الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية

مديرية التربية لولاية سطيف ثانوية الـ 45 مهدوما بوسلام

الوحدة3: التحريض الكهرومغناطيسي

ـ بطاقة تربوية(03- أ-)ـ

المستوى : 2 علوم تجريبية + رياضي المجال : الظواهر الكهربائية الوحدة(3) : التحريض الكهرومغناطيسي	الرقم : 1 نوع النشاط : المدة : دقيقة

الموضوع	التحريض الكهرومغناطيسي L'induction électromagnétique
الكفاءات المستهدفة	ـ يفسر ظهور القوة المحركة الكهربائية المحرضة عن طريق التغير في التدفق المغناطيسي. ـ يفسر بقانون لنز تغير جهة التيار الكهربائي المتناوب المتولد ـ يفسر مبدأ المنوب. ـ يقيس ذاتية وشيعة
النشاطات المقترحة	موضحة في العرض
الوسائل و المراجع التعليمية	

مراحل النشاط	التوقيت
الدرس1: التحريض الكهرومغناطيسي 1ـ إبراز ظاهرة التحريض الكهرومغناطيسي: 1.1. توليد التيار في وشيعة: 2.1.استنتاج: 2. مفهوم التدفق المغناطيسي:Le flux magnétique 1.2. التدفق المغناطيسي عبر سطح 2.2. التدفق المغناطيسي عبر وشيعة 3.2. علاقة التيار المتحرض بالتدفق المغناطيسي أ) قانون فاراداي(Faraday) ب) قانون لنز(Lenz) **الدرس 2: التحريض الذاتي** 1. إبراز ظاهرة التحريض 1.1.تجربة 2. مفهوم ذاتية الوشيعة 1.2. عبارة ذاتية الوشيعة 2.2. عبارة القوة المحركة الكهربائية التحريضية الذاتية 3. الطاقة المخزنة في الوشيعة 4. عمل القوى الكهرومغناطيسية وعلاقتها بالتدفق المغناطيسي 5. تطبيقات ظاهرة التحريض الكهرومغناطيسي 1.5. مبدأ اشتغال المولد الكهربائي 2.5. مثال لمولد تيار متناوب: منوب الدراجة	

ملاحظات :	

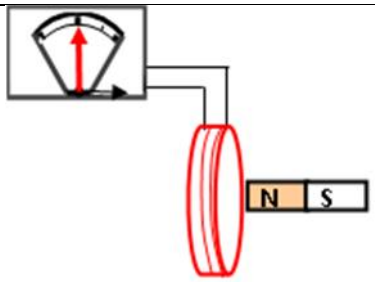
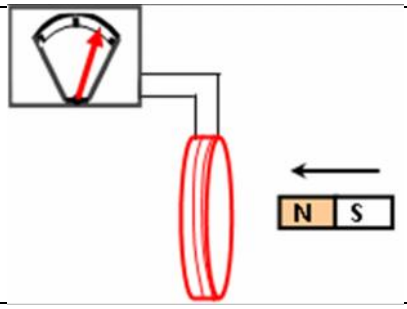
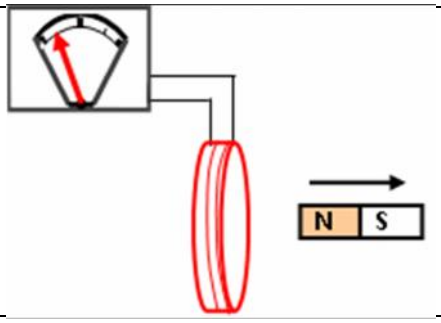
العرض النظري

الدرس1 : التحريض الكهرومغناطيسي L'induction électromagnétique

1.إبراز ظاهرة التحريض الكهرومغناطيسي:

1.1. توليد التيار في وشيعة:

أنجز سلسلة التجارب التالية، باستخدام مغناطيس ، وشيعة، غلفانومتر.

1) – المغناطيس ثابت بالنسبة للوشيعة. ـ مؤشر الغلفاني لم ينحرف . ـ لايمر تيار في الوشيعة.	
2) ـ تقريب القطب الشمالي لمغناطيس من وجه الوشيعة. ـ مؤشر الغلفاني ينحرف نحو اليمين. ـ مرور تيار كهربائي في الوشيعة.	
3) ـ إبعاد القطب الشمالي لمغناطيس من وجه الوشيعة. ـ مؤشر الغلفاني ينحرف نحو اليسار. ـ مرور تيار كهربائي في الوشيعة في جهة عكس الجهة في حالة تقريب المغناطيس.	

ـ أعد التجربة بتقريب القطب الجنوبي للمغناطيس.
ـ أعد العمليات السابقة بتغيير وجه الوشيعة.
ـ أعد العمليات السابقة بتقريب وإبعاد وجه الوشيعة.

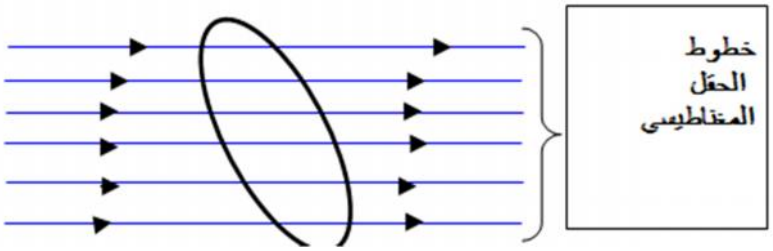
2.1.استنتاج:

- تسمى ظاهرة توليد تيار كهربائي بالطريقة المبينة في التجارب السابقة بظاهرة التحريض الكهرومغناطيسي.
- المغناطيس هو المحرض والوشيعة (الدارة) هي المتحرض والتيار المار في الوشيعة يسمى التيار المتحرض.
- عند تقريب أو إبعاد أحد قطبي قضيب مغناطيسي من وجه وشيعة في دارة مغلقة (أو تحريك الوشيعة أمام القضيب)، يمر فيها تيار كهربائي متحرض وينعدم عند توقيف الحركة. تتعلق جهة التيار المتحرض بجهة حركة القضيب (أو الوشيعة) ونوعية القطب (أو الوجه)المقدم وكل تغيير في هذه العناصر يحدث تغيرا في خصائص التيار المتولد.

2. مفهوم التدفق المغناطيسي:Le flux magnétique

1.2 . التدفق المغناطيسي عبر سطح:

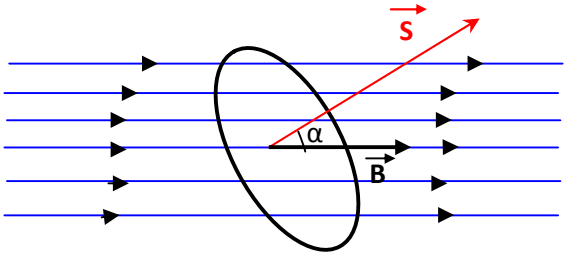
- نضع حلقة مثلا (دارة مغلقة) في حقل مغناطيسي، فان خطوط الحقل تعبر سطح الحلقة، فنقول انه حدث تدفقا لهذه الخطوط عبر سطح الحلقة أو مايعرف بالتدفق المغناطيسي.



أ) شعاع السطح :

لمعرفة وضع الحلقة (الدارة)بالنسبة لخطوط الحقل نعرف شعاع السطح S الذي له الخصائص التالية:

- نقطة التطبيق مركز الحلقة.
- حامله عمودي على مستوى سطح الحلقة.
- شدته تساوي عدديا قيمة مساحة الحلقة .
- جهته هي المشار إليها بالإبهام في قاعدة اليد اليمنى ، حيث الأصابع تشير إلى الجهة الموجبة المختارة على الحلقة.



ب) عبارة التدفق المغناطيسي عبر سطح:

التدفق المغناطيسي Φ لحقل مغناطيسي شدته B تعبر
خطوطه سطحا S من دارة مغلقة (حلقة مثلا) ويصنع زاوية α
مع شعاع سطح الدارة يعطى بالعلاقة:

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

وحدة التدفق في النظام الدولي للوحدات هي الويبر Weber ورمزها (Wb)

2.2. التدفق المغناطيسي عبر وشيعة:

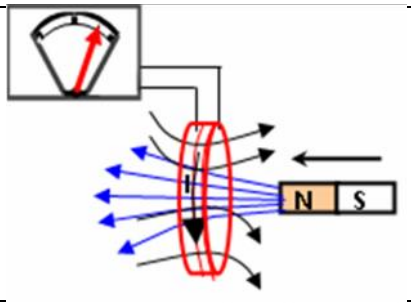
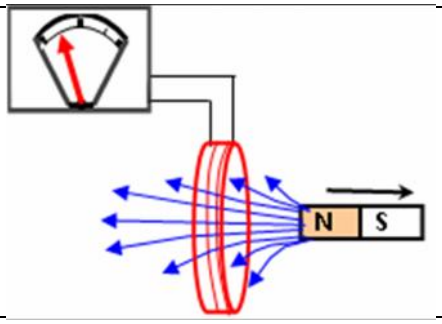
التدفق المغناطيسي عبر وشيعة عدد لفاتها N يعطى بالعلاقة:

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

3.2. علاقة التيار المتحرض بالتدفق المغناطيسي:

أ) قانون فاراداي(Faraday):

فسر فراداي مرور التيار المتحرض في دارة مغلقة (الوشيعة والغلفانومتر مثلا) بالتغير في التدفق عبر سطح الدارة، حيث يظهر التيار المتحرض لحظة بداية التغير في التدفق وينعدم لحظة التوقف في التغير في التدفق.

أثناء تقريب المغناطيس عدد الخطوط الحقل المغناطيسي التي تجتاز سطح الوشيعة تتزايد (تغير في التدفق)، يمر تيار في الوشيعة.	
أثناء أبعاد المغناطيس عدد الخطوط الحقل المغناطيسي التي تجتاز سطح الوشيعة تتناقص (تغير في التدفق)، يمر تيار في الوشيعة.	

- إن مرور تيار متحرض في الدارة هذا يدل على أنها مقرا لقوة محركة كهرائية تحريضية (e) وتمكن فراداي من إثبات أنها:
- تتناسب طردا مع التغير في التدفق $\Delta\Phi$
- وتتناسب عكسيا مع المدة الزمنية Δt التي يتم خلالها التغير في التدفق.

ومنه:

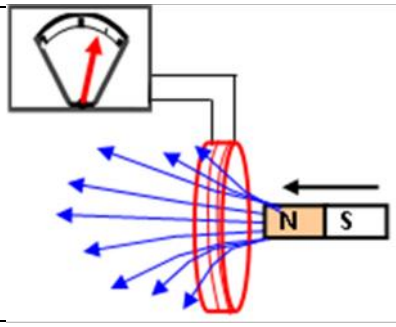
$$|e| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

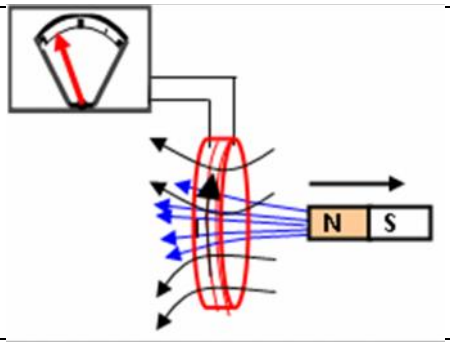
e القوة المحركة الكهربائية التحريضية المتوسطة

وحدة e هي الفولط V

ب) قانون لنز(Lenz):

يبحث في جهة التيار المتحرض .

ـ تقريب القطب الشمالي لمغناطيس من وجه الوشيعة. ـ مؤشر الغلفاني ينحرف نحو اليمين. ـ يمر تيار في الوشيعة وفي جهة يكون وجه الوشيعة المقابل للمغناطيس وجه شمالي .	

ـ إبعاد القطب الشمالي لمغناطيس من وجه الوشيعة. ـ مؤشر الغلفاني ينحرف نحو اليسار. ـ يمر تيار في الوشيعة وفي جهة يكون وجه الوشيعة المقابل للمغناطيس وجه جنوبي . ـ خطوط الحقل المغناطيسي الناتجة عن مرور التيار في الوشيعة (خطوط الحقل المتحرض) لها نفس جهة خطوط الحقل المحرض.	

نص قانون لنز:

يكون للتيار المتحرض جهة بحيث يعاكس بآثاره السبب الذي أدى لوجوده.
ومنه يصاغ قانون فراداي بالعلاقة:

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

e القوة المحركة الكهرائية التحريضية المتوسطة
ـ في مجال زمني صغير جدا يمكن كتابة العلاقة السابقة كمايلي:

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

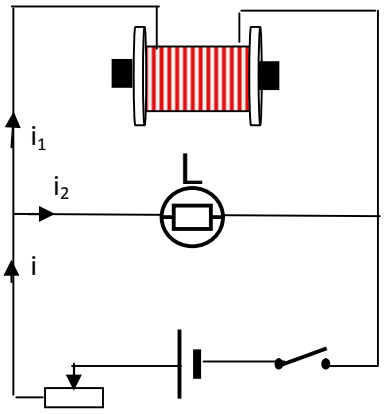
الدرس 2: التحريض الذاتي L'auto induction

1. إبراز ظاهرة التحريض:

1.1.تجربة :

أ) حقق الدارة المبينة في الشكل التالي:

تتكون من وشيعة ذات نواة حديدية، مصباح، مولد، معدلة، قاطعة.



- أغلق القاطعة، وغير من قيمة المعدلة حتى يكون ضوء المصباح خافت.
- افتح القاطعة ثم أغلقها من جديد. ماذا تلاحظ بالنسبة لتوهج المصباح في الحالتين.

2.1.المشاهدة :

- عند فتح القاطعة نلاحظ ازدياد توهج المصباح لفترة قصيرة جدا ثم ينطفئ.
- عند غلق القاطعة من جديد نلاحظ أن المصباح يتوهج بشدة في البداية لفترة قصيرة جدا ثم يعود إلى ضوئه الخافت.

3.1. التفسير:

- عند مرور تيار شدته i_1 في الوشيعة يولد داخلها حقلا مغناطيسيا فيعبرها بذلك تدفق مغناطيسي Φ.

- عند فتح القاطعة:

تتناقص شدة التيار المار في الوشيعة بسرعة إلى أن تنعدم(من i_1 الى 0)، يرافق ذلك تناقص في التدفق المغناطيسي عبر الوشيعة (منΦ إلى 0)خلال مدة زمنية Δt قصيرة جدا ، فتنشا في الوشيعة قوة محركة كهربائية تولد تيارا متحرضا في الدارة المغلقة (الوشيعة، المصباح) i_o له نفس جهة i_1 وشدته $i_o > i_1$ ، لذلك يزداد توهج المصباح قبل انطفائه.

- عند إعادة غلق القاطعة:

تتزايد شدة التيار المار في الوشيعة بسرعة (من 0 إلى i_1)، يرافق ذلك تزايد في التدفق المغناطيسي عبر الوشيعة(من0 إلى Φ)خلال مدة زمنية Δt قصيرة جدا ، فتنشا في الوشيعة قوة محركة كهربائية تولد تيارا متحرضا في الدارة المغلقة (الوشيعة، المصباح) i_f جهته عكس جهة i_1 وشدته $i_f > i_1$ يضاف إلى التيار i_2 المار في المصباح فيزداد توهج المصباح وعندما تثبت شدة التيار ينعدم التغير في التدفق فينعدم i_f ويعود المصباح إلى ضوئه الخافت.

4.1. استنتاج:

في التجربة السابقة تغير التدفق عبر الوشيعة الذي ولد التيار المتحرض ناتج عن تغير شدة المار فيها وليس عن محرض خارجي.

إذن الوشيعة تلعب دور المحرض والمتحرض في آن واحد لهذا تسمى ظاهرة التحريض الذاتي.

2. مفهوم ذاتية الوشيعة:

1.2. عبارة ذاتية الوشيعة:

إن القوة المحركة الكهربائية التحريضية الذاتية تنشأ في الوشيعة بسبب تغير التدفق المغناطيسي الناتج عن تغير شدة التيار الذي يجتاز الوشيعة نفسها وليس ناتجا عن حقل محرض خارجي:

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

بالنسبة لوشيعة حلزونية فان:

$$B = \mu_0 \frac{N}{L}.I$$

$$\Phi = N.\mu_0 \frac{N}{L}.I.S$$

$$\Phi = \mu_0 \frac{N^2}{L}.S.I$$

المقدار $\mu_0 \frac{N^2}{L}.S$ ثابت يميز الوشيعة نرمز له بـ L يسمى ذاتية الوشيعة: $\boxed{L = \mu_0.N^2 \frac{S}{L}}$

تقدر ذاتية الوشيعة في جملة الوحدات الدولية بوحدة الهنري (Henry) ويرمز لها بـ H .

2.2. عبارة القوة المحركة الكهربائية التحريضية الذاتية:

عبارة التدفق عبر الوشيعة: $\boxed{\Phi = L.S}$

نرمز بـ e_L للقوة المحركة الكهربائية التحريضية الذاتية اللحظية

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

$$e_L = -\frac{d(L.I)}{dt}$$

$$\boxed{e_L = -L\frac{dI}{dt}}$$

3. الطاقة المخزنة في الوشيعة:

ان الطاقة الكهربائية التي يعطيها المولد لدارة تحتوي على وشيعة فقط يستهلك جزء منها على شكل تحويل حراري بفعل جول في مقاومة سلك الوشيعة و يخزن الجزء الباقي بشكل طاقة مغناطيسية ، وتلعب الوشيعة في هذه الحالة دور مولد موصول على التوازي قوته المحركة الكهربائية e_L

خلال المجال الزمني القصير (dt) يخزن هذا المولد (الوشيعة) طاقة كهرومغناطيسية: $E_L = e_L.I.dt$

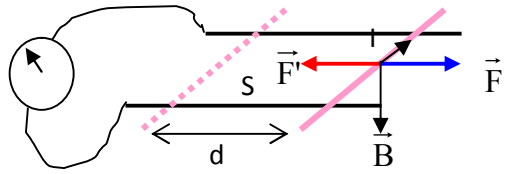
بعد التكامل نجد: $\boxed{E_L = \frac{1}{2}L.I^2}$

إن هذه الطاقة التي تخزنها الوشيعة أثناء تزايد التيار من 0 إلى I على شكل طاقة مغناطيسية تعاد إلى الدارة من طرف الوشيعة أثناء تناقص شدة التيار من I إلى 0 بشكل طاقة كهربائية.

4. عمل القوى الكهرومغناطيسية وعلاقتها بالتدفق المغناطيسي:

أ) تجربة:

في تجربة سكتي لابلاص نستبدل المولد بجهاز الغلفانومتر ، ثم نسحب القضيب مسافة d على السكتين.



ب) المشاهدة:

انحراف مؤشر الغلفانومتر دليل مرور تيار متحرض في الدارة.

د) استنتاج:

مرور التيار في القضيب وهو في حقل مغناطيسي ينشا عنه قوة كهرومغناطيسية $\vec{F}$ تطبق عليه.

عمل القوة $\vec{F}$:

$$W(\vec{F}) = F.d$$

$$F = BLI$$

$$W(\vec{F}) = B.L.I.d$$

$$\Delta S = S_2 - S_1 = L.d$$

$$\Delta\Phi = B.I.\Delta.$$

$$\boxed{W(\vec{F}) = I.\Delta\Phi}$$

تسمى هذه العلاقة نظرية ماكسوال .

5. تطبيقات ظاهرة التحريض الكهرومغناطيسي:

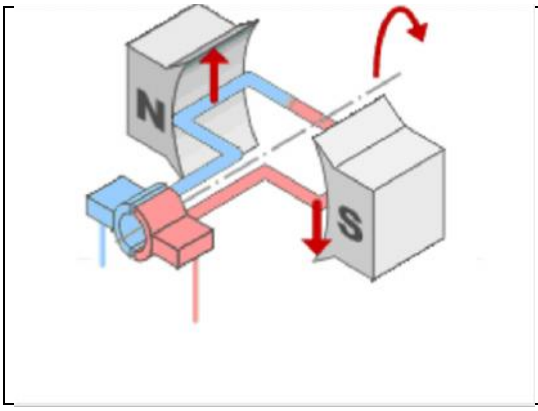
1.5. مبدأ اشتغال المولد الكهربائي:

المولد الكهربائي يتكون من جزأين أساسيين:

- جزء ثابت : مغناطيس أو وشيعة
- جزء متحرك وشيعة أو مغناطيس يدور داخل الجزء الثابت.

يقدم للمولد طاقة ميكانيكية (تحريك الجزء المتحرك) فيحولها إلى طاقة كهربائية فيظهر تيار كهربائي متحرض في وشيعته.

الشكل التالي يمثل أبسط مولد كهربائي:



2.5. مثال لمولد تيار متناوب: منوب الدراجة:

يتكون منوب الدراجة من مغناطيس متصل بعجلة صغيرة تديرها عجلة الدراجة أثناء حركتها، فيدور المغناطيس داخل وشيعة مثبتة فيتولد في هذه الأخيرة تيار متحرض.
التيار المتولد يكون متغير الشدة والجهة بالتناوب لذا يسمى التيار المتناوب.