سلاسل المنجد - دروس و تمارين

السلسلة 2-10-1

علوم فيزيائية

التحريض الكهرومغناطيسي

عرض نظري و تمارين

يمكن تحميل نسخة من هذا الملف من الموقع :
www.sites.google.com/site/faresfergani

للمزيد (عرض نظري مفصل – تمارين – فيديوهات .....)
يرجى زيارتنا على صفحة الوحدة في الموقع الإلكتروني

لكي يصلك جديد الموقع تابع صفحة الفايسبوك التالية :
الأستاذ فرقاني فارس أستاذ العلوم الفيزيائية Fergani Fares

الأستاذ فرقاني فارس
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم - الخروب - قسنطينة
fares_fergani@yahoo.fr

الإصدار : أفريل/2022

العلوم الفيزيائية

سلاسل المنجد في العلوم الفيزيائية – ثانية ثانوي – الوحدة 10

التحريض الكهرومغناطيسي

إعداد الأستاذ فرقاني فارس
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم - الخروب - قسنطينة
www.sites.google.com/site/faresfergani

****

السلسلة 2 –10– 01

عرض نظري و تمارين

1- ظاهرة التحريض الكهرومغناطيسي

• التحريض الكهرومغناطيسي :

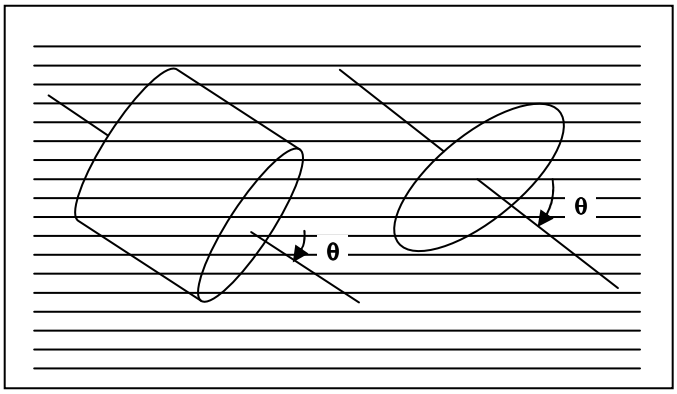
- عند تقريب أو إبعاد أحد قطبي قضيب مغناطيسي إلى وشيعة في دارة مغلقة يتولد فيها تيار كهربائي جهته تتعلق بجهة حركة القضيب كما أن هذا التيار ينعدم عند توقيف حركة القضيب .

- تسمى هذه الظاهرة بظاهرة التحريض **التحريض الكهرومغناطيسي** ، حيث يسمى المغناطيس **محرض** و تسمى الوشيعة **بالمتحرض** ، كما يدعى التيار الناشيء **بالتيار المتحرض** .

2- تفسير و دراسة ظاهرة التحريض الكهرومغناطيسي

• مفهوم التدفق المغناطيسي :

- لتفسير ظاهرة التحريض المغناطيسي التي ينشأ عنها التيار المتحرض في دارة مغلقة رغم غياب مولد كهربائي يستعمل الفيزيائيون مفهوم التدفق المغناطيسي لخطوط الحقل عبر دارة مغلقة .



- التدفق المغناطيسي هو مقدار فيزيائي جبري يعبر عن كمية خطوط الحقل المغناطيسي ، التي تعبر سطح ما موجود في حقل مغناطيسي . يرمز له بـ : Φ ، ووحدته الويبر (wb) ففي حلقة مثلا ، مساحة سطحها S ، موجودة في حقل مغناطيسي شدته $\vec{B}$ و يعمل ناظمها الزاوية θ مع حامل شعاع الحقل المعناطيسي (الشكل) ، تعطى عبارة التدفق المغناطيسي لهذه الوشيعة بالعبارة التالية :

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

- إذا كانت الدارة عبارة عن وشيعة تحتوي على N لفة ، فإن خطوط الحقل تتدفق عبر عدد N من السطوح و بالتالي يعبر عن التدفق الإجمالي عبر الوشيعة بالعلاقة :

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

• قانون فارداي (تفسير ظاهرة التحريض الكهرومغناطيسي) :

ينص على ما يلي :

" تكون الدارة محَلٌ لقوة محركة كهربائية تحريضية أثناء حدوث تغير تدفق حقل مغناطيسي عبرها "

• قانون لنز (جهة التيار المتحرض) :

عند تقريب القطب الشمالي للمغناطيس إلى وجه الوشيعة ، فإنه يصبح وجهها شمالي يعاكس (يقاوم) عملية تقريب القطب الشمالي و عند إبعاده ينشأ وجها جنوبيا يقاوم إبعاد المغناطيس ، و هذه النتيجة يبينها قانون لنز التالي :

" إن التيار المتحرض هو بأفعاله يعاكس الأسباب التي أدت إلى نشوءه "

• القوة المحركة الكهربائية التحريضية :

إذا تغير التدفق المغناطيسي المحرض عبر دارة كهربائية خلال مدة زمنية Δt ، تصبح الدارة مقرا لقوة محركة كهربائية تحريضية متوسطة e_m وحدتها الفولط (V) يعبر عنها بالعلاقة :

$$e_m = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

حيث يقدر الزمن بالثانية (s) و التغير في التدفق بالويبر (wb) .

• شدة التيار الكهربائي المتحرض :

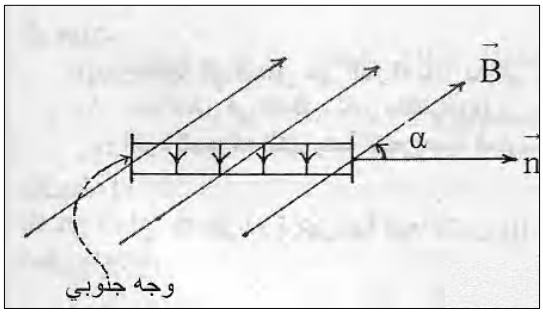
إذا كانت الدارة المتحرضة مغلقة يمر فيها تيار كهربائي متحرض ، فإن شدة هذا التيار يعبر عنها بالعلاقة :

$$I = \frac{e}{R}$$

- e هي القوة المحركة الكهربائية التحريضية ، تقدر بالفولط (V)
- المقاومة المكافئة في الدراة المتحرضة المغلقة ، تقدر بالأوم (Ω) .

التمرين (1) : (التمرين : 001 في بنك التمارين على الموقع) (*)

وشيعة طويلة مساحة سطحها $S = 15\ cm^2$ ، عدد حلقاتها $N = 70$ ، توضع هذه الوشيعة في حقل مغناطيسي منتظم شدة شعاعه $B = 0.05\ T$ ، حيث تصنع خطوط هذا الحقل زاوية $\alpha = 30°$ مع الناظم المختار $\vec{n}$ على سطح الوشيعة كما مبين في الشكل التالي :



1- أحسب التدفق التحريضي الابتدائي Φ_1 لشعاع الحقل $\vec{B}$ عبر الوشيعة .

2- ندير الوشيعة بحيث تصبح خطوط الحقل تصنع مع الناظم $\vec{n}$ لسطح الوشيعة زاوية $\alpha_2 = 70°$ و تتم هذه العملية خلال مدة زمنية $\Delta t = 0.04\ s$.

أ- أحسب التدفق المغناطيسي التحريضي النهائي Φ_2 لشعاع الحقل $\vec{B}_2$ عبر الوشيعة .

ب- أحسب القوة المحركة الكهربائية التحريضية المتوسطة الناشئة في الوشيعة .

جـ- حدد جهة و الشدة المتوسطة I_m التيار الكهربائي المتحرض المار في الوشيعة ، علما أن مقاومتها $R = 20\ \Omega$.

الأجوبة :

1- التدفق التحريضي الابتدائي Φ_1 لشعاع الحقل $\vec{B}$ عبر الوشيعة :

$\Phi_1 = N.B.S.\cos\alpha_1$

- $S = 15\ cm^2 = 15 . 10^{-4}\ m^2$
- $\Phi_1 = 70 . 0.05 . 15 . 10^{-4} \cos30° = 4.55 . 10^{-3}$ wb

2- أ- التدفق المغناطيسي التحريضي النهائي Φ_2 لشعاع الحقل $\vec{B}_2$ عبر الوشيعة :

$\Phi_2 = N.B.S.\cos\alpha_2$

$\Phi_2 = 70 . 0.05 . 15 . 10^{-4} \cos70° = 1.80 . 10^{-3}$ wb

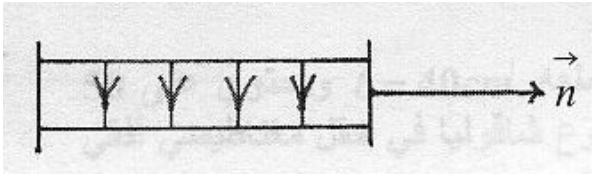
ب- القوة المحركة الكهربائية التحريضية المتوسطة الناشئة في الوشيعة :

$$e_m = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{(\Phi_2 - \Phi_1)}{t_2 - t_1}$$

$$e_m = -\frac{(1.80.10^{-3} - 4.55.10^{-3})}{0.04} = 6.88.10^{-2}\ V = 68.8\ mV$$

جـ- جهة التيار الكهربائي المتحرض المار في الوشيعة :

جهة التيار الكهربائي المتحرض في الوشيعة خلال المدة $\Delta t = 0.04\ s$ هي نفسها الجهة الموجبة المختارة على الوشيعة لأن القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية التحريضية موجبة ($e > 0$) .



جـ- شدة التيار الكهربائي المتحرض المار في الوشيعة :

$$I_m = \frac{e_m}{R}$$

$$I_m = \frac{6.88.10^{-2}}{20} = 3.44.10^{-3}\ A$$

3- ظاهرة التحريض الذاتي

• تدفق التحريض الذاتي :

إن تدفق التحريض الذاتي Φ عبر دارة يجتازها تيار يتناسب طردا مع شدة هذا التيار أي : $\Phi = a \quad i$ المقدار (a) هو ثابت يميز الوشيعة ، يسمى **ذاتية الوشيعة** يرمز له بـ (L) ووحته الهنري ، ومنه :

$$\Phi = L \; i$$

ذاتية الوشيعة (معامل التحريض الذاتي) لوشيعة طولها (ℓ) ، سطحها (S) ، عدد حلقاتها (N) يعبر عنها بالعلاقة :

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

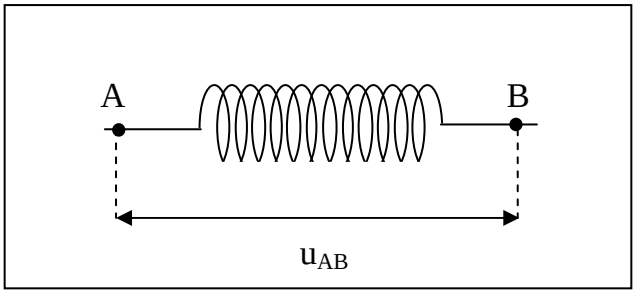
• القوة المحركة الكهربائية التحريضية :

إن تغير شدة التيار الكهربائي المار في دارة يسبب تغيرا في التدفق ($\Phi = L.i$) ، مما يؤدي إلى ظهور قوة محركة كهربائية تحريضية ذاتية e وحدتها الفولط (V) هي مشتقة شدة التيار i(t) بالنسبة للزمن ، يعبر عنها بالعلاقة :

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

الرمز ($\frac{d}{dt}$) هو رمز المشتقة بالنسبة للزمن .

• عبارة التوتر (فرق الكمون) بين طرفي وشيعة :



إذا كانت لدينا وشيعة ذاتيتها L ومقاومتها الداخلية r (الشكل) ، فإن التوتر (فرق الكمون) بين طرفيها عندما يجتازها تيار شدته i يعطى بالعبارة التالية :

$$u_{AB} = L\frac{di}{dt} + r\,i$$

ملاحظة :

- إذا كانت مقاومة الوشيعة مهملة يعبر عن التوتر بين طرفيها بالعلاقة :

$$u_{AB} = L\frac{di}{dt}$$

- لا معنى لذاتية الوشيعة عندما يجري بها تيار شدته ثابتة لأن في هذه الحالة يكون $\frac{di}{dt} = 0$ ، و نقول أن الوشيعة في هذه الحالة تسلك سلوك ناقل أومي .

• الطاقة المغناطيسية المخزنة في وشيعة :

أثناء اجتياز تيار كهربائي (i) لوشيعة ذاتيتها (L) ، فإنه في المدة التي يتغير فيها التدفق عند غلق الدارة ، الوشيعة تخزن طاقة مغناطيسية $E_{(L)}$ يعبر عنها بالعلاقة :

$$E_{(L)} = \frac{1}{2} L\, i^2$$

و عند فتح الدارة ، تتفرغ الطاقة المغناطيسية من الوشيعة مما يؤدي إلى نشوء التيار المتحرض .

التمرين (2) : (التمرين : 002 في بنك التمارين على الموقع) (*)

يمر في وشيعة طويلة (حلزونية) تيار شدته $i = 2.5\ A$ ، فينشأ تدفق مغناطيسي عبر سطح الوشيعة قيمته $\Phi = 0.35\ W$ ، أحسب :

1- ذاتية الوشيعة .

2- الطاقة المغناطيسية المخزنة في الوشيعة .

3- إذا علمت أن طول الوشيعة $\ell = 50\ cm$ و قطر اللفات $d = 6.2\ cm$ ، أثبت أن عدد لفات الوشيعة يعبر عنه بالعلاقة :

$$N = \sqrt{\frac{L.\ell}{4.\pi^2.10^{-7}.d^2}}$$

نذكر أن في الوشيعة الطويلة يكون : $B = \frac{4.\pi.N.10^{-7}.i}{\ell}$.

الأجوبة :

1- ذاتية الوشيعة :

$$\Phi = L.i \rightarrow L = \frac{\Phi}{i}$$

$$L = \frac{0.35}{2.5} = 0.14\ H$$

2- الطاقة المغناطيسية المخزنة في الوشيعة :

$$E_{(L)} = \frac{1}{2} L\, i^2$$

$$E_{(L)} = \frac{1}{2}.0.14.(2.5)^2 = 0.44\ J$$

3- عدد اللفات :

لدينا من جهة :

$$\Phi = N.B.S$$

في وشيعة مسطحة (حلزونية) لدينا :

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

و منه :

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

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

و حيث أن :

$$S = \pi . d^2$$

يصبح :

$$\Phi = \frac{4.\pi . N^2 .10^{-7} . i . \pi . d^2}{\ell}$$

$$\Phi = \frac{4.\pi^2 . N^2 .10^{-7} . i . d^2}{\ell} \quad \text{..... (1)}$$

من جهة أخرى لدينا :

$$\Phi = L . i \quad \text{..... (2)}$$

من (1) ، (2) يكون :

$$\frac{4.\pi^2 . N^2 .10^{-7} . i . d^2}{\ell} = L . i$$

$$\frac{4.\pi^2 . N^2 .10^{-7} . d^2}{\ell} = L \rightarrow N = \sqrt{\frac{L . \ell}{4 . \pi^2 .10^{-7} . d^2}}$$

$$N = \sqrt{\frac{0.14 . 0.5}{4 . \pi .10^{-7} . (0.062)^2}} = 3808$$

** الأستاذ : فرقاني فارس **
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم
الخروب - قسنطينة
Fares_Fergani@yahoo.Fr

نرجو إبلاغنا عن طريق البريد الإلكتروني بأي خلل في الدروس أو التمارين و حلولها .
وشكرا مسبقا

لتحميل نسخة من هذا الملف و للمزيد . أدخل موقع الأستاذ :

www.sites.google.com/site/faresfergani