سلسلة دروس و تمارين في مادة العلوم الفيزيائية- ثانية ثانوي

إعداد الأستاذ : فرقاني فارس

عرض نظري مفصل

10

الظواهر الكهربائية

التحريض الكهرومغناطيسي

الشعب : علوم تجريبية
رياضيات ، تقني رياضي

****

www.sites.google.com/site/faresfergani

تاريخ آخر تحديث : 2013/03/22

1- التحريض الكهرومغناطيسي :

رأينا في الوحدة السابقة أن التيارات الكهربائية تولد من حولها حقولا مغناطيسية و تعرفنا أيضا على القوة التي يؤثر بها حقل مغناطيسي على ناقل يسري فيه تيار . التمعن في تلك الظواهر يؤدي بنا منطقيا إلى السؤال التالي : إذا كانت التيارات الكهربائية تولد حقولا مغناطيسيية ، فهل يمكن إنتاج تيارات كهربائية بواسطة حقول مغناطيسية ؟ كيف يمكن تحقيق ذلك ؟ ما هو المبدأ الذي يقوم عليه المولد الكهربائي ؟

أ- ظاهرة التحريض الكهرومغناطيسي :

نشاط : (توليد التيار المتحرض في وشيعة)

- خذ وشيعة وصل طرفيها بغلفانومتر كما (الشكل-1) .

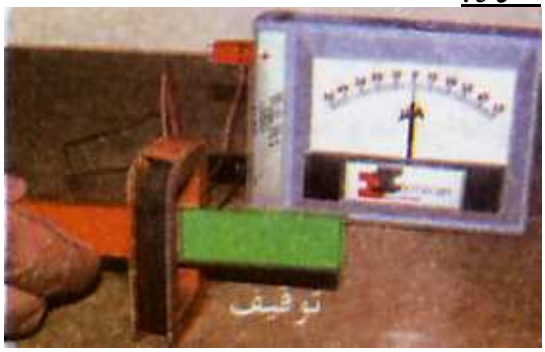
الشكل-1 :

- ضع الوشيعة على طاولة ثم قرب من أحد وجهيها القطب الجنوبي لقضيب مغناطيسي ، ثبت القضيب المغناطيسي داخل الوشيعة لفترة وجيزة ثم قم بإبعاده . ماذا تلاحظ ؟ ماذا تستنتج ؟

تحليل النشاط :

عندما نقريب القضيب المغناطيسي نلاحظ انحراف مؤشر الغالفانومتر ، مما يدل على مرور تيار كهربائي في الدارة (الشكل-2) ، و عندما نوقف القضيب فجأة نلاحظ عودة مؤشر الغالفانومتر إلى الصفر مما يدل على انقطاع التيار الكهربائي (الشكل-3) ، و عند إبعاد القضيب المغناطيسي عن وجه الوشيعة نلاحظ انحراف مؤشر الغالفانوتر في الجهة المعاكسة للجهة التي قربنا فيها المغناطيس إلى الوشيعة .

الشكل-3 :



الشكل-2 :

نتيجة- تعاريف :

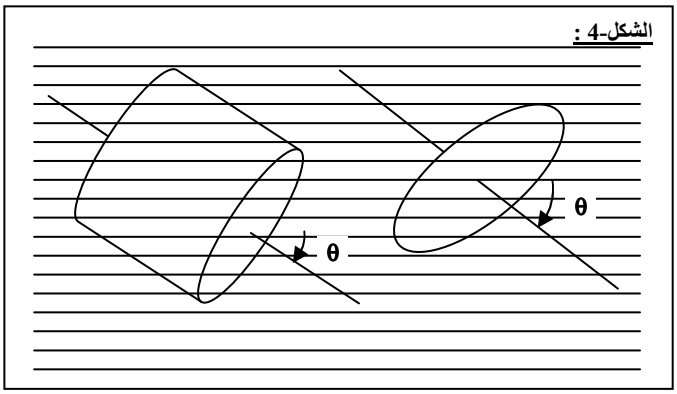
- عند تقريب أو إبعاد أحد قطبي قضيب مغناطيسي إلى وشيعة في دارة مغلقة يتولد فيها تيار كهربائي جهته تتعلق بجهة حركة القضيب كما أن هذا التيار ينعدم عند توقيف حركة القضيب .

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

ب- 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 .

الشكل-4 :



- 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-8) ، 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 :

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

جـ- القوانين الكيفية :

● انتاج القوة المحركة الكهربائية التحريضية :

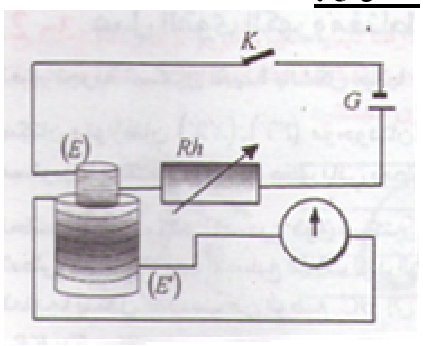
توصل فراداي بعد إجراء عدة تجارب إلى وضع القانون التالي :

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

مثال :

وشيعتان (E) ، (E') لهما نفس المحور . الأولى موصولة بمولد كهربائي و قاطعة و معدلة و الثانية موصولة بغالفانومتر ، (الشكل-5) .

الشكل-5 :



- عند تغيير التدفق بالطرق التالية :
- فتح أو غلق القاطعة .
- تغيير شدة التيار الكهربائي بالوشيعة (E) بتغيير شدة الحقل بداخلها .
- انتقال إحدى الوشيعتين بالنسبة للأخرى .

نلاحظ انحراف مؤشر الغالفانومتر الموصول مع الوشيعة (E) مما يدل على نشوء تيار متحرض بالوشيعة الثانية (E') نتيجة تغير التدفق .

● جهة التيار المتحرض (قانون لنز) :

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 :

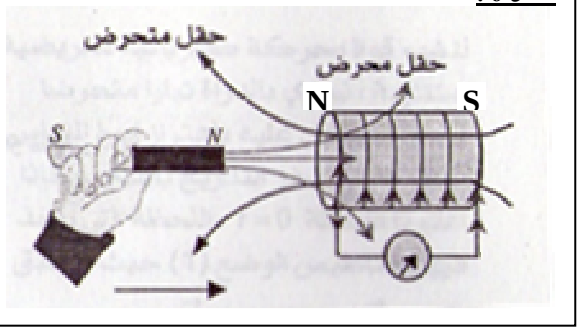
" إن التيار المتحرض هو بأفعاله يعاكس الأسباب التي أدت إلى نشوءه "

مثال-1 :

- عندما نقرب القطب الشمالي لقضيب مغناطيسي من أحد وجهي وشيعة فإنه يحدث تغير في التدفق عبر الوشيعة ، و حسب قانون فارداي ينشأ تيار متحرض بالوشيعة و نقول عن الوشيعة أنها أصبحت مقر لقوة محركة كهربائية تحريضية .

- حسب قانون لنز تكون جهة التيار المتحرض في الوشيعة هي الجهة التي تجعل الوشيعة تبعد المغناطيس (تنافر) ، و هذا يتحقق عندما يكون وجه الوشيعة الذي قرب إليه القطب الشمالي للمغناطيس ، و جها شماليا كما مبين في (الشكل-6) التالي :

الشكل-6 :

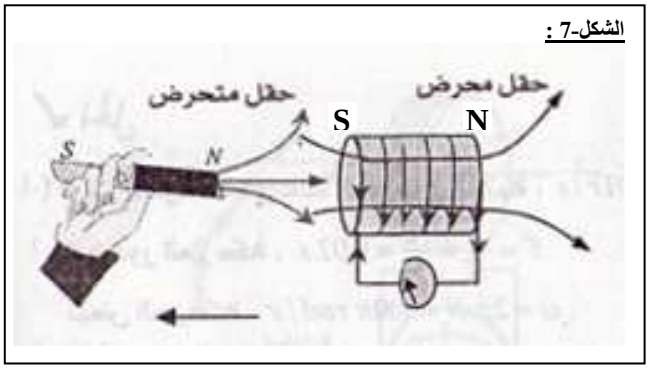


مثال-2 :

- عندما نبعد القطب الشمالي لقضيب مغناطيسي من أحد وجهي وشيعة فإنه يحدث تغير في التدفق عبر الوشيعة ، و حسب قانون فارداي ينشأ تيار متحرض بالوشيعة و نقول عن الوشيعة أنها أصبحت مقر لقوة محركة كهربائية تحريضية .

- حسب قانون لنز تكون جهة التيار المتحرض في الوشيعة هي الجهة التي تجعل الوشيعة تقرب المغناطيس (تجاذب) ، و هذا يتحقق عندما يكون وجه الوشيعة الذي قرب إليه القطب الشمالي للمغناطيس ، و جها جنوبيا كما مبين في (الشكل-7) التالي :

الشكل-7 :

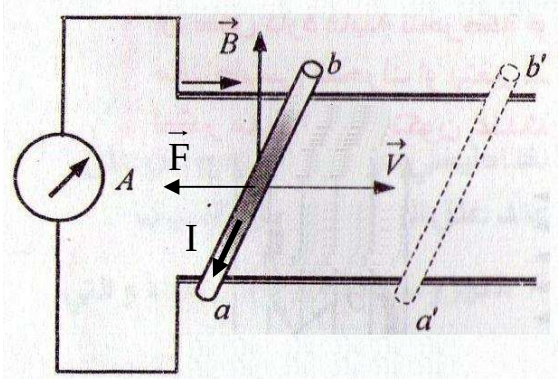


مثال-3 :

- عندما ندفع الناقل النحاسي (ab) المبين في (الشكل-8) على السكتين فإنه يقطع خطوط الحقل المغناطيسي و بالتالي يحدث تغير في التدفق عبر الدارة و حسب قانون فارداي ينشأ تيار متحرض في هذه الدارة و نقول أن الدارة أصبحت مقر لقوة محركة كهربائية تحريضية .

- حسب قانون لنز تكون جهة التيار المتحرض في الدارة هي الجهة التي تجعل الناقل النحاسي (ab) يرجع إلى وضعه الأصله (عكس الدفع) ، و يؤدي التيار المتحرض الناشيء إلى خضوع الناقل النحاسي (ab) إلى قوة كهرومغناطيسية جهتها عكس جهة شعاع السرعة كما مبين في (الشكل-8) التالي :

الشكل-8 :



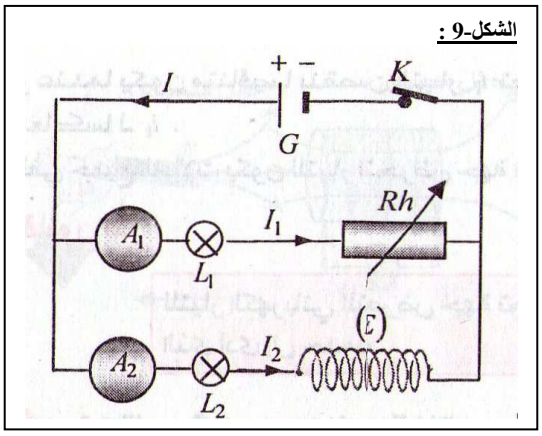
2- ظاهرة التحريض الذاتي :

أ- مفهوم التحريض الذاتي :

نشاط :

بواسطة مولد كهربائي (G) ، قاطعة (K) ، مقياسي أمبير (A_1) ، (A_2) ، مصباحين (L_1) ، (L_2) متماثلين ، وشيعة (E) ، معدلة ، حقق التركيب الموضح في (الشكل-14) ، ثم اغلق الدارة بعد تثبيت المعدلة في وضع تكون فيه شدتي التيار المارين في المصباحين متساويتين ($I_1 = I_2$) .

الشكل-9 :



- افتح القاطعة و بعد مدة زمنية قم بغلقها . ماذا تلاحظ ؟ أعط تفسيرا لما تلاحظ .

تحليل النشاط :

- عندما نفتح القاطعة نلاحظ تأخر في انطفاء المصباح (L_2) و عندما نغلق الدارة من جديد نلاحظ تأخر في اشتعال المصباح (L_2) .

- السبب في تأخر انطفاء المصباح (L_2) عند فتح الدارة سببه التغير في التدفق عبر الدارة الذي حدث بسبب انقطاع خطوط الحقل و التي انقطعت بسبب انقطاع التيار ، و بالتالي نشوء تيار متحرض في الفرع الذي يوجد به المصباح (L_2) مما جعل المصباح يشتعل بهذا التيار لمدة قصيرة ، أما التأخر في اشتعال نفس المصباح (L_2) عند غلق الدارة من جديد سببه التغيير في التدفق عبر الدارة الذي حدث بسبب مرور التيار في هذه الدارة . و بالتالي نشوء تيار متحرض في الفرع الذي يوجد به المصباح (L_2) ، جهته عكس جهة التيار الوارد (قانون لنز) ، ففي المدة الذي عرقل فيها التيار المتحرض سير التيار الذي يسري في الفرع الذي يوجد به المصباح (L_2) يكون التيار في الفرع الآخر الذي يوجد به المصباح (L_1) يسري بشكل عادي في نفس المدة ، وهذا ما جعل المصباح (L_1) يشتعل أولا ، و المصباح (L_2) يشتعل متأخرا .

نتيجة- تعريف :

- الوشيعة في هذه الحالة لعبت دور المحرض و المتحرض في آن واحد لذا نقول عن التحريض في هذه الحالة أنه **تحريض ذاتي** .

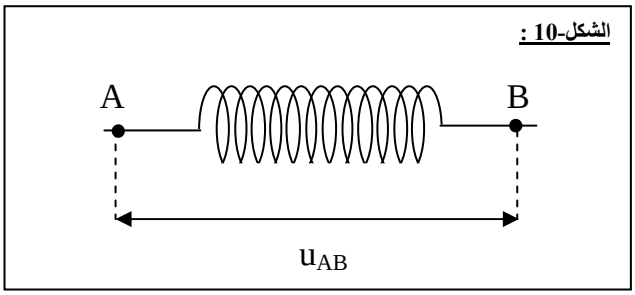
ب- تدفق التحريض الذاتي :

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

$$\Phi = L\ i$$

جـ- التوتر (فرق الكمون) بين طرفي وشيعة :

الشكل-10 :



- إذا كانت لدينا وشيعة ذاتيتها L ومقاومتها الداخلية r (الشكل-15) ، 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 .

هـ- 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 $E_{(L)}$ تعطى بالعبارة التالية :

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

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

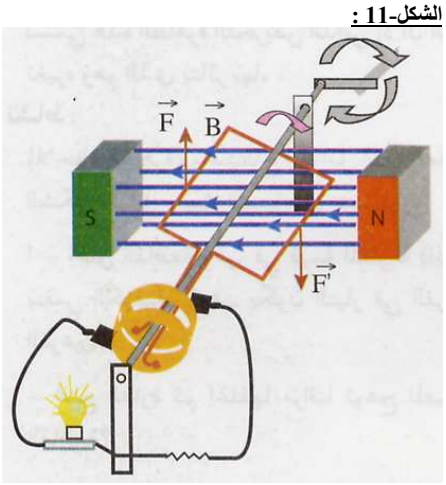
3- تطبيقات ظاهرة التحريض :

أ- مبدأ اشتغال المولد الكهربائي :

تتكون المولدات الكهربائية مثل المحركات الكهربائية من عنصرين أساسيين عنصر ثابت (مغناطيس أو وشيعة) يدور بداخله العنصر المتحرك (وشيعة أو مغناطيس) و يعتمد مبدأ اشتغالها على الحركة الدورانية للعنصر المتحرك مثل ما هو الحال في المحرك الكهربائي ، و يكمن الفرق بينهما في مصدر الطاقة الأصلي حيث في المحرك تقدم

الطاقة للمحرك على شكل كهرباء ليحولها إلى شكل ميكانيكي بينما المولد الكهربائي تقدم له الطاقة في شكل ميكانيكي (تحريك العنصر المتحرك) ليحولها إلى شكل كهربائي بظهور تيار متحرض في وشيعته .

الشكل-11 :



بناء على هذا المبدأ يمكن تخيل تركيبا لمولد كهربائي في أبسط أشكاله و المكون من إطار نلف عليه عدة لفات من سلك رقيق مغلف بعازل نهايتاه متصلتين بحلقتين رقيقتين و الكل يمكنه الدوران حول محور يمر من مركز الإطار .

الإطار مغمور داخل حقل مغناطيسي منتظم خطوطه عمودية على محور الدوران و الحلقتان تلامسان خلال دورانهما قطعتين من الفحم (ناقل) و هما متصلتان مع أسلاك الدارة الخارجية .

- عندما يدور الإطار حول محوره يحدث تغير للتدفق المغناطيسي عبر الإطار ، فحسب قانون فاراداي ينشأ تيار متحرض في الإطار ما يؤدي به إلى اشتغال الدارة المربوطة على التسلسل مع الإطار (اشتغال المصباح) .

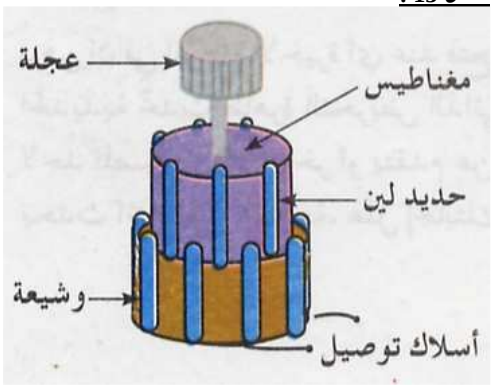
ب- مثال لمولد تيار متناوب – منوب الدارجة :

نعلم أن الدراجات مزودة عادة بمصباح أمامي يسمح لصاحبها التنقل ليلا . و أن مصباح الدراجة لا يشتغل إلا في حالة دوران العجلة التي يرتبط بها المولد الكهربائي الذي يدعى الدينامو (الشكل-12) .

الشكل-12 :

- يتكون المنوب من مغناطيس متصل بعجلة صغيرة تديرها عجلة الدراجة أثناء حركتها ، يوجد هذا المغناطيس داخل وشيعة مثبتة يتولد فيها التيار المتحرض أثناء الحركة (الشكل-13) .

الشكل-13 :



- عند دوران العجلة تدير معها المغناطيس الذي يدور داخل الوشيعة محدثا بذلك تغير في التدفق عبر الوشيعة ، وحسب قانون فاراداي ينتج تيار متحرض داخل الوشيعة من خلاله تشتغل الدارة المرتبطة بالوشيعة (اشتعال مصباح الدراجة) .

4- المحول الكهربائي :

أ- مبدأ و تركيب المحول الكهربائي :

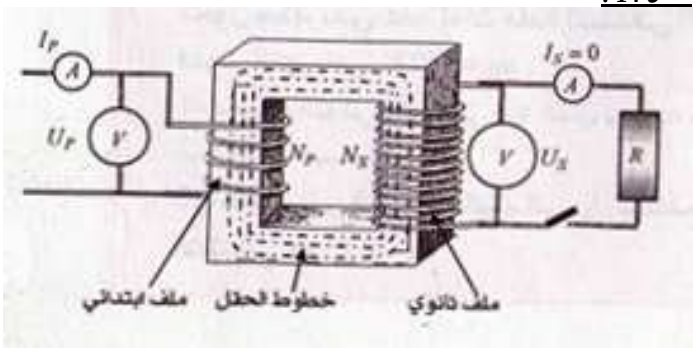
المحول الكهربائي جهاز ميكانيكي يستعمل لرفع أو خفض التوتر في التيار المتناوب و الناتج عن ظاهرة التحريض الكهرومغناطيسي و ذلك للاستفادة في تشغيل أجهزة معينة تتطلب توترا معينا دون فقد محسوس في الطاقة الكهربائية .

يتكون المحول الكهربائي من ناقلين ملفوفين على نواة حديدية من الحديد المطاوع ، يسمى اللف الأول بالملف الابتدائي الذي يحتوي على N_P لفة ، و اللف الثاني يدعى بالملف الثانوي و الذي يحتوي على N_S حلقة .

ب- كيفية عمل المحول الكهربائي :

نصل طرفي الملف الابتدائي بمأخذ للتيار المتناوب فيتولد بالملف حقل مغناطيسي متغير الشدة تنحصر خطوطه داخل نواة الحديد و تنغلق فيها فيتحرض الملف الثانوي و تنشأ به قوة محركة كهربائية تولد توترا متناوبا بين طرفيه .

الشكل-14 :



** الأستاذ : فرقاني فارس **
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم
الخروب - قسنطينة
Fares_Fergani@yahoo.Fr
Tel : 0771998109

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

لتحميل نسخة من هذه الوثيقة و للمزيد . أدخل موقع الأستاذ ذو العنوان التالي :

www.sites.google.com/site/faresfergani