرق في الكمون على طرفي الساق  $U_{AB}$

a. **في حالة دائرة مغلقة :** عند تحريك الساق بسرعة ثابتة  $\vec{v}$  فإن الإلكترونات الحرة

داخل الساق تتحرك بالسرعة الوسطية نفسها وهي خاضعة بالأصل للحقل

المغناطيسي فتخضع هذه الإلكترونات لقوة مغناطيسية  $\vec{F} = e\vec{v} \times \vec{B}$  وهي

قوة داخلية منطبقة على الساق تعمل على تحريك الإلكترونات وفق حاملها

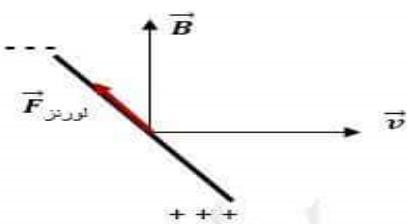
وجهتها داخل الساق وتتولد قوة محركة كهربائية تحريضية تسبب مرور تيار

كهربائي متاخر عبر الدارة المغلقة جهة الإصطلاحية بعكس جهة القوة المغناطيسية .

b. **في حال كانت الدارة مفتوحة :** تترافق الشحنات السالبة في أحد طرفي الساق وتترافق الشحنات الموجبة في الطرف

آخر فينشأ فرق في الكمون بين طرفي الساق  $U_{AB}$  يمثل القوة المحركة الكهربائية المتحركة  $|U_{AB}| = |e|$

## □ التحريض الكهرومغناطيسي



2. عند تحريك الساق بسرعة ثابتة  $v$  عمودية على شعاع الحقل المغناطيسي المنتظم  $B$  خلال فاصل زمني  $\Delta t$  ،  
 $\Delta x = v \Delta t$

$$\Delta s = L \Delta x \Leftrightarrow \Delta s = Lv \Delta t$$

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

$$\epsilon = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \quad \text{فتتولد قوة كهربائية متحركة قيمتها المطلقة:}$$

$$\epsilon = \frac{BLv \Delta t}{\Delta t}$$

$$\epsilon = BLv$$

القوة المحركة الكهربائية المتحركة :

و بما أن الدارة مغلقة يمر تيار كهربائي متحركة شدته:

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

التيار المتحرك :

$$P = \epsilon i$$

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

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

الإسطاعة الكهربائية الناتجة :

$$P = \frac{B^2 L^2 v^2}{R} \quad \left\{ \begin{array}{l} \epsilon = BLv \\ i = \frac{BLv}{R} \end{array} \right. \Leftrightarrow P = \epsilon i$$

3. تعطى الإسطاعة الكهربائية بالعلاقة:

ولكن عند تحريك الساق بسرعة  $v$  تنشأ قوة كهرومغناطيسية، جهتها بعكس جهة حركة الساق (عملها مقاوم) المسببة لنشوء التيار المتحرك، ولاستمرار تولد التيار يجب التغلب على هذه القوة الكهرومغناطيسية بصرف استطاعة ميكانيكية  $P'$ .

$$P' = Fv \quad \text{الاستطاعة الميكانيكية :}$$

$$F = iLB \sin\theta \quad \text{شدة القوة الكهرومغناطيسية :}$$

لدينا:

$$\theta = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin\frac{\pi}{2} = 1 \quad \xrightarrow{\qquad} F = iLB$$

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

لكن:

$$F = \frac{BLv}{R} (LB) \Leftrightarrow F = \frac{B^2 L^2 v}{R}$$

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

$$P' = \frac{B^2 L^2 v^2}{R} \quad \text{الاستطاعة الميكانيكية المصروفة :}$$

$$P'_{\text{كهربائية}} = P'_{\text{ميكانيكية}}$$

وبموازنة العلاقة نجد أن:

وبهذا تكون قد تحولت الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية، وهو المبدأ الذي يعتمد عليه الكثير من المولدات الكهربائية.

## ملحوظة لحساب

القوة المحركة الكهربائية المتحركة الوسطية (دالة مقياس الميلي فولط)

شدة التيار المتحرك (دالة المقياس الغلفاني - دالة المقياس ميكرو أمبير) :

$$\bar{i} = \frac{\bar{\epsilon}}{R}$$

## المشارة الأولى (درس - ملف دائرى)

ملف دائري، يتكون من 100 لفة متماثلة، نصل طرفيه بمقاييس ميلي أمبير موصولاً على التسلسل مع مقاومة أومية قيمتها  $20\Omega$ ، نقرب من أحد وجهي الملف القطب الشمالي لمغناطيس مستقيم، فتزداد شدة الحقل المغناطيسي الذي يخترق لفات الملف الدائري بانتظام من الصفر إلى  $0.08T$  خلال  $2s$ . المطلوب :

1- احسب قيمة القوة المحركة الكهربائية المترسبة المتولدة في الملف الدائري محدداً جهة التيار الكهربائي المترس.

2- مانوع الوجه المقابل للقطب الشمالي.

3- احسب شدة التيار المار في الملف.

4- احسب الاستطاعة الكهربائية المتولدة عن الملف الدائري، ثم الاستطاعة الحرارية المصروفة في المقاومة الأومية، ماذا تستنتج.

(يهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي)

## الحل :

1- حساب القوة المحركة الكهربائية المترسبة المتولدة في الملف الدائري:

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

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

$$\alpha = (\vec{n}, \vec{B}) = 0$$

$$\Delta B = B_2 - B_1 = 0.08 - 0 = 0.08T$$

$$s = \pi r^2 = 16\pi \times 10^{-4} m^2$$

$$\bar{\varepsilon} = -\frac{100 \times 8 \times 10^{-2} \times 16\pi \times 10^{-4} \times 1}{2} = -\frac{200}{64\pi} \times 10^{-4} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -2 \times 10^{-2} V$$

تعين جهة التيار المترس : نلاحظ حسب لنز :  $\bar{\varepsilon} < 0 \Rightarrow \frac{d\Phi}{dt} > 0$

الحقل المغناطيسي المترس يعكس الحقل المغناطيسي المحرك لأنه متزايد

جهة التيار المترس بجهة أصابع يد يمكى إبهامها يشير إلى الحقل المغناطيسي المترس وباطن الكف نحو المركز

2- الوجه المقابل للقطب الشمالي وجه شمالي.

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

4- الاستطاعة الكهربائية المتولدة عن الملف الدائري:  $P = \bar{\varepsilon} i = 2 \times 10^{-2} \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-5} watt$

الاستطاعة الحرارية المصروفة في المقاومة الأومية:  $P' = R i^2 = 20 \times 10^{-6} = 2 \times 10^{-5} watt$

نستنتج أن الاستطاعة الكهربائية قد تحولت إلى استطاعة حرارية.  $P' = P$

## المشارة الثانية (درس - وسيلة بداخلها ملف دائرى)

1. لدينا وشيعة، طولها  $30cm$ ، قطرها  $4cm$ ، تحوي 1200 لفة، نمرر فيها تياراً شدته  $4A$ . احسب شدة الحقل المغناطيسي في مركز الوشيعة.

2. نلف حول القسم المتوسط من الوشيعة ملفاً يحوي 100 لفة معزولة، ونصل طرفيه بمقاييس غلفاني، بحيث تكون المقاومة الكلية للدارة الجديدة  $16\Omega$  ما دلالة المقياس عند قطع التيار عن الوشيعة خلال  $0.5s$  تتناقص فيها الشدة بانتظام؟ (يهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي)

## الحل :

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

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

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

-1

- الوشيعة جملة محّرّضة والملف جملة متحرّضة قطع التيار عن الوشيعة يؤدي لتناقص التدفق المغناطيسي للحقل المغناطيسي الناتج عن الوشيعة (الحقل المُحرّض) الذي يجتاز الملف وهذا يؤدي حسب قانون فارادي إلى نشوء تيار

$$\text{متحرّض في الملف} = \bar{\epsilon} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\bar{\epsilon} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$-\frac{N(\Delta B)S \cos\alpha}{\Delta t} = -\frac{N(B_2 - B_1)S \cos\alpha}{\Delta t} \left\{ \begin{array}{l} \alpha = (\vec{n}, \vec{B}) = 0 \\ S = \pi r^2 = 4\pi \times 10^{-4} m^2 \end{array} \right.$$

$$\text{قطع التيار } i_2 = 0 \Rightarrow B_2 = 0 \Rightarrow \Delta B = B_2 - B_1 = 0 - B_1 = -B_1$$

$$\bar{\epsilon} = -\frac{N(-B_1)S \cos\alpha}{\Delta t}$$

$$\bar{\epsilon} = -\frac{100 \times (-2 \times 10^{-2}) \times 4\pi \times 10^{-4} \times 1}{\frac{1}{2}} = 16\pi \times 10^{-4} V$$

$$\bar{i} = \frac{\bar{\epsilon}}{R} = \frac{16\pi \times 10^{-4}}{16} \Rightarrow \bar{i} = \pi \times 10^{-4} A$$

#### المسألة الرابعة (درس - سكتين)

سكتان نحاسيان متوازيتان، تميل كل منهما على الأفق بزاوية  $45^\circ$ ، تستند إليهما ساق نحاسية طولها  $L = 40 \text{ cm}$  تخضع بكميلها لتأثير حقل مغناطيسي منتظم شاقولي شدته  $0.8T$ ، نغلق الدارة ثم تترك لتنزلق دون احتكاك بسرعة ثابتة، قيمتها  $2m.s^{-1}$ . المطلوب :

- 1 بين أنه تنشأ قوة كهرومغناطيسية تعيق حركة الساق.
- 2 استنتج العلاقة المحددة للمقاومة الكلية للدارة، ثم احسب قيمتها إذا كانت شدة التيار المتحرّض المتولد فيها  $\sqrt{2}A$ .
- 3 استنتاج العلاقة المحددة لكتلة الساق، ثم احسب قيمتها.

**الحل :**

-1 عند تحريك الساق بسرعة ثابتة  $\vec{v}$  فإن الإلكترونات الحرة داخل الساق تتحرك بالسرعة الوسطية نفسها وهي

خاضعة بالأصل للحقل المغناطيسي فتخضع هذه الإلكترونات لقوة مغناطيسية  $\vec{F} = e\vec{v} \wedge \vec{B}$  وهي قوة داخلية منطبقة على الساق تعمل على تحريك الإلكترونات وفق حاملها وجهتها داخل الساق وتتولد قوة محرّكة كهربائية تحرّضية تسبب مرور تيار كهربائي متّحدث عبر الدارة المغلقة وعندما يمر هذا التيار في الساق تؤثّر في منتصف الساق قوة كهرومغناطيسية جهتها بعكس جهة شعاع السرعة

**التعليمية الافتراضية**

-2 عند تحريك الساق بسرعة ثابتة  $v$  عمودية على شعاع الحقل المغناطيسي المنتظم  $\vec{B}$  خلال فاصل زمني  $\Delta t$  ،

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

$$\Delta s = L \Delta x \Leftrightarrow \Delta s = Lv \Delta t$$

$$\Delta \Phi = B \Delta s \cos\alpha = BLv \cos\alpha \Delta t$$

فتتولد قوة محرّكة كهربائية متّحدثة قيمتها المطلوبة:

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

$$\epsilon = \frac{BLv \cos\alpha \Delta t}{\Delta t}$$

القوة المحرّكة الكهربائية المتّحدثة :

وبيما أن الدارة مغلقة يمر تيار كهربائي متّحدث شدته:

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

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

التيار المتّحدث :

$$R = \frac{B L v \cos\alpha}{i}$$

$$R = \frac{8 \times 10^{-1} \times 40 \times 10^{-2} \times 2 \times \frac{\sqrt{2}}{2}}{\sqrt{2}} \Rightarrow R = 32 \times 10^{-2} \Omega$$

• المقاومة الكلية

-3 استنتاج العلاقة المحددة لكتلة الساق:

**جملة المقارنة: خارجية الجملة المدروسة:** مركز عطالة الساق  
**قوى الخارجية المؤثرة:**  $\vec{W}$  نقل الساق،  $\vec{F}$  القوى الكهرومغناطيسية،  $\vec{R}$  رد فعل السككين.

$$\overrightarrow{v_{\text{ثابتة}}} = \overrightarrow{\text{const}} \Rightarrow \vec{a} = \vec{0} \Rightarrow \sum \vec{F} = \vec{0}$$

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

$$0 + F \cos\alpha - W \sin\alpha = 0 \quad \overrightarrow{xx}$$

$$F \cos\alpha = W \sin\alpha \Rightarrow i L B \sin\frac{\pi}{2} \cos\alpha = m g \sin\alpha$$

$$m = \frac{i L B \sin\frac{\pi}{2} \cos\alpha}{g \sin\alpha} \Rightarrow m = \frac{\sqrt{2} \times 40 \times 10^{-2} \times 8 \times 10^{-1} \times 1 \times \frac{\sqrt{2}}{2}}{10 \times \frac{\sqrt{2}}{2}} \Rightarrow m = 32\sqrt{2} \times 10^{-3} \text{ kg}$$

### المسألة الثالثة (درس - سككين)

في تجربة السككين الكهرومغناطيسية يبلغ طول الساق النحاسية المستندة عمودياً  $30\text{cm}$ ، وكتلتها  $60\text{g}$ ، المطلوب :

1. احسب شدة الحقل المغناطيسي المنتظم المؤثرة عمودياً في السككين لتكون شدة القوة الكهرومغناطيسية متساوية مثلثي ثقل الساق، وذلك عند إمداد التيار كهربائي شدته  $20\text{A}$ .

2. احسب عمل القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة في الساق إذا تدرجت بسرعة ثابتة قدرها  $0.4\text{m.s}^{-1}$  لمدة ثانية.

3. نرفع المولد من الدارة السابقة، ونستبدل بمقياس غلفاني، وندرج الساق بسرعة وسطية ثابتة  $5\text{m.s}^{-1}$  ضمن الحقل السابق. استنتج عبارة القوة المحركة الكهربائية المتحركة، ثم احسب قيمتها، واحسب شدة التيار المتحرك بافتراض أن المقاومة الكلية للدارة ثابتة وتساوي  $5\Omega$ ، ثم ارسم شكلاً توضيحياً بين جهة كل من  $(\vec{B}, \vec{v})$  وجهة التيار المتحرك.

4. احسب الاستطاعة الكهربائية الناتجة، ثم احسب شدة القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة في الساق في أثناء تدرجها. (يهم تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي) ( $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ )

الحل :

$$F = 2w \quad -1$$

$$I L B \sin\theta = 2mg \xrightarrow{\sin\theta = \sin\frac{\pi}{2} = 1} B = \frac{2mg}{IL}$$

$$B = \frac{2 \times 60 \times 10^{-3} \times 10}{20 \times 30 \times 10^{-2}} \Rightarrow B = 2 \times 10^{-1} \text{ T}$$

$$W = F \Delta x$$

- طريقة (1)

$$W = F v \Delta t = 2mg \cdot v \Delta t$$

$$W = 2 \times 60 \times 10^{-3} \times 10 \times 4 \times 10^{-1} \times 2$$

$$W = 96 \times 10^{-2} \text{ J}$$

$$W = I \Delta \Phi$$

طريقة (2)

$$W = I B \Delta s = I B L \Delta x$$

$$W = I B L v \Delta t$$

$$W = 20 \times 2 \times 10^{-1} \times 30 \times 10^{-2} \times 4 \times 10^{-1} \times 2$$

$$W = 96 \times 10^{-2} \text{ J}$$

3- عند تحريك الساق بسرعة ثابتة  $v$  عمودية على شعاع الحقل المغناطيسي المنتظم  $\vec{B}$  خلال فاصل زمني  $\Delta t$  ،

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

$$\Delta s = L \Delta x \Rightarrow \Delta s = Lv \Delta t$$

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

$$\epsilon = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| \quad \text{فنتولد قوة متحركة كهربائية متطرفة قيمتها المطلقة:}$$

$$\epsilon = \frac{BLv \Delta t}{\Delta t}$$

$$\boxed{\epsilon = BLv} \quad \text{القوة المتحركة الكهربائية المتطرفة:}$$

$$\epsilon = 2 \times 10^{-1} \times 30 \times 10^{-2} \times 5 \Rightarrow \boxed{\epsilon = 3 \times 10^{-1} V}$$

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

و بما أن الدارة مغلقة يمر تيار كهربائي متطرف شدته:

$$i = \frac{\epsilon}{R} = \frac{3 \times 10^{-1}}{5} \Rightarrow \boxed{i = 6 \times 10^{-2} A}$$

4- الاستطاعة الكهربائية الناتجة

$$P = 3 \times 10^{-1} \times 6 \times 10^{-2}$$

$$\boxed{P = 18 \times 10^{-3} Watt}$$

شدة القوة الكهرومغناطيسية المؤثرة في الساق في أثناء تدرجها

$$F = 6 \times 10^{-2} \times 30 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-1} \times 1$$

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



**منصة طرقى التعليمية الافتراضية** مع أنس أحمد

## المشكلة 20 (عامة- ساق نحاسية)

ساق نحاسية طولها  $80 \text{ cm}$  حرکها بسرعة أفقية  $\vec{v}$  عمودية على شعاع حقل مغناطيسي منتظم أفقى شدته  $0.5T$  فيكون فرق المکون بين طرفي الساق  $0.4 \text{ V}$  ، المطلوب :

1- استنتاج العلاقة المحددة لسرعة الساق وحساب قيمتها.

2- نأخذ الساق النحاسية ونعلقها من منتصفها ضمن منطقة الحقل السابق بنابض مرن شاقولي مهملاً الكتلة ثابت صلابته  $100 \text{ N.m}^{-1}$  وتمرر فيها تيار كهربائي شدته  $20A$  فتتوازن الساق بعد أن يستطيل النابض بمقدار  $20 \text{ cm}$  عن طوله الأصلي قبل تعليق الساق وتتوازن الساق:

(A) حدد على الرسم القوى الخارجية المؤثرة على الساق.

(B) استنتاج بالرموز العلاقة المحددة لكتلة الساق وحساب قيمتها.

الحل:

1. استنتاج العلاقة المحددة لسرعة الساق وحساب قيمتها.

تتحرک الساق بسرعة ثابتة  $\vec{v}$  عمودية على شعاع الحقل المغناطيسي  $\vec{B}$  خلال زمن  $\Delta t$

- تتنقل مسافة:  $\Delta x = v \Delta t$

- تمسح السطح بمقدار:  $\Delta s = L \Delta x = L v \Delta t$

- يتغير التدفق بمقدار:  $\Delta \Phi = B \Delta s = B L v \Delta t$

- يتولد قوة محرکة كهربائية متخرضة قيمتها المطلقة:

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

وبما أن الدارة مفتوحة فإن فرق المکون بين طرفي الساق يساوي القوة المحرکة الكهربائية المتخرضة:

$$U = \epsilon = B L v$$

$$v = \frac{U}{B L} = \frac{0.4}{0.5 \times 80 \times 10^{-2}} = 1 \text{ m.s}^{-1}$$

.2

(A) القوى الخارجية المؤثرة:

- $\vec{F}_s$  : قوة توتر النابض.

- $\vec{F}$  : القوة الكهرومغناطيسية.

- $\vec{W}$  : ثقل الساق.

(B) استنتاج العلاقة المحددة لكتلة الساق وحساب قيمتها.

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

بما أن الساق متوازنة

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

بالإسقاط على محور شاقولي موجه نحو الأسفل:  $W + F - F_s = 0$

$$m g = F_s - F \Rightarrow m = \frac{F_s - F}{g}$$

$$\boxed{m = \frac{kx_0 - I L B \sin \frac{\pi}{2}}{g}} \quad \left\{ \begin{array}{l} F = I L B \sin \theta \\ F_s = kx_0 \end{array} \right.$$

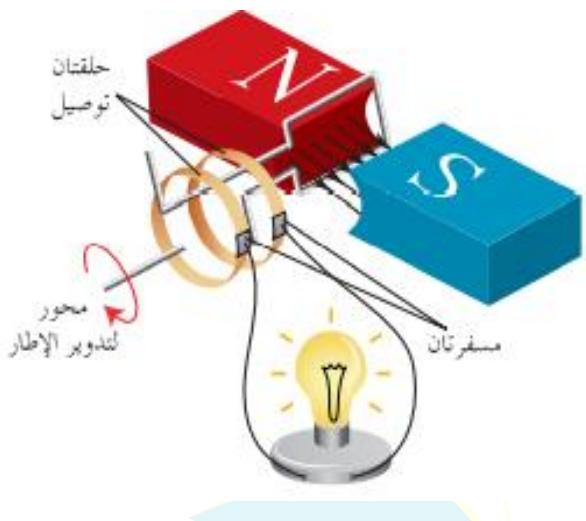
$$m = \frac{100 \times 2 \times 10^{-1} - 20 \times 8 \times 10^{-1} \times \frac{1}{2} \times 1}{10} = \frac{20 - 8}{10} = 2 - 0.8$$

$$\boxed{m = 1.2 \text{ kg}}$$

## » توليد التيار المتناوب الجيبى

**سؤال نظري :** في تجربة يتكون إطار من سلك نحاسي معزول من  $N$  لفة مساحة كل منها  $S$  يدور حول محور في منطقة

يسودها حقل مغناطيسي منتظم  $\vec{B}$  يصنع زاوية  $\alpha$  مع نظام الإطار في لحظة ما  $t$  أثناء الدوران



1. استنتج العلاقة المحددة للقوة المحركة الكهربائية المترسبة المتناوبة الآنية في مولد التيار المتناوب الجيبى

2. ارسم المنحني البياني لتغيرات  $\epsilon$  بدلالة  $wt$  خلال دورة كاملة

3. ماذا يدعى التيار الحالى ولماذا؟ أكتب تابعه الزمنى

4. بين متى تكون القوة المحركة الكهربائية المتناوبة

a. موجة وسالية b. عظمى وصغرى c. معدومة

**الحل :**

$$\bar{\Phi} = N B s \cos \alpha$$

$$\omega = \frac{\alpha}{t} \Rightarrow \alpha = \omega t$$

1. التدفق المغناطيسي  $\Phi$  الذي يجتاز الإطار وهو في هذه الحالة:

السرعة الزاوية للدوران  $\omega$  ثابتة فإن الزاوية  $\alpha$  التي يدورها الملف في زمن قدره  $t$ :

نعرض في علاقة التدفق المغناطيسي:

$$\bar{\epsilon} = -\frac{d\bar{\Phi}}{dt} = -(\bar{\Phi})'_t$$

أي نشتق  $\Phi$ :  $\bar{\epsilon} = N B s \omega \sin \omega t$

تكون  $\epsilon$  عظمى عندما:  $\sin \omega t = 1 \Rightarrow \epsilon_{max} = N B s \omega$

نعرض في علاقة  $\bar{\epsilon}$ : نجد علاقة القوة المحركة الكهربائية المترسبة الآنية المتناوبة

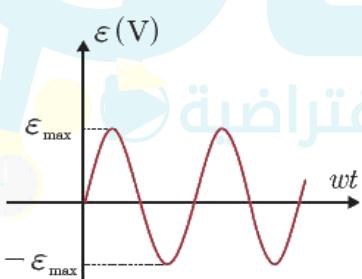
$$\bar{\epsilon} = \epsilon_{max} \sin \omega t$$

## 2. المنحني البياني

3. يدعى بالتيار المتناوب الجيبى لأن القوة المحركة الكهربائية المترسبة  $\bar{\epsilon}$  متناوبة جيبية

$$\bar{i} = \frac{\bar{\epsilon}}{R} \Rightarrow \bar{i} = \frac{\epsilon_{max} \sin \omega t}{R}$$

تابع التيار:



4. موجة في النصف الأول للدور وسالبة في النصف الثاني للدور عظمى في نهاية الربع الأول للدور وصغرى في نهاية ثلاثة أرباع الدور معدومة في بداية ومنتصف ونهاية الدور

## المشكلة 21 (عامة- ملف دائرى)

ملف دائري نصف قطره الوسطى  $4 \text{ cm}$  ممؤلف من 600 لفة متماثلة من سلك نحاسي معزول معلق من الأعلى بسلك شاقولي عديم الفتل ضمن حقل مغناطيسي منتظم أفقي خطوطه ناظمية على مستوى الملف شدته  $0.04T$  نصل طرفي سلك الملف بمقاييس غلافاني، **المطلوب :**

- ندير الملف بدءاً من وضع توازنه بزاوية  $\frac{\pi}{2} \text{ rad}$  خلال  $0.2 \text{ s}$  احسب شدة التيار المترافق المتولد في الملف حيث المقاومة الكلية للدارة  $5\Omega$ .

- نستبدل سلك التعليق السابق بمحور شاقولي ثم ندير الملف بسرعة زاوية ثابتة تقابل  $\frac{2}{\pi} \text{ Hz}$  ، **المطلوب :**

A. استنتج بالرموز العلاقة المحددة لقيمة الجبرية لقوة المحركة الكهربائية المترافق المتناسبة الجبرية ثم اكتب التابع الزمني لكل من هذه القوة و التيار المترافق المتناسب الجبرى.  
B. احسب طول سلك الملف.

**الحل:** باعتبار  $200 \approx 64\pi$

- حساب شدة التيار المترافق المتولد في الملف.

$$\begin{aligned} i &= \frac{\epsilon}{R} \\ \epsilon &= -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \\ \epsilon &= -\frac{N B s(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)}{\Delta t} \\ \epsilon &= -\frac{600 \times 4 \times 10^{-2} \times 16\pi \times 10^{-4} (0-1)}{2 \times 10^{-1}} = 6 \times 10^{-1} V \quad \begin{cases} \alpha_2 = \frac{\pi}{2} \text{ rad} \Rightarrow \cos\frac{\pi}{2} = 0 \\ \alpha_1 = 0 \Rightarrow \cos 0 = 1 \\ s = \pi r^2 = 16\pi \times 10^{-4} \end{cases} \\ i &= \frac{6 \times 10^{-1}}{5} \Rightarrow i = 12 \times 10^{-2} A \end{aligned}$$

-**A** - بفرض أنه في لحظة ما أثناء الدوران كان الناظم على مستوى الإطار يصنع مع الحقل المغناطيسي  $\vec{B}$  زاوية قدرها  $\alpha$  فيكون التدفق المغناطيسي  $\Phi$  الذي يجتاز الإطار وهو في هذه الحالة:

$\Phi = NB S \cos\alpha$  إذا كانت السرعة الزاوية لدوران الإطار  $\omega$  ثابتة فإن الزاوية  $\alpha$  التي يدورها الملف في زمن قدره  $t$  :

نعرض في علاقة التدفق المغناطيسي:  $\Phi = N B S \cos\omega t$

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

$$\bar{\epsilon} = NB S \omega \sin\omega t$$

تكون  $\epsilon$  عظمى عندما:  $\sin\omega t = 1 \Rightarrow \epsilon_{max} = N B S \omega$

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

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \left(\frac{2}{\pi}\right) = 4 \text{ rad.s}^{-1}$$

$$\epsilon_{max} = N B S \omega = 600 \times 16\pi \times 10^{-4} \times 4 \times 10^{-2} \times 4$$

$$\epsilon_{max} = 6 \times 64\pi \times 10^{-4} \times 4 \Rightarrow \epsilon_{max} = 48 \times 10^{-2} V$$

- نعرض قيم الثوابت:  $\bar{\epsilon} = 48 \times 10^{-2} \sin 4t$  (v)

التابع الزمني للتيار المترافق المتناسب الجبرى.

$$\bar{i} = \frac{48 \times 10^{-2} \sin 4t}{5} \Rightarrow \bar{i} = 96 \times 10^{-3} \sin 4t \quad (A)$$

-**B** - حساب طول سلك الملف

$$l' = 2\pi r \cdot N = 2\pi \times 4 \times 10^{-2} \times 600 = 8\pi \times 6 \Rightarrow l' = 48\pi m$$

## المسألة الخامسة (درس - اطار مربع)

اطار مربع الشكل طول ضلعه  $4\text{cm}$ ، مولف من 100 لفة متماثلة من سلك نحاسي معزول، ندير الإطار حول محور شاقولي مار من مركزه ومن ضلعين أفقين متقابلين بحركة دائرية منتظمة تقابل  $\frac{10}{\pi} \text{Hz}$  ضمن حقل مغناطيسي أفقي شدته  $5 \times 10^{-2} \text{T}$ ، خطوطه ناظمية على سطح الإطار قبل الدوران حيث الدارة مغلقة ومقاومتها  $R = 4\Omega$ ، المطلوب :

- 1 اكتب التابع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المترسبة الآنية الناشئة في الإطار.
- 2 عين اللحظتين الأولى والثانية التي تكون فيها قيمة القوة المحركة الكهربائية المترسبة الآنية الناشئة معدومة.
- 3 اكتب التابع لشدة التيار الكهربائي المترسّب للحظي المار في الإطار. (نهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي)

الحل :

- 1 التابع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المترسبة الآنية:

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

$$\epsilon_{max} =$$

$$N B s \omega \left\{ \begin{array}{l} \omega = 2\pi f = 2\pi \times \frac{10}{\pi} = 20 \text{ rad.s}^{-1} \\ l = 4 \times 10^{-2} \text{ m} \Rightarrow s = l^2 = 16 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \end{array} \right.$$

$$\epsilon_{max} = 100 \times 5 \times 10^{-2} \times 16 \times 10^{-4} \times 20 \Rightarrow \epsilon_{max} = 16 \times 10^{-2} \text{ V}$$

$$\bar{\epsilon} = 16 \times 10^{-2} \sin 20t \quad (\text{V})$$

- 2 قيمة القوة المحركة الكهربائية المترسبة الآنية الناشئة معدومة

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

$$\sin(20t) = 0$$

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

لحظة الانعدام الأولى:  $k = 1 \Rightarrow t = \frac{\pi}{20} \text{ s}$  ، لحظة الانعدام الثانية:  $k = 0 \Rightarrow t = 0$

$$\bar{I} = \frac{\bar{\epsilon}}{R} = \frac{16 \times 10^{-2} \sin 20t}{4}$$

$$\bar{I} = 4 \times 10^{-2} \sin 20t \quad (\text{A})$$

-3

**سؤال نظري :** في الدارة الموضحة جانباً والتي تعبر عن مبدأ المحرك

عند إغلاق القاطعة ومنع المحرك عن الدوران نلاحظ توهج المصباح فسر ذلك

ماذا يحدث لإضاءة المصباح عند السماح للمحرك بالدوران معلمًا ذلك ؟

في المحرك الكهربائي يرهن نظرياً تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية

**صيغة أخرى للسؤال :** في تجربة السكتين الكهرومغناطيسي يرهن أن كهربائي  $P$  ميكانيكي

الحل :

1. بسبب مرور تيار كهربائي له شدة معينة ويدل عليه المقياس .

2. عند السماح للمحرك بالدوران : تبدأ سرعة دورانه بازدياد فنلاحظ تناقص توهج

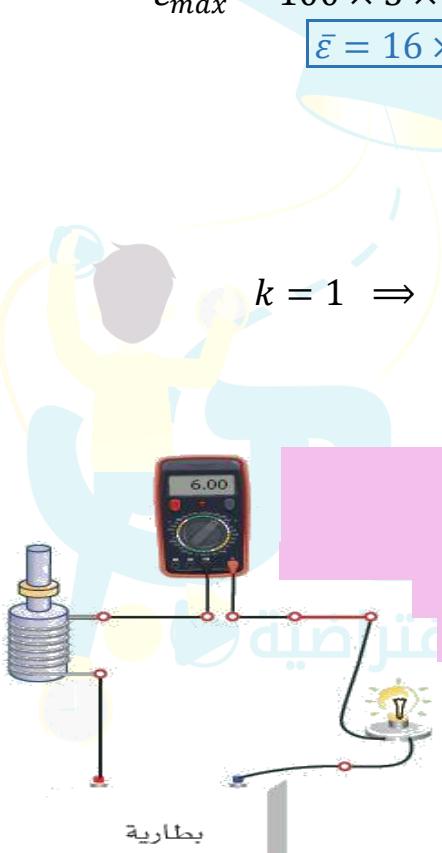
المصباح وتقصان دالة المقياس مما يدل على مرور تيار كهربائي أقل

**التعليق :** يوجد في المحرك وشيعة يمر فيها تيار كهربائي وخاضعة لحقل مغناطيسي يعمل على تدويرها ، فيتغير

التدفق المغناطيسي عبرها فيتولد فيها قوة محركة كهربائية تحربيّة عكسيّة تزداد بازدياد سرعة دوران المحرك ، هذه

القوة مضادة (معاكسة) للقوة المحركة الكهربائية المطبقة بين قطبي المولد (فرق الكمون) فتقلل من تأثيرها ، فيقل

التيار الكهربائي عبر المصباح فتخبو إضاءته .



3. عند مرور التيار الكهربائي في الساق الخاضعة لتأثير الحقل المغناطيسي المنتظم  $\vec{B}$  ، فإنها تتأثر بقوة

$$F = ILB$$

كهرطيسية شدتها:

تعمل القوة الكهرطيسية على تحريك الساق بسرعة ثابتة  $v$ ، وتكون الاستطاعة الميكانيكية الناتجة:  $P' = Fv$

$$P' = ILBv$$

لكن عند انتقال الساق مسافة  $\Delta x$ :  $\Delta x = v \Delta t$

يتغير السطح بمقدار:  $\Delta s = L \Delta x = Lv \Delta t$

يتغير التدفق بمقدار:  $\Delta \Phi = B \Delta s = BLv \Delta t$

فتتولد قوة محركة كهربائية مترسبة عكسية تعاكس مرور التيار (حسب لenz) قيمتها المطلقة:

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

$$P = \epsilon' I$$

ولاستمرار مرور تيار المولد يجب تقديم استطاعة كهربائية:

$$P = BLvI$$

بالموازنة بين الاستطاعتين نجد:  $P' = P$  وبهذا الشكل تتحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية.

## ► التحريض الذاتي

سؤال نظري : في تجربة الموضحة في الدارة :

1. فسر كل مما يلي :

- عند فتح القاطعه يتوجه المصباح بشدة قبل أن ينطفئ
- عند إغلاق القاطعه يتوجه المصباح ثم تخبو أضاءته
- 2. ماذا ندعو الدارة ، والحادثة في هذه الحالة ولماذا ؟

الحل :

1. - عند فتح القاطعه أي عند قطع التيار **تنافق** شدة التيار المار في الوشيعة **فيتنافق** الحقل المغناطيسي المتولد

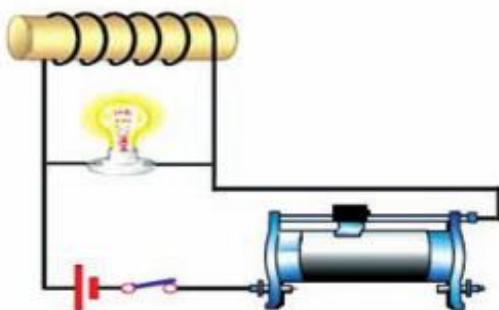
عنه في الوشيعة **فيتنافق** التدفق المغناطيسي فيها **فيتولد** فيها قوة محركة كهربائية مترسبة و تكون  $\frac{di}{dt}$  أعلى ما يمكن لحظة فصل القاطعه فيتوجه المصباح حيث  $dt$  صغير جداً ثم ينطفئ

- عند إغلاق القاطعه **تزداد** شدة التيار المار في الوشيعة **فيزيد** الحقل المغناطيسي المتولد عنه في الوشيعة

**فيزيد** التدفق المغناطيسي فيها **فيتولد** فيها قوة محركة كهربائية **ع تمانع** تيار المولد من المرور فيها فيمر هذا التيار في المصباح فقط فيسبب التوجه الشديد وبسبب تنافق  $\frac{di}{dt}$  تخبو أضاءة المصباح ويزداد التيار تدريجياً

عبر الوشيعة حتى ثبات الشدة فتنعدم القوة المحركة الكهربائية المترسبة في الوشيعة .

2. **ندعوا الدارة بالدارة المترسبة الذاتية** ، وتسمى الحادثة بالتحريض الذاتي ، لأن الوشيعة قامت بدور محرك ومتربص بآن واحد .



**سؤال نظري :** وشيعة طولها  $l$  مؤلفة من  $N$  لفة يمر فيها تيار متغير المطلوب :

1. استنتج العلاقة المعبرة عن ذاتية الوشيعة وعُرف الهنري
2. اكتب علاقة التدفق الذاتي عبر الوشيعة
3. اكتب العلاقة المعبرة عن القوة المحركة التحربيضية الذاتية
4. اكتب العلاقة المعبرة عن القوة المحركة التحربيضية الذاتية ثم ناقشها عند :  
(تزايد شدة التيار – تناقص شدة التيار)
5. اكتب العلاقة المعبرة عن ذاتية الوشيعة ثم كيف تؤول تلك العلاقة من أجل وشيعة طولها  $l'$  وطول سلکها  $l$  :  
الحل :

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{Ni}{l} \Leftrightarrow B \text{ حقل مغناطيسي} \quad \text{ويكون تدفق حقله المغناطيسي } \phi = N \cdot B \cdot S \cdot \cos\alpha$$

نعرض قانون الوشيعة  $B$  في علاقة التدفق فنجد (حيث  $\cos\alpha = 1$ )

$$\phi = N \cdot (4\pi \times 10^{-7} \frac{Ni}{l}) \cdot S \xrightarrow{\substack{\text{نرتب العلاقة ونعزل الثوابت} \\ \text{ذاتية الدارة (ثوابت الدارة)}}} \phi = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2 s}{l} i$$

$$\xrightarrow{\substack{\text{ذاتية الدارة (ثوابت الدارة)}}} L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2 s}{l}$$

**الهنري:** ذاتية دارة مغلقة يجتازها تدفق وبير واحد عندما يمر فيها تيار قدره أمبير واحد.

$$2. \text{ التدفق الذاتي : } \Phi = L \cdot i$$

$$3. \text{ القوة المحركة المتحركة الذاتية : } \boldsymbol{\epsilon} = -\frac{d\Phi}{dt} = -L \frac{di}{dt}$$

$$4. \text{ القوة المحركة المتحركة الذاتية : } \boldsymbol{\epsilon} = -L \frac{di}{dt}$$

تزايد شدة التيار  $0 < di < 0 \Leftrightarrow \epsilon < 0$  (جهة التيار المتحرك عكس جهة التيار المتحرك)  
تناقص شدة التيار  $0 < di < 0 \Leftrightarrow \epsilon > 0$  (جهة التيار المتحرك مع جهة التيار المتحرك)

$$5. \text{ ذاتية الوشيعة : } L = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{N^2 s}{l}$$

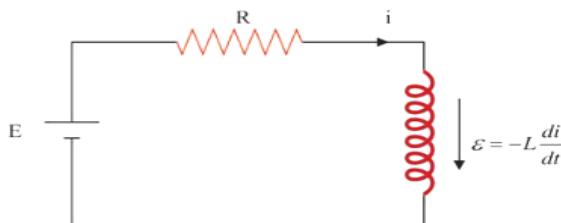
ولكن :  $S = \pi r^2$

$$N = \frac{l'}{2\pi r} \Rightarrow N^2 = \frac{l'^2}{4\pi^2 r^2} \quad \text{عدد اللفات:}$$

$$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{l'^2}{4\pi^2 r^2} \cdot \frac{\pi r^2}{l}$$

$$L = 10^{-7} \frac{l'^2}{l} \quad \text{ذاتية وشيعة علم طولها } l' \text{ وطول سلکها } l$$

**سؤال نظري :** استنتج عبارة الطاقة الكهرومغناطيسية المخزنة في وشيعة يجتازها تياراً كما هو موضح بالشكل



$$\sum E = Ri \Rightarrow E + \epsilon = Ri$$

$$E - L \frac{di}{dt} = Ri \xrightarrow{\text{نضرب الطرفين}} idt$$

$$E idt - L \frac{di}{dt} idt = Ri idt \xrightarrow{\text{نختصر ونرب}} idt$$

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

$$Eidt = Ri^2 dt + Lidi \quad \begin{array}{l} \text{طاقة مخزنة كهرومغناطيسية} \\ \text{طاقة مستهلكة حرارياً} \end{array}$$

**الطرف الأول** Eidt يمثل الطاقة التي يقدمها المولد خلال  $dt$ .

**الطرف الثاني**  $Ri^2 dt$ : الطاقة الصائعة حرارياً بفعل جول خلال  $dt$ .

**الطرف الثالث** Lidi: الطاقة الكهرومغناطيسية المخزنة في الوشيعة (نكمال)

$$E_L = \int_0^I Lidi = \frac{1}{2} LI^2 \xrightarrow{\Phi=L.I \text{ ولكن}} E_L = \frac{1}{2} \Phi I$$

**المسألة 17 (عامة - وشيعة - تحريض ذاتي )**

وشيعة طولها  $30\text{ cm}$  ومساحة مقطعها  $3 \times 10^{-2}\text{ m}^2$  ذاتيتها  $H = 5 \times 10^{-3}\text{ H}$ . المطلوب :  
(1) احسب عدد لفاتها .

(2) نمرر في الوشيعة تيار كهربائي متواصل شدته  $15\text{ A}$  احسب الطاقة الكهرومغناطيسية المخزنة في الوشيعة .

(3) نجعل شدة التيار تتنافص بانتظام من  $15\text{ A}$  إلى الصفر خلال  $0.5\text{ S}$  ، احسب القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية التحريرية الذاتية الناشئة في الوشيعة وحدد جهة التيار المترس.

(4) نمرر في سلك الوشيعة تياراً كهربائياً شدته اللحظية مقدرة بالأمبير  $5t - 20 = t$  ، احسب القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية التحريرية الذاتية الناشئة فيها . ( نهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي ) .

**الحل :**

$$\begin{aligned} L &= 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2 S}{l} && \text{- حساب عدد اللفات من قانون الذاتية :} \\ 5 \times 10^{-3} &= 4\pi \times 10^{-7} \times N^2 \frac{3 \times 10^{-2}}{30 \times 10^{-2}} \Rightarrow 5 \times 10^{-3} = 4\pi \times 10^{-8} \times N^2 \\ N^2 &= \frac{5 \times 10^{-3}}{4\pi \times 10^{-8}} \xrightarrow{4\pi=12.5} N^2 = \frac{5}{125 \times 10^{-1} \times 10^{-5}} = \frac{1}{25 \times 10^{-6}} \xrightarrow{\times 4} N^2 = 4 \times 10^4 \\ &\Rightarrow N = 200 \end{aligned}$$

**2- حساب الطاقة الكهرومغناطيسية المخزنة في الوشيعة .**

$$E_L = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-3} \times 225 \Rightarrow E_L = \frac{1125}{2} \times 10^{-3} J$$

**3- حساب القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية التحريرية الذاتية الناشئة في الوشيعة وتحدد جهة التيار المترس .**

$$\epsilon = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} = -L \frac{(I_2 - I_1)}{\Delta t}$$

$$\epsilon = -5 \times 10^{-3} \frac{(0 - 15)}{5 \times 10^{-1}} \Rightarrow \epsilon = 15 \times 10^{-2} V$$

$\frac{d\phi}{dt} < 0 \Leftrightarrow \bar{\epsilon} > 0$  أي أن الحقل المحرك متافق حسب لز جهه التيار المترس بجهه التيار المحرض

**4- حساب القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية التحريرية الذاتية الناشئة في الوشيعة .**

$$\epsilon = -L \frac{di}{dt} = -5 \times 10^{-3} \times (-5) \Rightarrow \epsilon = 25 \times 10^{-3} V$$

## المسألة 18 (عامة - وشيعة - تحريض عادي + ذاتي )

وشيعة طولها  $\frac{2\pi}{5} m$  وعدد لفاتها 200 لفة ، ومساحة مقطعها  $20 \text{ cm}^2$  حيث المقاومة الكلية لدارتها المغلقة 5Ω

1- نضع الوشيعة ضمن حقل مغناطيسي ثابت المنحني وجهة خطوطه توازي محور الوشيعة ، نزيد شدة هذا الحقل بانتظام خلال S 0.5 من T 0.04 إلى 0.06 : المطلوب :

(a) حدد على الرسم جهة كل من الحلقات المغناطيسي المحرّض والمتحرّض في الوشيعة وعين جهة التيار المتحرّض

(b) احسب القيمة الجبرية لشدة التيار الكهربائي المتحرّض المار في الوشيعة .

(c) احسب ذاتية الوشيعة .

2- نرفع الوشيعة من الحقل المغناطيسي السابق ونمرر فيها تياراً كهربائياً شدته اللحظية  $i = 6 + 2t$

(a) احسب القيمة الجبرية للقوة المحرّكة الكهربائية التحرّضية الذاتية في الوشيعة .

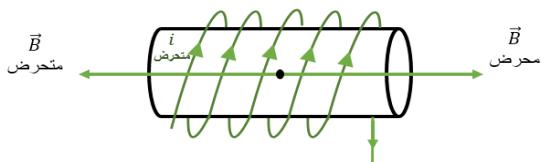
(b) احسب مقدار التغير في التدفق المغناطيسي لحقل الوشيعة في اللحظتين :  $t_1 = 0, t_2 = 1\text{S}$

(c) نمرر في سلك الوشيعة تياراً كهربائياً متواصلاً شدته 10A بدل التيار السابق ، احسب الطاقة الكهرومغناطيسية المخزنة في الوشيعة . (يهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي ) .

**الحل : 1**

(a) نلاحظ أن شدة الحقل المغناطيسي قد ازدادت وبالتالي التدفق المحرّض متزايد وبالتالي :  $\Delta\Phi > 0$

حسب لنز :  $\vec{B}'$  محرّض ،  $\vec{B}$  متحرّض على حامل واحد وبجهتين متعاكستين .



$$(b) \text{ حساب شدة التيار الكهربائي المتحرّض : } \bar{i} = \frac{\bar{\epsilon}}{R}$$

نحسب القوة المحرّكة الكهربائية المتحرّضة :

$$\alpha = (\vec{n}, \vec{B}) = 0$$

$$\Delta B = B_2 - B_1 = 0.06 - 0.04 = 0.02T$$

$$s = 20 \text{ cm}^2 = 20 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\bar{\epsilon} = -\frac{200 \times 2 \times 10^{-2} \times 20 \times 10^{-4} \times 1}{\frac{1}{2}} \Rightarrow [\bar{\epsilon} = -16 \times 10^{-3} \text{ V}]$$

$$\bar{i} = \frac{-16 \times 10^{-3}}{5} \Rightarrow [i = -32 \times 10^{-4} \text{ A}]$$

$$(c) \text{ حساب ذاتية الوشيعة : } L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2 S}{l}$$

$$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{4 \times 10^4 \times 20 \times 10^{-4}}{\frac{2\pi}{5}}$$

$$L = 8 \times 10^{-5} \text{ H}$$

(a-2) حساب القوة المحرّكة الكهربائية المتحرّضة الذاتية :

$$\epsilon = -L \frac{di}{dt} = -8 \times 10^{-5} \times (2) \Rightarrow [\epsilon = -16 \times 10^{-5} \text{ V}]$$

(b) حساب مقدار التغير في التدفق المغناطيسي S

$$\Phi = L i \Rightarrow \Delta\Phi = L \cdot \Delta i$$

$$\Delta\Phi = L (i_2 - i_1)$$

$$\Delta\Phi = 8 \times 10^{-5} (8 - 6)$$

$$\boxed{\Delta\Phi = 16 \times 10^{-5} \text{ Weber}}$$

(c) حساب الطاقة الكهرومغناطيسية المخزنة في الوشيعة .

$$E_L = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} \times 8 \times 10^{-5} \times 100 \Rightarrow [E_L = 4 \times 10^{-3} \text{ J}]$$

## المسألة 19 (عامة - وشيعة - كهرطيسية + تحريض عادي )

وشيعة طولها  $5\Omega$  وعدد لفاتها  $1000$  لفة ، نصف قطر مقطعها  $2\text{ cm}$  ، ومقاومة دارتها الكهربائية المغلفة

مؤلفة من سلك نحاسي معزول قطر مقطعه  $m \frac{\pi}{500}$  المطلوب :

1- احسب طول سلك الوشيعة واحسب عدد الطبقات .

2- احسب ذاتية الوشيعة . باعتبار  $(\pi^2 \approx 10)$

3- نعلق الوشيعة من منتصفها بسلك شاقولي عديم الفتل ونجعل محورها أفقياً عمودياً على خطوط حقل مغناطيسي منتظم أفقى شدته  $T = 10^{-2}$  ونمرر فيها تياراً كهربائياً شدته  $4A$  المطلوب :

(A) احسب قيمة عزم المزدوجة الكهرطيسية عندما تكون قد دارت زاوية  $60^\circ$  .

(B) احسب عمل المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الوشيعة من لحظة امرار التيار حتى اللحظة التي تكون فيها قد دارت بزاوية  $30^\circ$  .

4- نقطع التيار السابق عن الوشيعة وهي في وضع التوازن المستقر ثم نديرها حول السلك الشاقولي خلال  $0.5\text{ S}$  ليصبح محورها عمودياً على خطوط الحقل المغناطيسي ، المطلوب :

(A) احسب شدة التيار المترافق المتولد في الوشيعة .

(B) احسب كمية الكهرباء المترافقة خلال الزمن السابق .

5- نعيد الوشيعة إلى وضع التوازن المستقر ثم ندخل بداخلها نواة حديدية عامل انفاذه  $50$  احسب شدة الحقل المغناطيسي داخل النواة الحديدية واحسب قيمة التدفق المغناطيسي داخل الوشيعة .

الحل : باعتبار  $(4\pi \approx 12.5)$

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

$$l' = 2\pi \times 2 \times 10^{-2} \times 1000 = 40\pi m$$

حساب عدد الطبقات :  $\frac{N}{N'} = \frac{N}{N'} = \frac{1}{N'} = \frac{1}{200}$

$$\text{حساب } N' : \text{ لفة في الطبقة الواحدة } 200 = \frac{\frac{2\pi}{5}}{\frac{\pi}{500}} = \frac{2\pi}{5} \times \frac{500}{\pi} = 200$$

$$\text{طبقة } 5 = \frac{1000}{200} = \frac{1000}{200} = 5$$

$$2- \text{ احسب ذاتية الوشيعة : } L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2 S}{l}$$

$$\text{نحسب مساحة مقطع الوشيعة : } S = \pi r^2 = 4\pi \times 10^{-4} m^2$$

$$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{10^6 \times 4\pi \times 10^{-4}}{\frac{2\pi}{5}} = 125 \times 10^{-5} H$$

-3

(A) حساب قيمة عزم المزدوجة الكهرطيسية عندما تكون قد دارت زاوية  $60^\circ$  .

$$\alpha = 90^\circ - \theta' = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$$

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

$$\Gamma_\Delta = 1000 \times 4 \times 4\pi \times 10^{-4} \times 10^{-2} \times \frac{1}{2} = 8\pi \times 10^{-3}$$

$$\boxed{\Gamma_\Delta = 25 \times 10^{-3} m.N}$$

(B) حساب عمل المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الوشيعة من لحظة امرار التيار حتى اللحظة التي تكون فيها قد دارت بزاوية  $30^\circ$  .

دارت بزاوية  $30^\circ$  أي أن:  $\alpha_1 = 0^\circ$ ,  $\alpha_2 = 90^\circ - \theta' = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$  ، لحظة إمرار التيار

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

$$W = 4 \times 1000 \times 10^{-2} \times 4\pi \times 10^{-4} \left(\frac{1}{2} - 0\right) = 8\pi \times 10^{-3}$$

$$W = 25 \times 10^{-3} \text{ J}$$

(A) حساب شدة التيار المترافق المتولد في الوشيعة  $i = \frac{\epsilon}{R}$

$$\alpha_1 = 0 \xrightarrow{\text{دارت الوشيعة}} \alpha_2 = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

$$\epsilon = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -\frac{N B S (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1)}{\Delta t}$$

$$\epsilon = -\frac{1000 \times 4\pi \times 10^{-4} \times 10^{-2} (0-1)}{\frac{1}{2}} = 25 \times 10^{-3} \text{ volt}$$

$$i = \frac{\epsilon}{R} = \frac{25 \times 10^{-3}}{5}$$

$$i = 5 \times 10^{-3} \text{ A}$$

(B) احسب كمية الكهرباء المترافق خلال الزمن السابق .

$$\Delta q = i \Delta t = 5 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{-1} \Rightarrow \Delta q = 25 \times 10^{-4} \text{ C}$$

(5) حساب شدة الحقل المغناطيسي داخل النواة الحديدية :

$$\mu = \frac{B_t}{B} \Rightarrow B_t = \mu B = 50 \times 10^{-2}$$

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

حساب قيمة التدفق المغناطيسي داخل الوشيعة .

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

$$\Phi = 1000 \times 5 \times 10^{-1} \times 4\pi \times 10^{-4} \times \cos 0$$

$$\Phi = 2\pi \times 10^{-1} \text{ Weber}$$

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1. وشيعة طولها  $l = 10\text{cm}$ , وطول سلكها  $l' = 10\text{m}$ , فقيمة ذاتيتها:

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

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

توضيح اختيار الإجابة:

$$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2}{l} S = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\left(\frac{l'}{2\pi r}\right)^2}{l} \pi r^2 = 10^{-7} \frac{(l')^2}{l} = 10^{-7} \frac{(10)^2}{10 \times 10^{-2}} = 10^{-4}\text{H}$$

في تجربة السكتين التحريرية حيث الدارة مغلقة تكون القيمة المطلقة لشدة التيار المترافق:

a.  $BLv$

b.  $\frac{BLv}{R}$

c. 0

d.  $\frac{BLv}{i}$

الإجابة الصحيحة: (b)  $i = \frac{BLv}{R}$

## اللحوظات المهمة

**ثانياً: ماذ تتوقع حدوثه في كل من الحالات الآتية معللاً إجابتك:**

1- في تجربة السكرين التحربي حيث الدارة مغلقة، تزيد سرعة التدحرج الساق على السكرين.

**الحدث:** تزداد شدة التيار المترasmus.

**التعليق:** كونها تتناسب طرداً مع سرعة التدحرج  $i = \frac{BLv}{R} = const v$

2- تقريب القطب الشمالي لмагناطيس من أحد وجهي وشيعة يتصل طرفاها ببعضهما البعض.

**الحدث:** يتولد تيار مترasmus في الوشيعة بحيث يصبح وجه الوشيعة المقابل للقطب الشمالي وجهاً شمالياً.

**التعليق:** تقريب القطب الشمالي للمغناطيس يسبب تزايد التدفق المغناطيسي (المُحرض) الذي يجتاز حلقات الوشيعة فحسب قانون لenz تكون جهة التيار المترasmus بحيث تنتج أفعلاً تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه وكما نعلم الوجه الشمالي يتناقض مع القطب الشمالي ليمنع التقريب.

3- تقريب القطب الشمالي لمحرك كهربائي متراوحة متساوية لفرق الكمون بين طرفي الحلقة.

**الحدث:** يتولد قوة محركة كهربائية متراوحة متساوية لفرق الكمون بين طرفي الحلقة.

**التعليق:** تتأثر الإلكترونات الحرة بقوة لورنر (المغناطيسية) فتنقل تلك الإلكترونات وتتراكم شحنات سالبة عند

طرف الحلقة وشحنات موجبة عند الطرف الآخر للحلقة فينشاً فرقاً في الكمون بين طرفي الحلقة.

**ثالثاً : اجب عن الاسئلة الآتية:**

1. ملفان متقابلان الأول موصول إلى بيل كهربائي و الثاني إلى مصباح، هل يضيء المصباح إذا كان الملفان ساكنين؟ في حال النفي ماذا نفعل ليضيء المصباح؟ ولماذا؟

لا يضيء المصباح إذا كان الملفان ساكنين لأن التدفق المغناطيسي للحقل المغناطيسي الناجم عن الملف الأول يتغير من خلال الملف الثاني.

ليضيء المصباح يجب أن يتغير التدفق المغناطيسي للحقل المغناطيسي الناجم عن الملف الأول ويمكن تحقيق ذلك:

- بفتح وغلق القاطعية باستمرار في دارة الملف الأول

(فتغير شدة الحقل المغناطيسي الناجم عن الملف الأول وبالتالي يتغير التدفق المغناطيسي لهذا

الحقل من خلال الملف الثاني فيتولد تيار كهربائي مترasmus يسبب إضاءة المصباح).

- تحريك أحد الملفين نحو الآخر.

- استبدال البيل الكهربائي بمنبع تيار كهربائي متزاوب.

2. في تجربة الساق المترasmus بوجود الحقل المغناطيسي المنظم في دارة مفتوحة، تتراكم الشحنات الموجبة في طرف

و الشحنات السالبة في طرف آخر، ويستمر التراكم إلى أن يصل إلى قيمة حدية يتوقف عندها. فسر ذلك.

تفسير الوصول إلى قيمة حدية لتراكم الشحنات الكهربائية على طرفي الساق:

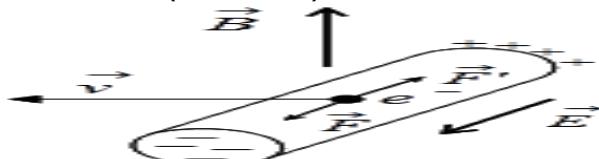
إن تراكم الشحنات الكهربائية على طرفي الساق يولـد حـقاـلاً كـهـربـائـيـاً  $\vec{E}$  يـتجـهـ منـ الطـرـفـ الذـيـ يـحملـ

شـحـنـاتـ كـهـربـائـيـةـ موـجـبةـ إـلـىـ الطـرـفـ الذـيـ يـحملـ شـحـنـاتـ كـهـربـائـيـةـ سـالـبـةـ يـؤـثـرـ هـذـاـ حـقـلـ كـهـربـائـيـ فـيـ

إـلـكـتـرـونـ حرـ بـقـوـةـ كـهـربـائـيـةـ  $\vec{F}'$  جـهـتهاـ تـعـاكـسـ جـهـةـ القـوـةـ المـغـناـطـيسـيـةـ  $\vec{F}$  (قوـةـ لـورـنـزـ) المؤـثـرـةـ فـيـ

هـذـاـ إـلـكـتـرـونـ تـزـدـادـ شـدـةـ الحـقـلـ كـهـربـائـيـ باـزـ دـيـادـ تـراـكـمـ الشـحـنـاتـ كـهـربـائـيـةـ مـاـ يـزـيدـ مـنـ شـدـةـ هـذـهـ

الـقـوـةـ كـهـربـائـيـةـ لـتـصـبـحـ مـساـوـيـةـ لـشـدـةـ القـوـةـ المـغـناـطـيسـيـةـ (قوـةـ لـورـنـزـ) فـتـوقـفـ حـرـكـةـ إـلـكـتـرـونـاتـ.

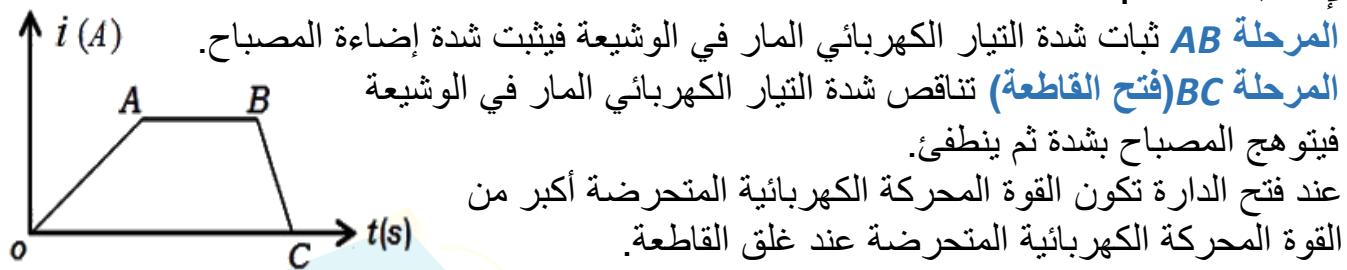


3. بين الخط البياني المرسوم جانباً تغيرات تيار المولد المار في الوشيعة في حادثة التحريض الذاتي.
- a. ماذا تمثل كل من المراحل ( $BC$ ,  $AB$ ,  $OA$ ) .

b. أيهما أكبر، القوة المحركة الكهربائية المترسبة عند إغلاق الدارة أم عند فتحها.

- c. في أي المراحل تزداد الطاقة الكهرطيسية المخزنة في الوشيعة؟ وفي أي المراحل تكون ثابتة؟ وفي أي المراحل تتناقص الطاقة الكهرطيسية المخزنة في الوشيعة.

- a. المرحلة  $OA$  (إغلاق القاطعة) تزداد شدة تيار المولد المار في الوشيعة فيتوهج المصباح نسبياً ثم يعود لإضاءته الخافتة.



**لأن:** القيمة المطلقة للقوة المحركة الكهربائية المترسبة  $\bar{F} = -L \frac{di}{dt}$

- تناسب عكساً  $dt$  و زمن تناقص شدة التيار في المرحلة **BC** أصغر من زمن **تزايد التيار** في المرحلة **OA** لذا تكون القوة المحركة الكهربائية المترسبة أكبر عند فتح الدارة.

- c. **تزاد** الطاقة الكهرطيسية المخزنة في الوشيعة في المرحلة **OA**.

تكون الطاقة الكهرطيسية المخزنة في الوشيعة **ثابتة** في المرحلة **AB**.

- تناقص الطاقة الكهرطيسية المخزنة في الوشيعة في المرحلة **BC** وتحول إلى طاقة كهربائية.

4. وشيعة 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. استنتج العلاقة المحددة لقيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية المترسبة الآنية الذاتية المترسبة فيها موضحاً متى تنعدم قيمة هذه القوة.

### (محول في النظري)

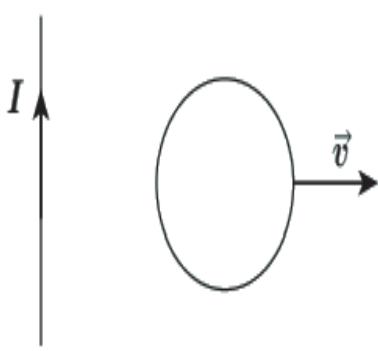
5. تنعدم قيمة هذه القوة المحركة الكهربائية المترسبة الآنية الذاتية عند ثبات قيمة التيار.

في الشكل المجاور ملف دائري حرکه بسرعة ثابتة  $v$  عمودية على السلك المستقيم، المطلوب:

- a. حدد على الرسم جهة الحقل المغناطيسي المتولد عن مرور التيار الكهربائي في السلك المستقيم عند مركز الملف الدائري.

- b. حدد على الرسم جهة الحقل المغناطيسي المترஸ في الملف وجهة التيار الكهربائي المترஸ.

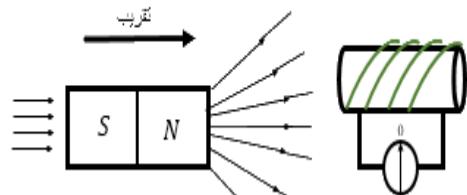
- c. صف ما يحدث إذا أوقفنا الملف عن الحركة، معللاً إجابتك؟



- c. في حال أوقفنا الملف عن الحركة فإنه لا ينشأ تيار متسرّع في الملف لأنّه لا يوجد تغيير في التدفق المغناطيسي.

## نموذج نظري مؤتمت في التحريض الكهرومغناطيسي

اقرأ النص الآتي ثم أجب عن الأسئلة الآتية (من 1 إلى 6) :



نقرب القطب الشمالي لمغناطيس مستقيم من أحد وجبي وشيعه وفق محورها ويتصل طرفاها بواسطة مقياس ميكرو أمبير

-1 فتحرّف إبرة المقياس دليلاً :

نقصان في المقاومة	D	نشوء فرق كمون	C	مرور تيار كهربائي	B	نشوء حقل مغناطيسي	A
-------------------	---	---------------	---	-------------------	---	-------------------	---

-2 يكون وجه الوشيعة المقابل للمغناطيسي :

جنوبي ثم شمالي	D	شمالي ثم جنوبي	C	جنوبي	B	شمالي	A
----------------	---	----------------	---	-------	---	-------	---

-3 تعمل الوشيعة دوراً :

جملة غير متحرّضة	D	جملة متحرّضة	C	جملة محَرَّضة ومتتحرّضة	B	جملة محَرَّضة	A
------------------	---	--------------	---	-------------------------	---	---------------	---

-4 يكون كل من الحقلين المحرّض  $B'$  والمتحرّض  $B''$  :

$B'$ و $B''$ بجهة واحدة $\frac{d\phi}{dt} = 0$	A	$B'$ و $B''$ بجهة واحدة $\frac{d\phi}{dt} > 0$	A	$B'$ و $B''$ باتجاهين متعاكسين $\frac{d\phi}{dt} < 0$	A	$B'$ و $B''$ باتجاهين متعاكسين $\frac{d\phi}{dt} > 0$	A
--	---	--	---	---	---	---	---

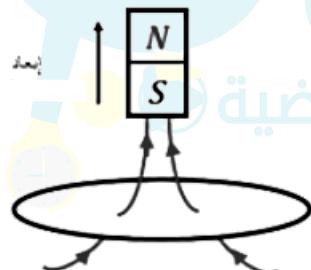
-5 تكون القوة المحرّكة الكهربائية المتحرّضة :

$\bar{\epsilon} \geq 0$	D	$\bar{\epsilon} < 0$	C	$\bar{\epsilon} > 0$	B	$\bar{\epsilon} = 0$	A
-------------------------	---	----------------------	---	----------------------	---	----------------------	---

-6 عند تثبيت المغناطيس فإن التيار المتحرّض في الوشيعة :

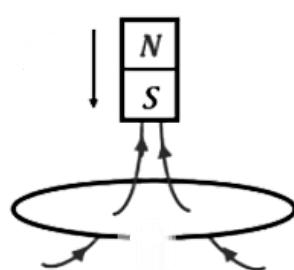
يبقى ثابت	D	ينعدم	C	ينقص	B	يزداد	A
-----------	---	-------	---	------	---	-------	---

-7 في الشكل المجاور إن جهة التيار الكهربائي المتحرّض في الحلقة المغلقة :



عكس دوران عقارب الساعة ووجه الحلقة المقابل للمغناطيس N	D	مع دوران عقارب الساعة ووجه الحلقة المقابل للمغناطيس N	C	عكس دوران عقارب الساعة ووجه الحلقة الم مقابل للمغناطيس S	B	مع دوران عقارب الساعة ووجه الحلقة المقابل للمغناطيس S	A
--	---	---	---	--	---	---	---

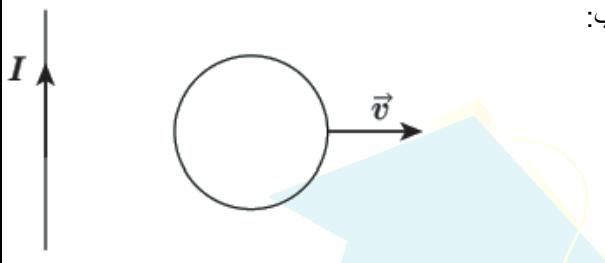
-8- في الشكل المجاور ينتج في الحلقة :



تيار كهربائي متعرض	D	فرق كمون بين طرفي الحلقة	C	وجهها المقابل جنوبى	B	وجهها الم مقابل شمالى	A
--------------------	---	--------------------------	---	---------------------	---	-----------------------	---

اقرأ النص الآتي ثم أجب عن الأسئلة الآتية (من 9 إلى 11) :

في الشكل المجاور ملف دائري نحركه بسرعة ثابتة عمودية على السلك المستقيم، المطلوب:



-9- فإن الشكل الصحيح المعبر عن جهة الحقل المغناطيسي المتولد عن مرور التيار الكهربائي في السلك المستقيم عند مركز الملف الدائري هو :

I	B	I ↑ ↑↑↑ $\vec{B}$	A
I	B	I ↑ $\vec{B}$	A

I	D	I ↑ $\vec{B}$	C
I	D	I ↑ $\vec{B}$	C

-10- جهة الحقل المغناطيسي المتولد 'B' المتولد في مركز الملف وجهة التيار الكهربائي المتعرض.

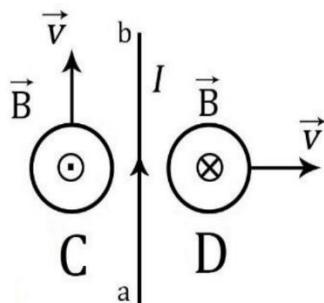
'B' نحو اليسار والتيار المتعرض عكس عقارب الساعة	D	'B' نحو خارج الملف والتيار المتعرض عكس عقارب الساعة	C	'B' نحو اليمين والتيار المتعرض مع عقارب الساعة	B	'B' نحو داخل الملف والتيار المتعرض مع عقارب الساعة	A
---	---	--	---	--	---	--	---

-11- في حال توقف الملف عن الحركة فإنه يحدث في الملف :

لا يتعرض تيار كهربائي	D	يتعرض تيار kehربائي جهته مع عقارب الساعة	C	يتعرض تيار kehربائي متناوب	B	يتعرض تيار كهربائي جهته عكس عقارب الساعة	A
-----------------------	---	--	---	-------------------------------	---	--	---

اقرأ النص الآتي ثم أجب عن الأسئلة الآتية (من 12 إلى 13) :

لدينا ملفين دائريين C ، D وسلك مستقيم تقع جميعها في مستوى واحد ، نحرك الملفان بسرعة ثابتة  $\vec{v}$  بحيث يكون شعاع سرعة الملف C موازياً للسلك وشعاع سرعة الملف D عمودي على السلك ثم نمرر في السلك تياراً كهربائياً ثابت الشدة جهة من a إلى b فينولد حقل مغناطيسي  $\vec{B}$  في مركز الملفين كما هو موضح في الشكل فإن ما يحدث :



-12- في الملف C :

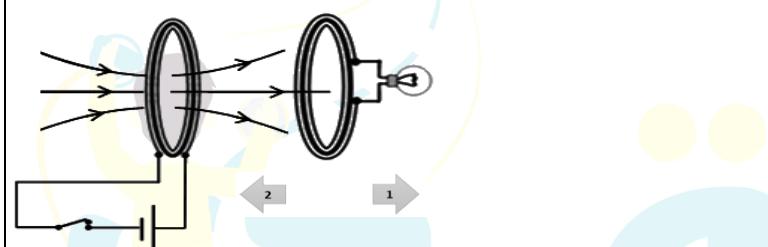
لا يتعرض تيار كهربائي	D	يتعرض تيار كهربائي جهته مع عقارب الساعة	C	يتعرض تيار كهربائي متناوب	B	يتعرض تيار كهربائي جهته عكس عقارب الساعة	A
-----------------------	---	---	---	---------------------------	---	--	---

-13- في الملف D :

لا يتعرض تيار كهربائي	D	يتعرض تيار كهربائي جهته مع عقارب الساعة	C	يتعرض تيار كهربائي متناوب	B	يتعرض تيار كهربائي جهته عكس عقارب الساعة	A
-----------------------	---	---	---	---------------------------	---	--	---

اقرأ النص الآتي ثم أجب عن الأسئلة الآتية (من 14 إلى 15) :

ملفان متقابلان الأول موصول إلى بيل كهربائي و الثاني إلى مصباح



-14- يحدث في الملف الثاني عند تحريكه بالاتجاه (1)

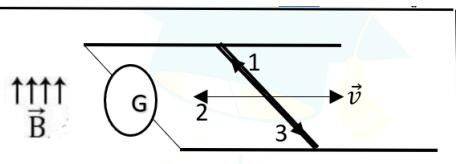
لا يتعرض تيار كهربائي	D	يتعرض تيار كهربائي ويحدث تجاذب بين الملفين	C	يتعرض تيار كهربائي متناوب	B	يتعرض تيار كهربائي ويحدث تنافر بين الملفين	A
-----------------------	---	--	---	---------------------------	---	--	---

-15- يحدث في الملف الثاني عندما يكون الملفان ساكنان

لا يتعرض تيار كهربائي	D	يتعرض تيار كهربائي ويحدث تجاذب بين الملفين	C	يتعرض تيار كهربائي متناوب	B	يتعرض تيار كهربائي ويحدث تنافر بين الملفين	A
-----------------------	---	--	---	---------------------------	---	--	---

اقرأ النص الآتي وأجب عن الأسئلة الآتية (من 16 إلى 25) :

تأمل الشكل المجاور الذي يمثل تجربة السكتتين التحريرية حيث تستند ساق نحاسية عمودياً على سكتين أفقيتين نحاسيتين وعند تحريك الساق بسرعة ظهر عمودياً على خطوط الحقل المغناطيسي فإن مؤشر المقاييس الغلفاني ينحرف دالاً على مرور تيار كهربائي متعرض فإن :



**16- الشعاع رقم (1) يمثل :**

التيار الكهربائي المتر هو القوة المغناطيسية المتر A

**17- تكون جهة حركة الالكترونات الحرة :**

٣ بالاتجاه رقم 3      A      ٢ بالاتجاه رقم 2      B      ١ بالاتجاه رقم 1      C      ٤ بالاتجاه رقم 4      D

**18- جهة التيار الكهربائي المترعرض تكون :**

بالاتجاه رقم 3 بالاتجاه رقم 2 بالاتجاه رقم 1 باتجاه السرعة ٧ A B C D

١٩- يعطى تغير التدفق المغناطيسي، بالعلاقة :

$\Delta\phi = Blv\Delta s$	D	$\Delta\phi = \frac{Blv}{\Delta t}$	C	$\Delta\phi = BLvi$	B	$\Delta\phi = BLv\Delta t$	A
----------------------------	---	-------------------------------------	---	---------------------	---	----------------------------	---

<sup>30</sup>-علاقة القمة الأمريكية المتقدمة

-20- عدالة القوة المحرّكة الاهتزازية المتحرّصة:

$\varepsilon = Blv\Delta t$	D	$\varepsilon = \frac{Blv}{\Delta t}$	C	$\varepsilon = Blv$	B	$\varepsilon = \frac{Bl}{v}$	A
-----------------------------	---	--------------------------------------	---	---------------------	---	------------------------------	---

#### 21- علاقة التيار الكهربائي المتغير:

$$i = Blv\Delta t \quad D \quad i = \frac{Blv}{\Delta t} \quad C \quad i = Blv \quad B \quad i = \frac{Blv}{R} \quad A$$

٢٣

$$\Delta q = 2\pi r \times N \quad D \quad \Delta q = \varepsilon \Delta t \quad C \quad \Delta q = R \Delta t \quad B \quad \Delta q = i \Delta t \quad A$$

$P = B^2 L^2 v^2 \Delta t$	D	$P = \frac{Blv}{\Delta t}$	C	$P = \frac{B^2 L^2 v^2}{R}$	B	$P = \frac{Blv}{R}$	A
----------------------------	---	----------------------------	---	-----------------------------	---	---------------------	---

10 of 10

3 مقاوم بالاتجاه رقم	D	2 مقاوم بالاتجاه رقم	C	1 محرك بالاتجاه رقم	B	محرك باتجاه السرعة	A
----------------------	---	----------------------	---	---------------------	---	--------------------	---

•

**25**- لاستمرار تولد التيار الكهربائي المترافق يجب التغلب على القوة الكهرومغناطيسية بصرف استطاعة ميكانيكية  $P'$ .

$P' = B^2 L^2 v^2 \Delta t$	D	$P' = \frac{Blv}{\Delta t}$	C	$P' = \frac{B^2 L^2 v^2}{R}$	B	$P' = \frac{Blv}{R}$	A
-----------------------------	---	-----------------------------	---	------------------------------	---	----------------------	---

و سیاستی را از دست داشتند. این اتفاقات ممکن است در پی این اتفاقات بود.

26- في تجربة الساق المتحركة في منطقة حقل مغناطيسي حالة دارة مفتوحة فإنه ينشأ في الساق :

For more information about the study, please contact Dr. John P. Morrissey at (214) 648-5000 or via email at [john.morrissey@utdallas.edu](mailto:john.morrissey@utdallas.edu).

**-27** يتوقف تراكم الشحنات على طرفي الساق عندما:

$$U_{ab} = Blv$$

D

$$U_{ab} = \frac{1}{2} Blv$$

C

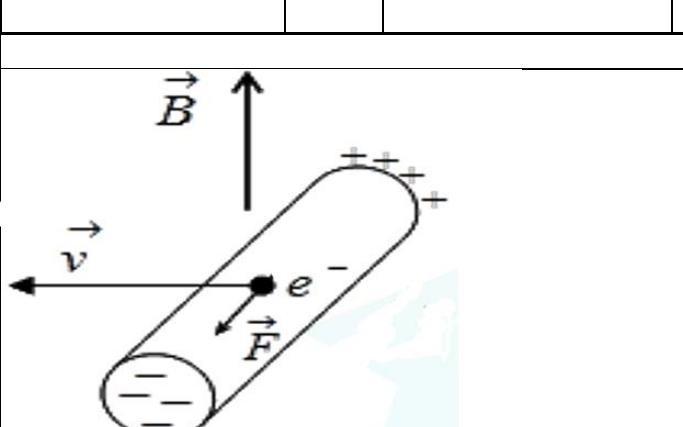
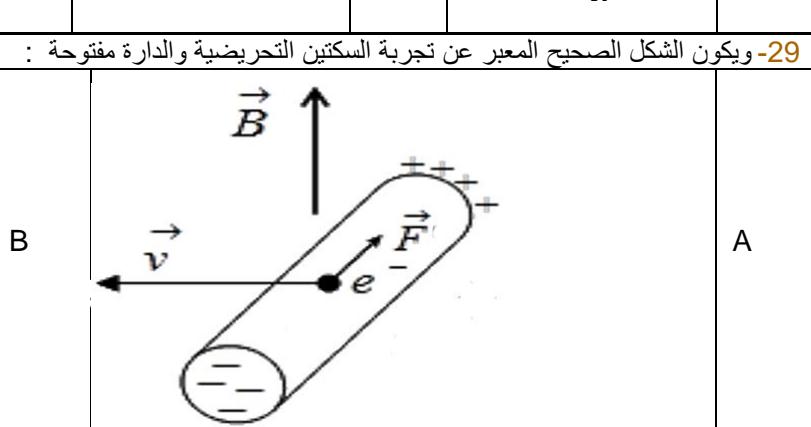
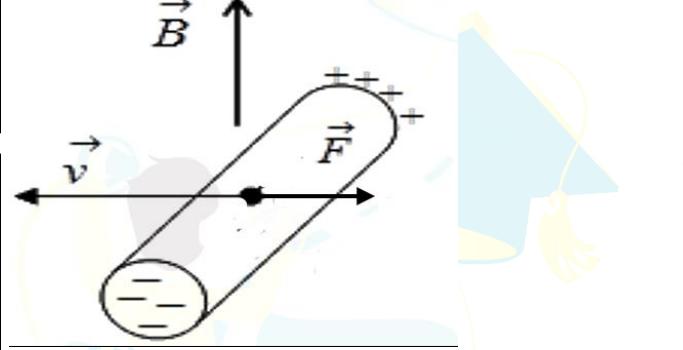
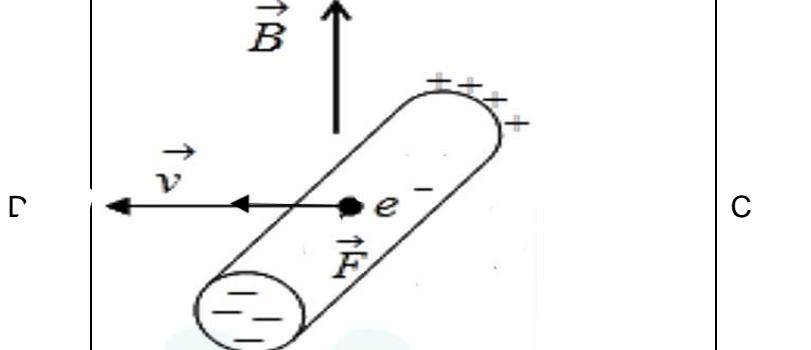
$$U_{ab} = BlvR$$

B

$$U_{ab} = \frac{Blv}{R}$$

A

-28- علاقة فرق الكمون بين طرفي الساق:

	B		A
	C		D

اقرأ النص الآتي وأجب عن الأسئلة الآتية ( من 30 إلى 33 )

في تجربة يتكون إطار من سلك نحاسي معزول من  $N$  لفة مساحة كل منها  $S$  يدور حول محور في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم  $B$  يصنع زاوية  $\alpha$  مع نظام الإطار في لحظة ما أثناء الدوران

-30- فإن التدفق المغناطيسي  $\Phi$  الذي يحتار الإطار وهو في هذه الحالة:

$\bar{\Phi} = Nis \cos \omega t$	D	$\bar{\Phi} = N Bs \sin \alpha$	C	$\bar{\Phi} = N Bs \cos \omega t$	B	$\bar{\Phi} = N Bs \sin \omega t$	A
----------------------------------	---	---------------------------------	---	-----------------------------------	---	-----------------------------------	---

-31- القوة المحركة الكهربائية المترسبة العظمى

$\varepsilon_{max} = NS\omega$	D	$\varepsilon_{max} = NBS\omega$	C	$\varepsilon = \varepsilon_{max} \sin \omega t$	B	$\varepsilon_{max} = NBS \cos \alpha$	A
--------------------------------	---	---------------------------------	---	---	---	---------------------------------------	---

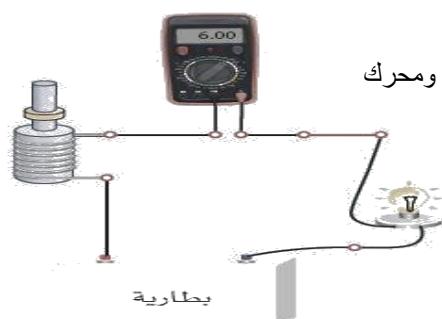
-32- تكون القوة المحركة الكهربائية المترسبة عظمى:

عظمى وموجدة دوماً	D	في بداية الدور و نهاية الدور	C	في بداية الدور و منتصف الدور	B	في نهاية كل من ربع الدور و ثلاثة أرباعه	A
-------------------	---	------------------------------	---	------------------------------	---	---	---

-33-تابع التيار المتناوب الجيبى المتولد

$i = \frac{NS\omega}{R}$	D	$i = \frac{NBS\omega}{R}$	C	$i = \frac{\varepsilon_{max} \sin \omega t}{R}$	B	$i = \frac{NBS \cos \alpha}{R}$	A
--------------------------	---	---------------------------	---	---	---	---------------------------------	---

اقرأ النص الآتي وأجب عن الأسئلة الآتية (من 34 إلى 37)



في الدارة الموضحة جانباً والمعبرة عن مبدأ المحرك والتي تتشكل من دارة سلسلية تحوي مولد تيار متواصل ومحرك ومصباح ومقاييس أمبير فإننا نلاحظ :

-34- عند إغلاق الدارة ومنع المحرك من الدوران :

تبخو إضاءة المصباح	D	لا ينحرف مؤشر المقاييس	C	يتوجه المصباح	B	ينطفئ المصباح	A
--------------------	---	------------------------	---	---------------	---	---------------	---

-35- عند السماح للمحرك بالدوران :

تبخو إضاءة المصباح	D	نزداد إضاءة المصباح	C	يتوجه المصباح	B	ينطفئ المصباح	A
--------------------	---	---------------------	---	---------------	---	---------------	---

-36- يتولد في المحرك قوة محركة كهربائية معاكسة لقوة المحركة الكهربائية في المولد وتتصف هذه القوة العكسية بأنها :

نزداد بازدياد القوة المحركة للمولد	D	لا تتأثر بسرعة دوران المحرك	C	نزداد بازدياد سرعة دوران المحرك	B	تنقص بنقصان سرعة دوران المحرك	A
------------------------------------	---	-----------------------------	---	---------------------------------	---	-------------------------------	---

-37- عند تحول الطاقة في المحرك تكون الاستطاعة الميكانيكية الناتجة عن حركة الساق هي :

$P' = ILv$	D	$P' = LBv$	C	$P' = ILB$	B	$P' = ILBv$	A
------------	---	------------	---	------------	---	-------------	---

اقرأ النص الآتي ثم أجب عن الأسئلة الآتية (من 38 إلى 41) :

	D		C		B		A
--	---	--	---	--	---	--	---

نركب الدارة الموضحة في الشكل المجاور والتي تحوي على وشيعة - مصباح - مولد كهربائي - مقاومة متغيرة وقاطعة في تجربة التحريض الذاتي

والدارة مغلقة كانت إضاءة لمصباح خافتة ونلاحظ:

-38- عند فتح القاطعة :

ينتهي المصباح ثم تبخو إضاءاته	D	ينتهي المصباح ثم ينطفئ	C	ينتهي المصباح	B	ينطفئ المصباح	A
-------------------------------	---	------------------------	---	---------------	---	---------------	---

-39- ويكون مصدر الطاقة عذراً :

المقاومة المتغيرة	D	المصباح	C	المولد الكهربائي	B	الوشيعة	A
-------------------	---	---------	---	------------------	---	---------	---

-40- عند إغلاق القاطعة ينتهي المصباح بشدة ثم تبخو إضاءاته وذلك لتوليد قوة محركة كهربائية متحركة :

في المولد الكهربائي	D	في الوشيعة تضاف للقوة المحركة للمولد	C	في الوشيعة تمنع مرور التيار فيها	B	في المصباح	A
---------------------	---	--------------------------------------	---	----------------------------------	---	------------	---

-41- إن الوشيعة تلعب دور :

محرض ومحرر بأن واحد	D	معدلة للتيار	C	محرر فقط	B	محرر فقط	A
---------------------	---	--------------	---	----------	---	----------	---

-42- تنتج القوة المحركة الكهربائية المتحررة الذاتية في دارة عن:

تغير تواتر التيار المار في الدارة	D	تغير شدة التيار المار في الدارة خلال تغير الزمن	C	الحق المغناطيسي المؤثر في الدارة	B	تغير التدفق المغناطيسي خلال تغير الزمن	A
-----------------------------------	---	---	---	----------------------------------	---	--	---

43- قانون كيرشوف الثاني:

$E = Ri^2 \cdot dt$	D	$\Sigma \varepsilon = Ri$	C	$U = Ri$	B	$\Sigma E = Ri$	A
---------------------	---	---------------------------	---	----------	---	-----------------	---

44- تعطى ذاتية وشيعة مغلقة بالعلاقة:

$L = 2\pi \times 10^{-7} \frac{N^2}{l} S$	D	$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2}{l} S$	C	$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N}{l} S$	B	$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2}{l} I$	A
---	---	---	---	---	---	---	---

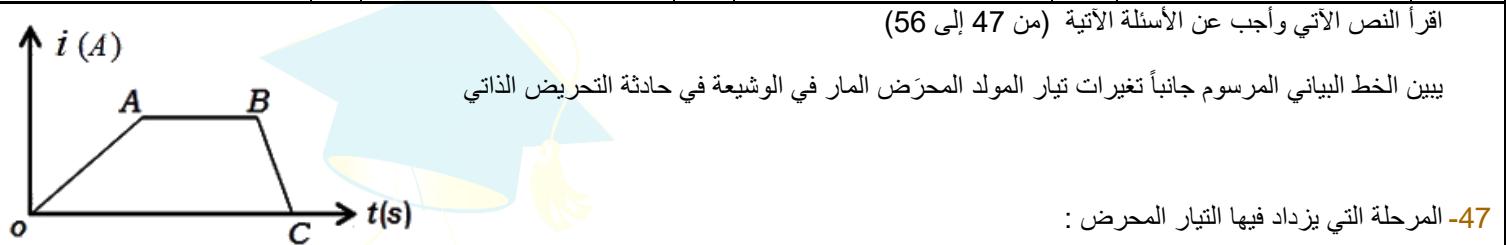
45- تعتبر ذاتية دارة مغلقة يجتازها تدفق مغناطيسي قدره وبيه واحد عندما يمر فيها تيار شدته أمبير واحد عن:

تيار المترasmus	D	القوة المحركة الكهربائية المترasmusة	C	الهنري	B	التسلسل	A
-----------------	---	--------------------------------------	---	--------	---	---------	---

46- تعطى القوة المحركة الكهربائية المترasmusة الذاتية ع بالعلاقة:

$\varepsilon = \varepsilon_{max} \sin \omega t$	D	$\varepsilon = Blv$	C	$\varepsilon = -\frac{d\emptyset}{dt}$	B	$\varepsilon = -L \frac{di}{dt}$	A
---	---	---------------------	---	--	---	----------------------------------	---

اقرأ النص الآتي وأجب عن الأسئلة الآتية (من 47 إلى 56)



47- المرحلة التي يزداد فيها التيار المحرك :

OC	D	BC	C	AB	B	OA	A
----	---	----	---	----	---	----	---

48- المرحلة التي ينعدم فيها التيار المترasmus :

OC	D	BC	C	AB	B	OA	A
----	---	----	---	----	---	----	---

49- المرحلة التي تتناقص فيها الطاقة الكهربائية المخزنة في الوشيعة :

OC	D	BC	C	AB	B	OA	A
----	---	----	---	----	---	----	---

50- المرحلة التي تتعدم فيها القوة المحركة الكهربائية المترasmusة :

OC	D	BC	C	AB	B	OA	A
----	---	----	---	----	---	----	---

51- المرحلة التي تكون فيها القوة المحركة الكهربائية المترasmusة أكبر ما يمكن :

OC	D	BC	C	AB	B	OA	A
----	---	----	---	----	---	----	---

52- المرحلة التي يكون فيها تدفق المغناطيسي المحرك أصغر ما يمكن :

OC	D	BC	C	AB	B	OA	A
----	---	----	---	----	---	----	---

53- المرحلة التي تتشاء فيها قوة محركة تمانع مرور تيار المولد في الوشيعة ليمر فقط في المصباح :

OC	D	BC	C	AB	B	OA	A
----	---	----	---	----	---	----	---

54- المرحلة التي يعود فيها المصباح إلى إضاءته الطبيعية الخافتة :

OC	D	BC	C	AB	B	OA	A
----	---	----	---	----	---	----	---

55- المرحلة التي يتوجه فيها المصباح بشدة ثم ينطفئ :

OC	D	BC	C	AB	B	OA	A
----	---	----	---	----	---	----	---

56- المرحلة التي يتوجه فيها المصباح بشدة ثم تخبو إضاءته :

OC	D	BC	C	AB	B	OA	A
----	---	----	---	----	---	----	---

انتهي الموضع

