

الفصل الثاني الحث الكهرومغناطيسي

طريقة التدريس : التدريس باستخدام إنموذج زاهوريك Zahorik Model

أنتباه :

عزيزي المدرس أليك عرضاً موجزاً لإنموذج زاهوريك بمراحله الخمسة .

المرحلة الأولى : تنشيط المعرفة

وفيها تؤخذ المعرفة السابقة للطلبة في الإعتبار عند بدأ تعلم موضوع جديد ، لأنها الحك الذي عليه تختبر المعلومات الجديدة والمعرفة السابقة لا بد أن تستثار أو تبنى قبل أن تعطى المعلومات الجديدة ، وقد تسمى بمرحلة تنشيط المعلومات أيضاً .

المرحلة الثانية : إكتساب المعلومات

في هذه المرحلة تعطى المعلومات بصورة كلية وليست كأجزاء ، إذ يتم إعطاء القاعدة العامة وتقدم بمنحى إستنباطي فمثلاً يقدم أسم المفهوم وتعريفه .

المرحلة الثالثة : فهم المعلومات

يتطلب في هذه المرحلة من الطلبة إكتشاف وفحص الفروق الدقيقة للمفاهيم الجديدة بشكل كامل ، ويقوم المدرس بمساعدة الطالب من خلال توسيع الأنشطة وزيادة المناقشات وجعل الطالب يقارن مفاهيمه مع مفاهيم المدرس مما يكسب الطالب نظرة ثابتة والبدء في إعادة تنظيم المفاهيم لديه مقارنة بمفاهيم المدرس .

المرحلة الرابعة : استخدام المعلومات

يتم في هذه المرحلة عملية صقل المعلومات والتراكيب المعرفية ، وتعطى الفرصة الكافية للطلبة من أجل استخدام المعرفة العملية بالشكل الصحيح .

المرحلة الخامسة :

يجب التفكير في استخدام قرائن المعلومات المفهومة بحيث يتم استخدامها في الحياة العملية على مستوى المدرسة وخارجها .

درس تطبيقي باستخدام إنموذج زاهوريك

الموضوع : إكتشاف فراداي (قانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي)

أولاً : الأهداف الخاصة : اكساب الطلاب معلومات علمية بصورة وظيفية عن موضوع إكتشاف فراداي

(قانون فراداي) من خلال دراستهم المعلومات الآتية :

1 - يتولد تيار محث في دائرة كهربائية مغلقة (مثل ملف سلكي أو حلقة موصلة) ، فقط عندما يحصل تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق تلك الدائرة .

- 2 - يقصد بفترة نمو التيار على أنها الفترة الزمنية التي استغرقتها عملية إغلاق المفتاح في دائرة الملف الابتدائي ويستدل عليها من انحراف مؤشر الكلفانوميتر باتجاه معين عن صفه .
- 3 - يقصد بفترة تلاشي التيار على أنها الفترة الزمنية التي يتلاشى فيها الفيض المغناطيسي الذي يخترق دائرة الملف الثانوي يستدل عليها من انحراف مؤشر الكلفانوميتر باتجاه معاكس من صفه .
- 4 - أن عملية تنامي التيار وتلاشيه في دائرة الملف الابتدائي تتسببان في تزايد وتناقص الفيض المغناطيسي الذي يخترق قلب الحديد الملفوف حوله الملفين .
- 5 - أن العامل الأساس لتوليد التيار المحتث في دائرة مقفلة هو حصول تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف لوحدة الزمن .

ثانياً : الأغراض السلوكية

جعل الطالب قادراً على أن :

- 1 - يعبر بأسلوبه الخاص عن إستنتاج فراداي (قانون فراداي) .
- 2 - يوضح بالتجربة إكتشاف فراداي .
- 3 - يرسم أشكالاً لدائرتي الملف الابتدائي والثانوي موضحاً خلالها إكتشاف فراداي .
- 4 - يجري تجربة لاثبات إكتشاف فراداي .
- 5 - يجيب عن الأسئلة المتعلقة باكتشاف فراداي إجابة صحيحة .
- 6 - يعد تقريراً علمياً قصيراً حول إكتشاف فراداي متضمناً الإستنتاجات التي توصل إليها .
- 7 - يتنبأ بالفائدة العملية لاكتشاف فراداي .

ثالثاً : المواد والوسائل التعليمية :

- 1 - تهيئة مجموعة من المصورات لأشكال الواردة بالكتاب المدرسي والمتعلقة بالموضوع .
- 2 - تهيئة الأدوات والمواد لأشكال الواردة بالكتاب المدرسي والمتعلقة بالموضوع .
- 3 - السبورة والتباشير الملون .

رابعاً : خطوات تدريس الموضوع وفقاً لنموذج زاهوريك

المرحلة الاولى : تنشيط المعلومات

عزيزي المدرس .. حاول في هذه المرحلة كشف معلومات الطلبة السابقة حول هذا الموضوع وما يتصل به من مفاهيم سبق لهم دراستها وذلك بهدف ربط المعلومات السابقة بالمعلومات الجديدة ، أننا نعتقد أن طرح عدد من الأسئلة المناسبة يحقق هذا الغرض ولا تنسى أن تذكر لطلبتك الأهمية العملية لدراسة الموضوع .

س- ما وظيفة الكلفانوميتر في الدائرة الكهربائية ؟ ولماذا يكون صفه في وسطه ؟

س- ما علاقة مقدار الانحراف الذي يسجله الكلفانوميتر بالتيار المنساب في ملفه ؟

س- ما هو إكتشاف العالم أوريستد ؟

س- اذا كان التيار الكهربائي يولد مجالاً مغناطيسياً ، فهل بالإمكان حدوث العكس؟ أي بمعنى : هل بإمكان المجال المغناطيسي أن يولد تياراً كهربائياً في دائرة كهربائية ؟

س- ما هو اكتشاف كل من العالمين فراادي وهنري ؟

س- ما العلاقة بين مبدأ أوريستد ومبدأ فراادي ؟ وهل بالإمكان التعبير عن هذه العلاقة بمخطط ؟

عزيزي المدرس .. بعد إجراءك هذه المقدمة السريعة لهذه الأسئلة أو بعضها أخبر طلبتك بالآتي :

سيكون درسنا لهذا اليوم عن إكتشاف فراادي ، وسوف نتناول مفهوماً مهماً يدعى بالحث الكهرومغناطيسي ، ونتعرف على عملية تولد تيار كهربائي بوساطة المجال المغناطيسي .

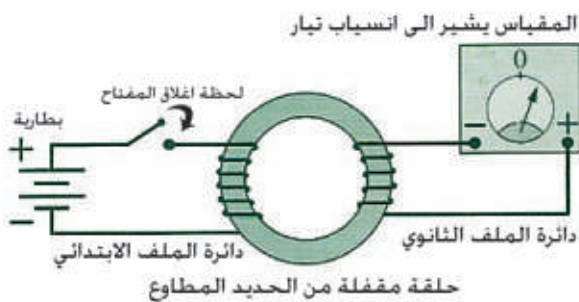
أن هذا الاكتشاف ذو أهمية بالغة في حياتنا فعلى أساسه (على سبيل المثال) تعمل المولدات الكهربائية ، وكل ما يتعلق بتحويل الطاقة الميكانيكية الى طاقة كهربائية ، كما مهد هذا الاكتشاف لوضع النظرية الكهرومغناطيسية للضوء من قبل ماكسويل .

المرحلة الثانية : إكتساب المعلومات :

أخي المدرس .. في هذه المرحلة قدم المعلومات لطلبتك عن إكتشاف فراادي بصورة كلية شاملة وبمنحى إستنباطي وثبت هذه المعلومات على السبورة لتبقى أمام أنظار الطلبة طيلة فترة الدرس .
وكما يأتي :

أعزائي الطلبة .. لقد أجرى العالم مايكل فراادي تجارب عديدة في ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي وتوصل من هذه التجارب الى ما يلي :

((يتولد تيار محث في دائرة كهربائية مغلقة (مثل ملف سلكي أو حلقة موصلة) ، فقط عندما يحصل تغير في الفيض المغناطيسي المار خلال تلك الدائرة)) .
والآن لتفحص هذا الاستنتاج الذي توصل اليه فراادي بصورة عملية :



أخي المدرس .. هيء كلفانوميتر ، حلقة مغلقة من الحديد المطاوع ، ملفين سلكيين ، مفتاح ، بطارية . ثم ارسم الشكل (10-a) الوارد في الكتاب المدرسي ونفذ امام طلبتك ربط هذه الدائرة الكهربائية ودع طلبتك ان يلاحظوا ما يحدث وناقش معهم الإستنتاج التالي :

يلاحظ انحراف مؤشر الكافانوميتر المربوط مع الملف الثانوي على أحد جانبي صفر التدريجة لحظة إغلاق المفتاح المربوط مع الملف الابتدائي ثم رجوعه الى الصفر .

أطرح الأسئلة الآتية :

س1: هل تحتوي دائرة الملف الثانوي على مصدر قوة دافعة كهربائية ؟

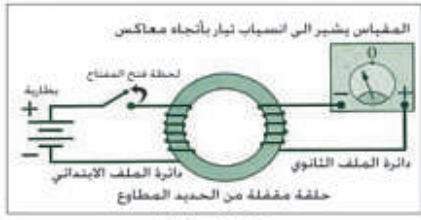
س2: على ماذا يدل إنحراف مؤشر الكلفانوميتر ؟

س3: كيف تولد التيار في دائرة الملف الثانوي على الرغم من عدم وجود بطارية أو مصدر لل فولتية ؟

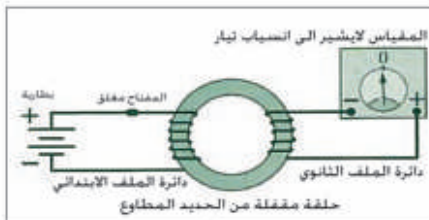
س4: لماذا عاد مؤشر الكلفانوميتر الى الصفر بعد غلق المفتاح ؟

س5: يطلق عادة مصطلح التيار المحتث فما الذي نعنيه بهذا المصطلح ؟

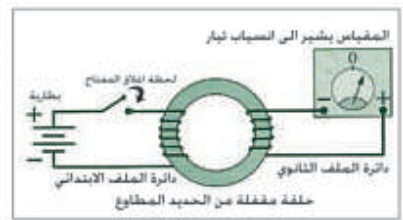
أخي المدرس .. نحن سنترك إجابة هذه الأسئلة لك ولطلبتك وعليك أن تقوم بتجربة العرض أمام الطلبة ليلاحظوا ويسجلوا ملاحظاتهم ثم ناقشهم بالنتائج التي توصلتم اليها ، مستعيناً بالاشكال (10-c) ، (10-b) ، (10-a) الوارد في الكتاب المدرسي ، حاول أن تثبت المصورات على السبورة أمام الطلبة .



شكل (10-c)



شكل (10-b)



شكل (10-a)

س6: يلاحظ في لحظة فتح المفتاح إنحراف مؤشر المقياس الى الجانب المعاكس للصفر ثم عودته الى الصفر فما سبب حدوث ذلك ؟

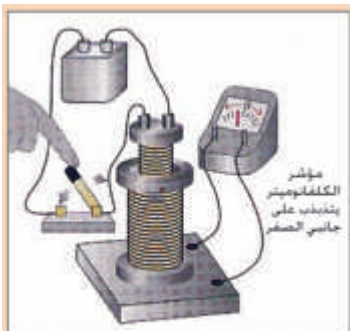
س7: ماذا نقصد بفترة نمو التيار وفترة تلاشي التيار ؟

س8: ما تأثير فترتي تنامي وتلاشي التيار في دائرة الملف الابتدائي ؟

س9: ما العامل الأساس في تجربة فراادي لتوليد التيار المحتث ؟

المرحلة الثالثة : فهم المعلومات

عزيزي المدرس ... في هذه المرحلة من نموذج زاهوريك نقترح عليك تنفيذ النشاط الوارد في الكتاب المدرسي حول ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي . وعليك أن تهيأ أدوات النشاط لطلبتك ، وتكون موجهاً ومرشداً لطلبتك لتنفيذ خطوات النشاط ، وإن لم تتوفر لديك الأدوات الكافية لتنفيذ النشاط من قبل جميع الطلبة يمكنك الإكتفاء بتنفيذ النشاط من قبل مجموعة واحدة من الطلبة ، حاول أن تثبت المصورات المتعلقة بالأشكال (11-d) ، (11-c) ، (11-b) ، (11-a) الواردة في الكتاب المدرسي على السبورة لتكون عوناً لطلبتك في تنفيذ خطوات النشاط .



شكل (11-d)



شكل (11-c)



شكل (11-b)



شكل (11-a)

عزيزي المدرس .. عند الانتهاء من هذه المرحلة يجب أن تكون قد ساعدت طلبتك على توسيع دائرة معرفتهم ومعلوماتهم حول ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي ، وأمكنهم المقارنة بين ما قمت به أنت في المرحلة الثانية من النموذج وما قاموا به أنفسهم في هذه المرحلة ، وعليك أن تثبت الأستنتاجات التي توصل اليها الطلبة على السبورة ، وحاول أن تسمح لطلبتك أن يدلوا بها ويسجلوها بأنفسهم ، أنتبه لصياغتها وصحتها إن لم تكن بلغة علمية سليمة .

الإستنتاج :

- 1 - تستحث قوة دافعة كهربائية (ϵ_{ind}) وينساب تيار محث (I_{ind}) في دائرة كهربائية مغلقة (حلقة موصلة أو ملف) فقط عند حصول تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق تلك الدائرة (على الرغم من عدم وجود بطارية فيها) .
- 2 - تكون قطبية القوة الدافعة الكهربائية المحتثة وإتجاه التيار المحث في الدائرة المغلقة بإتجاه معين عند تزايد الفيض المغناطيسي الذي يخترقها وبإتجاه معاكس عند تناقص هذا الفيض .

المرحلة الرابعة : إستخدام المعلومات

أخي المدرس .. في هذه المرحلة نقتراح عليك بحل الأسئلة المتعلقة بالموضوع والواردة في نهاية الفصل .. ويمكن إضافة الأسئلة الآتية :

- س1 - متى يولد المجال المغناطيسي تياراً كهربائياً في سلك معدني ؟ أشرح تجربة توضح ما تقول .
- س2 - ما العوامل التي يتوقف عليها إتجاه التيار المحث ؟ موضحاً ذلك بتجارب عملية .
- س3 - كيف تحصل على تيار محث في ملف
- 1 - بإستخدام ساق مغناطيسي ؟
- 2 - بإستخدام ملف آخر ينساب به تيار كهربائي ؟
- س4 - أذكر نص قانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي .
- س5 - ما العامل الأساس لتوليد التيار المحث في دائرة كهربائية مغلقة ؟
- س6 - ماذا يحصل خلال نمو التيار وفترة تلاشيه التيار ؟

المرحلة الخامسة : التفكير في المعلومات

عزيزي المدرس .. في هذه المرحلة أستحث تفكير الطلبة بالمعلومات التي تمت دراستها ، حاول أن تجد لهم صدى لتطبيقات هذه المعلومات في الحياة العملية .. ويمكننا أن نقترح عليك ما يأتي :

- 1 - قيام الطلبة بكتابة تقرير قصير حول اكتشاف فراداي وتحري تطبيقاته في الجوانب العملية .
- 2 - إجراء جلسة حوار قصيرة حول اكتشاف فراداي وإلى ما قاد اليه هذا الاكتشاف .
- 3 - تحقق مرة أخرى للإستنتاجات التي تم التوصل اليها من تجارب فراداي .

إن هذه النقاط مجتمعة سوف تجعل الطلبة أن يعيدوا تنظيم معلوماتهم مرة أخرى . وهذا ما يجعل المعلومات العلمية تترشح في ذاكرتهم بعيدة المدى بشكل أفضل .

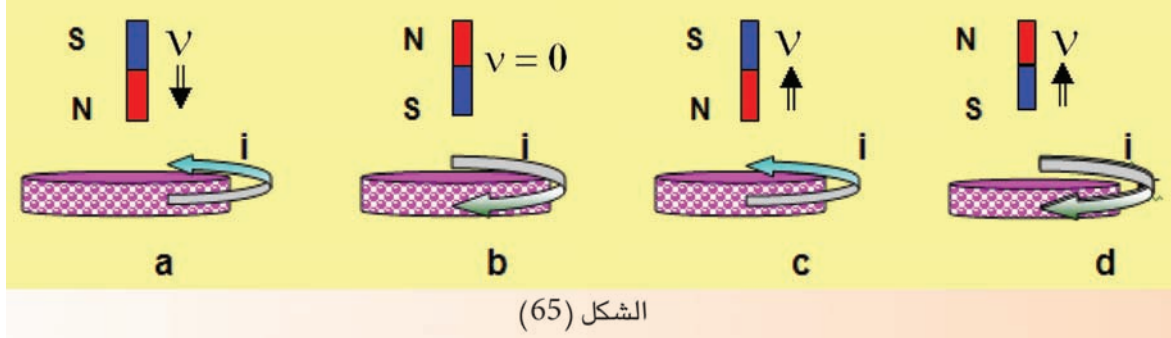
خامساً : التقييم

عزيزي المدرس .. لاحظ أننا وزعنا الأسئلة التقييمية على مراحل الإنمذج ، وبذلك فهي قد أدت دورين مهمين ، هما : أسئلة تعليمية وتقييمية في آن واحد .

حلول أسئلة الفصل الثاني

س1 / اختر العبارة الصحيحة لكل من العبارات الآتية :

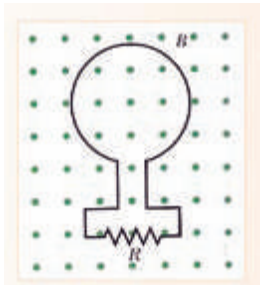
1 - أي من الأشكال الآتية لاحظ الشكل (65) تبين فيه الإتجاه الصحيح للتيارات المحتثة في الحلقة الموصلة :-



الجواب : (a)

التوضيح للمدرس : يكون اتجاه التيار المحتث باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة في الحلقة الموصلة إذ يتولد قطب مغناطيسي شمالي في وجه الحلقة الموصلة في أثناء إقتراب القطب الشمالي (N) للساق .

2 - في الشكل (66) حلقة من مادة من النحاس وضعت في مستوى الورقة وموصولة مع المقاومة R سلط مجال مغناطيسي باتجاه عمودي على مستوى الورقة خارجاً من الورقة فأي حالة من الحالات التالية ينساب



الشكل (66)

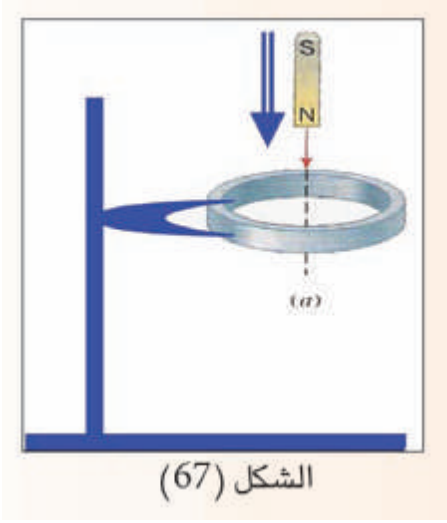
تيار محتث في المقاومة R إتجاهه من اليسار الى اليمين :

- a - عند تزايد الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة .
- b - عند تناقص الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة .
- c - عند ثبوت الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة .
- d - جميع الإحتمالات المذكورة آنفاً .

الجواب : (b) عند تناقص الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة .

التوضيح للمدرس : إذ يتولد قطب جنوبي (S) في وجه الحلقة الخلفي وقطب شمالي (N) في وجه الحلقة الامامي فيكون إتجاه التيار المحتث في الوجه الامامي للحلقة باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة فينساب تيار محتث في المقاومة R إتجاهه من اليسار نحو اليمين على وفق قانون لنز .

3 - عند سقوط الساق المغناطيسية خلال حلقة واسعة من الألومنيوم موضوعة أفقياً بوساطة حامل تحت الساق (لاحظ الشكل 67) فإذا نظرت الى الحلقة من موقع فوقها وباتجاه السهم لتحديد اتجاه التيار المحتث



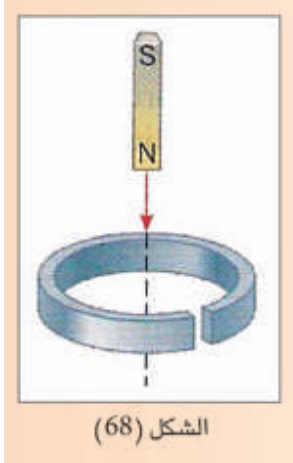
فيها ، فإن اتجاه التيار المحتث في الحلقة يكون :

- a - دائماً باتجاه دوران عقارب الساعة
- b - دائماً باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة .
- c - باتجاه دوران عقارب الساعة ثم يكون صفراً للحظة ثم يكون باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة
- d - باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة ثم يكون صفراً للحظة ثم يكون باتجاه دوران عقارب الساعة

الجواب : (d) باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة ثم يكون صفراً للحظة ثم يكون باتجاه دوران عقارب الساعة .

التوضيح للمدرس : لاحظ الشكل (67) عند اقتراب القطب الشمالي (N) من وجه الحلقة العلوي يتسبب في إزدياد الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة $\left(\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}\right)$ واتجاه الفيض المغناطيسي المؤثر (\vec{B}) نحو الأسفل وتكون متزايدة بالمقدار $\left(\frac{\Delta B}{\Delta t}\right) > 0$ لذا يكون اتجاه التيار المحتث معاكساً لاتجاه دوران عقارب الساعة حسب قانون لينز (وبتطبيق قاعدة الكف اليميني) يكون اتجاه كثافة الفيض المغناطيسي المحتث (B_{ind}) نحو الأعلى فيكون معاكساً لاتجاه كثافة الفيض المغناطيسي المؤثر نفسه ، لكي يقاوم التزايد في الفيض المغناطيسي الذي يكون تيار المحتث محتثاً ويكون صفراً لحظة مرور الساق خلال الحلقة $\left(\frac{\Delta B}{\Delta t}\right) = 0$ ثم ينعكس اتجاهه عند ابتعاد القطب الشمالي عن وجه الحلقة فيكون باتجاه دوران عقارب الساعة كما ذكرنا آنفاً حسب قانون لينز وبتطبيق قاعدة الكف اليميني .

4 - عند سقوط الساق المغناطيسية خلال حلقة من الألمنيوم غير مقفلة موضوعة أفقياً تحت الساق لاحظ الشكل (68) :

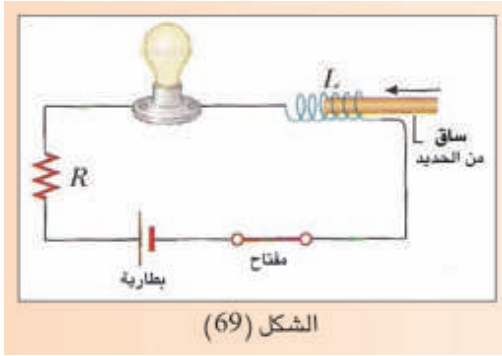


الشكل (68)

- a - تتأثر الساق بقوة تنافر في أثناء إقترابها من الحلقة، ثم تتأثر بقوة تجاذب في أثناء إبتعادها من الحلقة .
b - تتأثر الساق بقوة تجاذب أثناء إقترابها من الحلقة، ثم تتأثر بقوة تنافر في أثناء إبتعادها عن الحلقة .
c - لا تتأثر الساق بأية قوة في أثناء إقترابها من الحلقة، أو في أثناء إبتعادها من الحلقة .

d - تتأثر الساق بقوة تنافر في أثناء إقترابها من الحلقة وكذلك تتأثر بقوة تنافر أثناء إبتعادها عن الحلقة
الجواب : (c) لا تتأثر الساق بأية قوة في أثناء إقترابها نحو الحلقة أو في أثناء إبتعادها عن الحلقة .

التوضيح للمدرس : بما أن الحلقة غير مقفلة لا يتولد فيها تيار محث لكي يولد مجالاً مغناطيسياً معاكساً بتأثيره للتغير بالمجال المغناطيسي الخارجي المسبب لتوليد هذا التيار حسب قانون لنز .



الشكل (69)

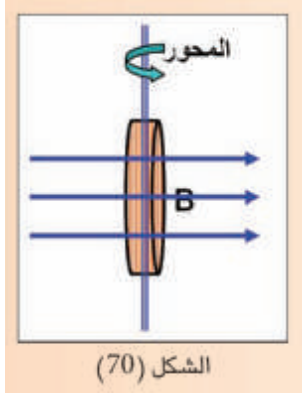
5 - في الشكل (69) ملف محلزن مجوف مربوط على التوالي مع مصباح كهربائي ومقاومة وبطارية ومفتاح ، وعندما كان المفتاح في الدائرة مغلقاً كانت شدة توهج المصباح ثابتة إذا أدخلت ساقاً من الحديد المطاوع في جوف الملف فأنت توهج المصباح في أثناء دخول الساق :

- a - يزداد b - يقل c - يبقى ثابتاً d - يزداد ثم يقل
الجواب : (b) يقل .

التوضيح للمدرس : تتولد \mathcal{E}_{ind} معاكسة في قطبيتها للفولطية على الملف (فولطية البطارية) فيقل التيار على وفق العلاقة التالية :

$$V_{app} - \mathcal{E}_{ind} = IR$$

6 - عندما يدور ملف دائري حول محور شاقولي موازي لوجه الملف داخل مجال مغناطيسي كثافة فيضه منتظمة \vec{B} أفقية لاحظ الشكل (70) تولد أعظم مقدار للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة ϵ_{\max} . وعند زيادة عدد لفات الملف الى ثلاثة أمثال ما كانت عليه وتقليل قطر الملف الى نصف ما كان عليه ومضاعفة التردد الدوراني للملف فإن المقدار الأعظم للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة سيكون :



$$(3/2) \epsilon_{\max} - a$$

$$(1/4) \epsilon_{\max} - b$$

$$(1/2) \epsilon_{\max} - c$$

$$(3) \epsilon_{\max} - d$$

الجواب : (a) $(3/2) \epsilon_{\max}$

التوضيح للمدرس :

$$\begin{aligned} \epsilon_{\max} &= NBA\omega \\ &= NB(r^2\pi)\omega \end{aligned}$$

$$\epsilon'_{\max} = (3N)B \left[\left(\frac{r}{2} \right)^2 \pi (2\omega) \right]$$

$$\epsilon'_{\max} = \frac{3}{2} NBA\omega$$

$$\epsilon'_{\max} = \frac{3}{2} \epsilon_{\max}$$

7 - تتحقق ظاهرة الحث الذاتي في ملف معين عندما :

- a - تسحب ساق مغناطيسية بعيداً عن وجه الملف .
- b - يوضع هذا الملف بجوار ملف آخر ينساب فيه تيار كهربائي متغير المقدار لوحدة الزمن .
- c - ينساب في هذا الملف تيار كهربائي متغير المقدار لوحدة الزمن .
- d - تدوير هذا الملف داخل مجال مغناطيسي منتظم .

الجواب : (c) ينساب في هذا الملف تيار كهربائي متغير المقدار لوحدة الزمن .

التوضيح للمدرس : تسمى هذه العملية بظاهرة الحث الذاتي للملف (تتولد قوة دافعة كهربائية محتثة في ملف

$$\text{نتيجة حصول تغير في التيار المنساب لوحدة الزمن في الملف نفسه (} \epsilon_{\text{ind}} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \text{)}$$

8 - مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي ساق موصلة تتحرك نسبة الى مجال مغناطيسي في حالة سكون لا يعتمد على :

a - طول الساق

b - قطر الساق

c - وضعية الساق نسبة للفيض المغناطيسي

d - كثافة الفيض المغناطيسي

الجواب : (b) قطر الساق

التوضيح للمدرس : الحركة النسبية بين الساق الموصلة والمجال المغناطيسي سببت تغيراً في الفيض المغناطيسي يولد \mathcal{E}_{ind} الحركية ($\mathcal{E}_{ind(motional)}$) فهي تعتمد فقط على :

1) مقدار سرعة الساق داخل المجال المغناطيسي (v)

2) كثافة الفيض المغناطيسي (B)

3) طول الساق (ℓ) داخل المجال المغناطيسي

$$\mathcal{E}_{ind(motional)} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = B \left(\frac{\Delta A}{\Delta t} \right) = B(\ell v)$$

$$\mathcal{E}_{(motional)} = vB\ell$$

9 - عندما تقل السرعة الزاوية لدوران ملف نواة المحرك الكهربائي نتيجة لزيادة الحمل الموصل مع ملفه تتسبب في هبوط مقدار :

a - القوة الدافعة الكهربائية المحتثة المضادة .

b - الفولطية الموضوعة على طرفي ملف النواة .

c - التيار المنساب في دائرة المحرك .

d - فرق الجهد الضائع (IR) بين طرفي ملف النواة .

الجواب : (a) القوة الدافعة الكهربائية المحتثة المضادة .

$$\mathcal{E}_{back} = \Delta V_{applied} - IR \quad \text{التوضيح للمدرس :}$$

ازدياد مقدار الحمل الموصل مع ملف المحرك يتسبب في هبوط مقدار (\mathcal{E}_{back}) وان مقدارها يعتمد على

$$\mathcal{E}_{back} = NAB\omega \quad \text{مقدار سرعة دوران النواة } (\omega) \text{ على وفق العلاقة الآتية :}$$

لذا عندما تقل (ω) تتسبب في هبوط \mathcal{E}_{back}

10 - يمكن أن يستحث تيار كهربائي في حلقة موصلة ومقفلة في العمليات التالية ما عدا واحدة منها ، فالعملية التي لا يستحث فيها التيار هي :

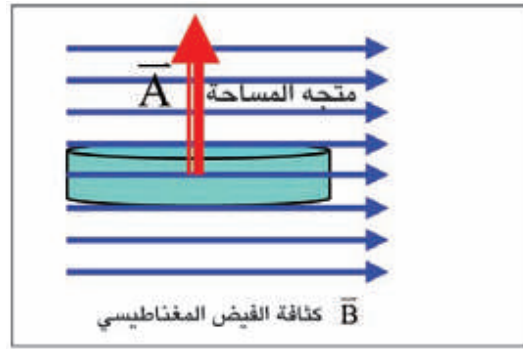
- a - حلقة موصلة ومقفلة تدور حول محور مواز لمستواها وعمودي على فيض مغناطيسي منتظم .
 - b - وضع حلقة موصلة ومقفلة ومتجه مساحتها مواز لفيض مغناطيسي متغير لوحدة الزمن .
 - c - وضع حلقة موصلة ومقفلة ومتجه مساحتها عمودياً على فيض مغناطيسي متغير لوحدة الزمن .
 - d - حلقة موصلة ومقفلة ومتجه مساحتها مواز لفيض مغناطيسي منتظم ، كُبتت من جانبيها المتقابلين .
- الجواب : (c)** وضع حلقة موصلة ومقفلة ومتجه مساحتها عمودياً على فيض مغناطيسي متغير لوحدة الزمن .

$$\Phi_B = BA \cos \theta$$

التوضيح للمدرس :

الزاوية θ محصورة بين متجه A وبين متجه B وتساوي 90°

$$\Phi_B = BA \cos 90^\circ = BA \times 0 = 0$$



11 - وحدة قياس كثافة الفيض المغناطيسي هي :

a - Weber

b - Weber / s

c - Weber / m²

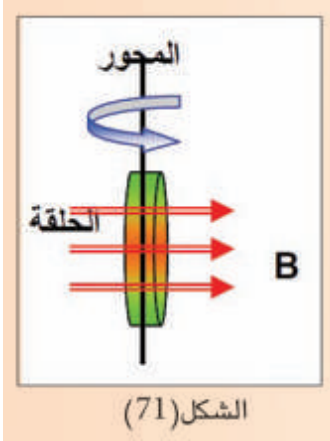
d - Weber . s

الجواب : (c) Weber / m²

التوضيح للمدرس : يقاس الفيض المغناطيسي (Φ_B) بوحدة (Weber) وتقاس المساحة (A) بوحدة (m^2) .

$$B = \frac{\Phi_B}{A} = \frac{\text{Weber}}{m^2}$$

12 - في الشكل (71) عندما تدور حلقة موصلة حول محور شاقولي مواز لوجهها ومار من مركزها واخور عمودي على فيض مغناطيسي أفقي ومنتظم فأن قطبية القوة الدافعة الكهربائية المحتثة تكون دالة جيبية تتغير مع الزمن وتنعكس مرتين خلال كل :



الشكل (71)

a - دورة واحدة

b - ربع دورة

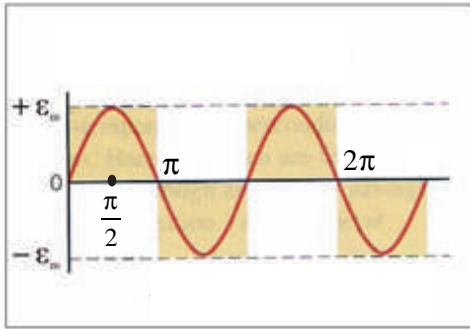
c - نصف دورة

d - دورتين

الجواب : (a) دورة واحدة

$$\varepsilon_{\text{ins}} = \varepsilon_{\text{max}} \sin(\omega t)$$

التوضيح للمدرس :



ε_{ind} تكون دالة جيبية تتغير مع الزمن وتنعكس قطبيتها مرتين خلال دورة واحدة (لاحظ الشكل المجاور)

13 - معامل الحث الذاتي للملف لا يعتمد على :

a - عدد لفات الملف .

b - الشكل الهندسي للملف .

c - المعدل الزمني للتغير في التيار المنساب في الملف .

d - النفوذية المغناطيسية للوسط في جوف الملف .

الجواب : (c) المعدل الزمني للتغير في التيار المنساب في الملف .

التوضيح للمدرس :

معامل الحث الذاتي للملف يعتمد على :

1 - عدد لفات الملف .

2 - الشكل الهندسي للملف .

3 - النفوذية المغناطيسية μ_r للوسط في جوف الملف .. $\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$

4 - حجم الملف (طول الملف l ، مساحة اللفة الواحدة A)

س2 / علل :

1 - يتوهج مصباح النيون المربوط على التوازي مع ملف بضوء ساطع لبرهة قصيرة من الزمن لحظة فتح المفتاح على الرغم من فصل البطارية عن الدائرة ، ولا يتوهج عند إغلاق المفتاح .

الجواب : يتوهج مصباح النيون في الحالة الأولى وذلك لأنه يتلاشى التيار من مقداره الثابت الى الصفر يكون سريعاً جداً وهذا يؤدي الى توليد قوة دافعة كهربائية محتثة \mathcal{E}_{ind} كبيرة المقدار على طرفي الملف فيعمل الملف في هذه الحالة كمصدر طاقة تجهز المصباح بفولطية تكفي لتوهجه .

في لحظة إغلاق المفتاح لاتوهج المصباح بسبب ان الفولطية الموضوعه على طرفية لم تكن كافية لتوهجه لان نمو التيار من الصفر الى مقداره الثابت بطيئاً مما يؤدي الى تولد قوة دافعة كهربائية محتثة \mathcal{E}_{ind} في الملف بقطبية معاكسة لقطبية الفولطية الموضوعه تعرقل المسبب لها على وفق قانون لنز ، لذا تكون الفولطية المتولدة صغيرة المقدار على طرفي الملف لاتكفي لتوهج المصباح .

2 - يغلي الماء داخل الإناء المعدني الموضوع على السطح العلوي لطبخ حثي ولا يغلي الماء الذي في داخل إناء زجاجي موضوع مجاور له وعلى السطح العلوي للطبخ نفسه .

الجواب : يوضع تحت السطح العلوي للطبخ ملف سلبي ينساب فيه تيار متناوب ويحث هذا التيار مجالاً مغناطيسياً متناوباً ينتشر نحو الخارج وبمرور التيار المتناوب خلال قاعدة الإناء المصنوع من المعدن تتولد تيارات دوامة في قاعدة الإناء فيغلي الماء الموضوع فيه . بينما الوعاء المصنوع من الزجاج لا تتولد فيه تيارات دوامة في قاعدته (لان الزجاج مادة غازية) فلا تتولد فيه حرارة فلا يسخن الماء الموضوع فيه . ولا يسخن الماء الذي يحتويه .

3 - اذا تغير تيار كهربائي منسبب في أحد ملفين متجاورين يتولد تيار محتث في الملف الآخر .

الجواب : على وفق ظاهرة الحث المتبادل بين ملفين متجاورين فإذا تغير التيار المنسبب في الملف الابتدائي (1) لوحدة الزمن يتغير تبعاً لذلك الفيض $\Phi_{B(2)}$ الذي يخترق الملف الثانوي (2) لوحدة الزمن وعلى وفق قانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي تتولد \mathcal{E}_{ind} في الملف (2) ذو عدد اللفات N_2 .

$$\mathcal{E}_{ind(2)} = -N_2 \frac{\Delta\Phi_{B(2)}}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E}_{ind(2)} = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

ويمكن أن تعطى $\mathcal{E}_{ind(2)}$ بالعلاقة الآتية :

التي تولد تياراً محتثاً في دائرة الملف الثانوي المقفلة .

M : معامل الحث المتبادل بين الملفين المتجاورين .

س3 / وضح كيف يمكنك عملياً معرفة فيما اذا كان مجالاً مغناطيسياً أم مجالاً كهربائياً موجوداً في حيز معين ؟

الجواب : يتم ذلك بقذف جسيم مشحون داخل المجال ، فاذا انحرف الجسيم بموازاة المجال فإن المجال الموجود في الحيز هو مجال كهربائي . اما اذا انحرف الجسيم المشحون باتجاه عمودي على المجال فإن المجال الموجود هو مجال مغناطيسي ، اما اذا لم ينحرف الجسيم المشحون فإن المجال الموجود هو مجال مغناطيسي .

س4 / عند دوران ملف مساحة اللفة الواحدة فيه (A) بسرعة زاوية (ω) داخل مجال مغناطيسي كثافة فيضه (\vec{B}) منتظمة . فإن الفيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة الواحدة يعطى بشكل دالة جيب تمام $[\Phi_B = BA \cos(\omega t)]$ في حين تعطى القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي هذا الملف بشكل دالة جيبية $[\epsilon_{ind} = NBA\omega \sin(\omega t)]$ وضح ذلك بطريقة رياضية .

الجواب : الفيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة الواحدة من الملف عند أية لحظة زمنية ويعطى بالعلاقة التالية :

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{A}$$

$$\Phi_B = BA \cos \omega t$$

وعند اخذ المعدل الزمني للتغير بالفيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة الواحدة فإن $\frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$

$$\frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t} = -BA\omega \sin(\omega t)$$

لان مشتقة $[\Delta \cos(\omega t)]$ تكون $[-\omega \sin(\omega t)]$

وعلى وفق قانون فراي بالحث الكهرومغناطيسي فإن القوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ϵ_{ind}) في الملف

$$\epsilon_{ind} = -N \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t} = -N(-BA\omega \sin(\omega t))$$

تكون :

$$\epsilon_{ind(ins)} = \epsilon_{ind(max)} \sin(\omega t)$$

س5 / ما المقصود بالمجالات الكهربائية غير المستقرة ؟

الجواب : المجالات الكهربائية غير المستقرة هي المجالات التي تنشأ بواسطة التغيرات الحاصلة في المجال المغناطيسي (كما يحصل في تولد الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ) .
التوضيح للمدرس :

أما المجالات الكهربائية التي تنشأ بواسطة الشحنات الكهربائية المستقرة تسمى مجالات كهربائية مستقرة ، كما يحصل المجال الكهربائي الذي تولده شحنة كهربائية مستقرة .

س6 / اذكر بعض المجالات التي تستثمر فيها التيارات الدوامة ، ووضح كلاً منها .

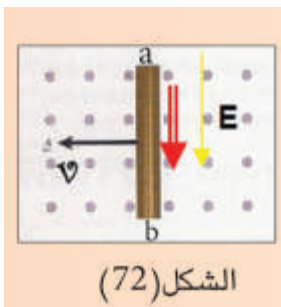
الجواب : تستثمر التيارات الدوامة في مكابح بعض القطارات الحديثة ذات الوسادة الهوائية ، إذ توضع ملفات سلكية (كل منها يعمل كمغناطيس كهربائي) مقابل قضبان السكة .

ففي الحركة الاعتيادية لا ينساب تيار كهربائي في تلك الملفات ولإيقاف القطار عن الحركة تغلق الدائرة الكهربائية لتلك الملفات فينساب تيار كهربائي في الملفات وهذا التيار يولد مجالاً مغناطيسياً قوياً يمر خلال قضبان الحديد للسكة ، ونتيجة للحركة النسبية بين المجال مغناطيسي والقضبان تتولد تيارات دوامة فيها ، وعلى وفق قانون لنز تولد هذه التيارات مجالاً مغناطيسياً يعرقل تلك الحركة وهو السبب الذي ولدها ، فيتوقف القطار عن الحركة .

وكذلك تستثمر التيارات الدوامة في كاشفات المعادن المستعملة حديثاً في نقاط التفتيش الأمنية وخاصة في المطارات . يعتمد عمل كاشفات المعادن على ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي التي تسمى غالباً الحث النبضي (Pulse Induction) . يحتوي جهاز كاشف المعادن على ملفين سلكيين أحدهما يستعمل كمرسل والآخر كمستقبل .

يسلط فرق جهد متناوب على طرفي ملف الإرسال فينساب في الملف تيار متناوب والذي بدوره يولد مجالاً مغناطيسياً فعند مرور أي جسم موصل معدني (لا يشترط أن يكون بشكل صفيحة) بين المستقبل والمرسل ، سوف تتولد تيارات دوامة في ذلك الجسم المعدني فتعمل التيارات الدوامة المحتثة في الجسم المعدني على عرقلة التغير الحاصل في الفيض المغناطيسي المتولد في ملف الإستقبال وهذا يتسبب في تقليل التيار الابتدائي المقاس بالمستقبل في حالة وجود الهواء بين الملفين ، وبهذا التأثير يمكن الكشف عن وجود القطع المعدنية في الحقائب اليدوية أو في ملابس الشخص .

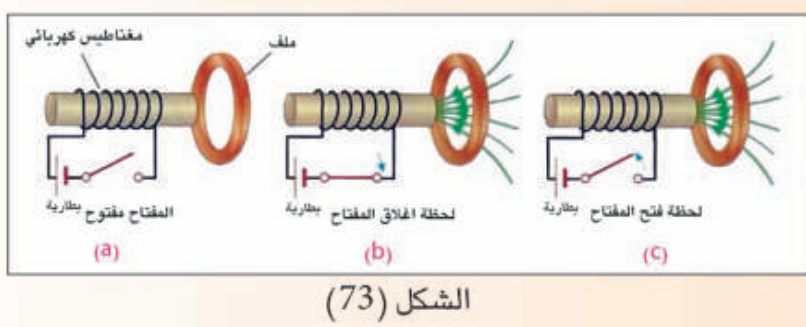
تستعمل كاشفات المعادن أيضاً للسيطرة على الإشارات الضوئية المنصوبة في تقاطعات بعض الطرق البرية .



س7 / اذا تحركت الساق الموصلة (ab) في الشكل (72) ، في مستوى الورقة أفقياً نحو اليسار داخل مجال مغناطيسي منتظم مسلط عمودياً على الورقة متجهاً نحو الناظر ، يتولد مجال كهربائي داخل الساق يتجه نحو الطرف (b) ، أما اذا تحركت هذه الساق نحو اليمين وداخل المجال المغناطيسي نفسه ينعكس اتجاه المجال الكهربائي في داخلها باتجاه الطرف (a) ، فما تفسير ذلك ؟

الجواب : عندما تكون حركة الساق نحو اليسار عمودياً على الفيض المغناطيسي فان القوة المغناطيسية \vec{F}_B تؤثر في الشحنات الموجبة يكون اتجاهها نحو الطرف (a) (على وفق قاعدة الكف اليميني) فتتجمع الشحنات الموجبة في الطرف (a) للساق والسالبة في الطرف (b) . لذا يكون اتجاه المجال الكهربائي E من (a) نحو الطرف (b) .

وبانعكاس اتجاه حركة الساق (نحو اليمين) ينعكس اتجاه \vec{F}_B ، لذلك تتجمع الشحنات الموجبة في الطرف (b) والشحنات السالبة في طرفها (a) لذا يكون اتجاه E من (b) نحو (a) .

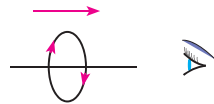


س8 / عيّّن اتجاه التيار المحتث في الحلقة المقابلة في الملف السلكي في الأشكال الثلاثة التالية (لاحظ الشكل 73)

الجواب :

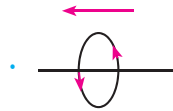
a - في حالة المفتاح مفتوح يكون مقدار التيار صفراً (لا يتوافر تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف $\Delta\Phi_B = 0$) لذا فإن التيار المحتث يساوي صفراً في الملف ($I_{ind} = \text{zero}$) .

b - في حالة إغلاق المفتاح يحصل تزايد في الفيض المغناطيسي $\Delta\Phi_B > 0$ الذي يخترق الملف ($\Delta\Phi = \Phi_2 - 0$) فإذا نظرنا الى وجهة الملف السلكي من الجهة اليمنى فإن اتجاه التيار المحتث لحظة نحو

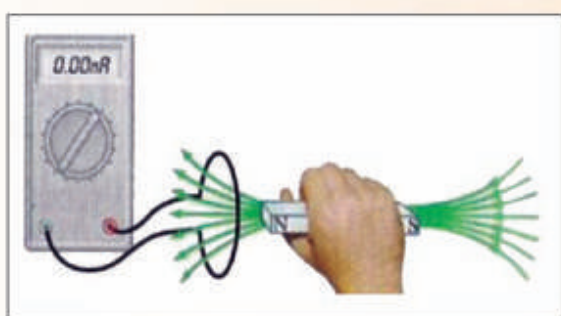


التيار يكون باتجاه دوران عقارب الساعة .

c - في حالة فتح الدائرة بالمفتاح يحصل تلاشي في الفيض المغناطيسي $\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} > 0$ الذي يخترق الملف ($\Delta\Phi = 0 - \Phi_2$) فإذا نظرنا الى وجه الملف السلكي من الجهة اليمنى فإتجاه التيار المحتث لحظة تلاشي



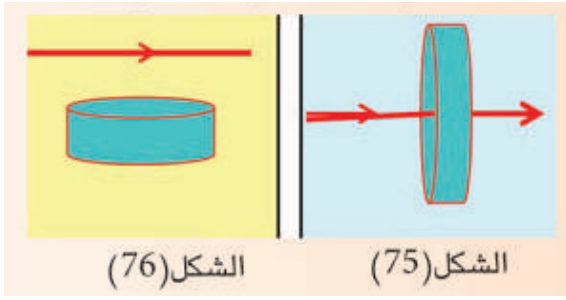
التيار يكون باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة .



الشكل (74)

س9 / افترض أن الملف والمغناطيس الموضح بالشكل (74) كل منهما يتحرك بالسرعة نفسها نسبة الى الأرض، هل أن الملي أميتر الرقمي (أو الكلفانوميتر) المربوط مع الملف . يشير الى إنسياب تيار في الدائرة؟ وضح ذلك .

الجواب : كلا ، لأنه لا ينساب تيار محتث في الدائرة وذلك لعدم توافر حركة نسبية بين المغناطيس والحلقة تسبب تغيراً في الفيض المغناطيسي لوحدة الزمن .



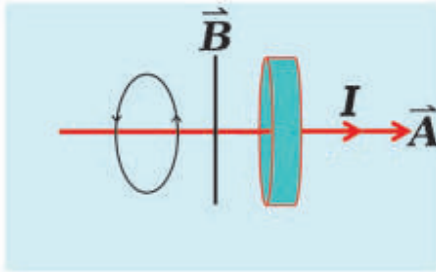
س13 / في كل من الشكلين (75) ، (76) ، سلك نحاسي وحلقة من النحاس مقفلة . في أي وضعية ينساب تيار محث في الحلقة عندما يتزايد التيار الكهربائي المنساب في السلك في كل من الحالتين ؟ وضح ذلك .

الجواب : في الشكل (75) لا ينساب تيار محث في الحلقة ، لأن كثافة الفيض المغناطيسي (B) يكون موازياً لمستوى الحلقة فتكون :

الزاوية (θ) بين متجه المساحة \vec{A} وكثافة الفيض المغناطيسي \vec{B} تساوي (90°) فيكون :-

$$\Phi = BA \cos \theta = BA \cos 90 = 0$$

ففي هذه الحالة لا يتوافر فيض مغناطيسي يخترق الحلقة .

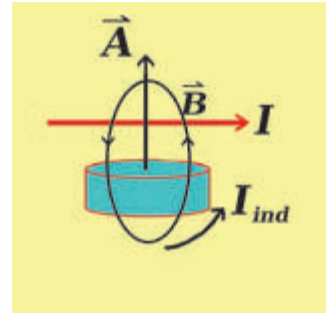


اما الشكل (76) يكون اتجاه التيار المحث باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة . لأن المجال المغناطيسي حول السلك يخترق الحلقة ويكون اتجاهه نحو الأعلى ومنتزاعاً .

$$\Phi_B = BA \cos \theta$$

$$= BA \cos (0) = BA \times 1 \quad (\theta = 0) \text{ والزاوية}$$

$$\Phi_B = BA \text{ اعظم مقدار}$$



س14 / يتوافر لك سلك ذو طول ثابت وترغب في الحصول على مولد بسيط يجهزك بأعظم مقدار للقوة الدافعة الكهربائية . أيتطلب منك أن تجعل السلك بشكل ملف ذي لفة واحدة دائرية الشكل ؟ أم ملف ذي لفتين دائريتين الشكل ؟ أو ملف ذي ثلاث لفات دائرية الشكل ؟ عند تدوير الملف الذي تحصل عليه بسرعة زاوية معينة داخل مجال مغناطيسي منتظم . وضح إجابتك .

الجواب :

$$\varepsilon_{ind} = NBA\omega \sin(\omega t)$$

$$\varepsilon_{ind} \propto NA$$

بقية العوامل ثابتة

$$\frac{\epsilon_{\text{ind}}}{\epsilon'_{\text{ind}}} = \frac{N}{N'} \times \frac{A}{A'} = \frac{N}{N'} \times \frac{\pi r^2}{\pi r'^2}$$

$$\frac{\epsilon_{\text{ind}}}{\epsilon'_{\text{ind}}} = \frac{N}{N'} \times \frac{r^2}{r'^2}$$

$$\frac{\epsilon_{\text{ind}}}{\epsilon'_{\text{ind}}} = \frac{1}{2} \times \frac{r^2}{\left(\frac{1}{2}r\right)^2} = \frac{1}{2} \times 4 = 2$$

$$\begin{aligned} \ell &= 2 \pi r \\ \frac{1}{2} \ell &= 2 \pi r' \\ \frac{\ell}{2} &= \frac{2 \pi r}{2} \\ \therefore r' &= \frac{1}{2} r \end{aligned}$$

$$\epsilon'_{\text{ind}} = \frac{1}{2} \epsilon_{\text{ind}}$$

وهذا يعني ان ق.د.ك المحتثة (ϵ'_{ind}) تصير نصف ما كانت عليه .
وذلك عند مضاعفة عدد اللفات بثبوت طول السلك .

وبالطريقة نفسها لثلاث لفات

$$\frac{\epsilon_{\text{ind}}}{\epsilon''_{\text{ind}}} = \frac{N}{N'} \times \frac{r^2}{r''^2}$$

$$r'' = \frac{1}{3} r \quad \text{ذي ثلاث لفات}$$

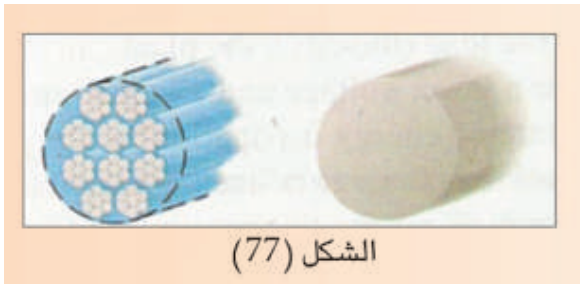
$$\frac{\epsilon_{\text{ind}}}{\epsilon''_{\text{ind}}} = \frac{1}{3} \times \frac{r^2}{\left(\frac{1}{3}r\right)^2} = \frac{1}{3} \times 9 = 3$$

$$\left(\frac{1}{3} \ell = 2 \pi r'' \right) = \text{المحيط}$$

$$\epsilon''_{\text{ind}} = \frac{1}{3} \epsilon_{\text{ind}}$$

وهذا يعني ان مقدار ق.د.ك المحتثة (ϵ''_{ind}) يصير $\frac{1}{3}$ ما كانت عليه . وذلك عند جعل عدد اللفات (3) بثبوت طول السلك .

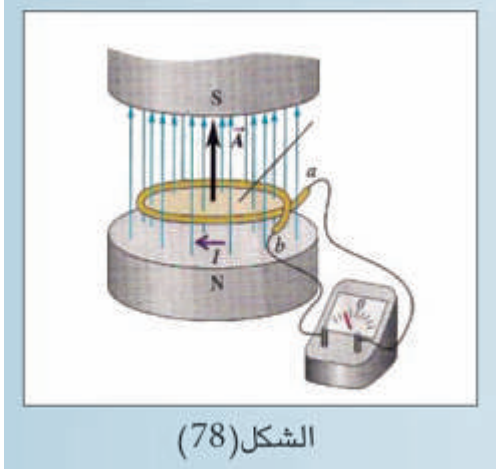
لذا نجعل السلك بشكل ملف ذي لفة واحدة دائرية ليتم تجهيز اعظم مقدار للقوة الدافعة الكهربائية .



س15 / في معظم الملفات يصنع القلب بشكل سيقان متوازية من الحديد المطاوع معزولة بعضها عن بعض عزلاً كهربائياً ومكبوساً كبساً شديداً ، بدلاً من قلب من الحديد مصنوع كقطعة واحدة ، لاحظ الشكل (77) ، ما الفائدة العملية من ذلك ؟

الجواب : لتقليل تأثير التيارات الدوامية فتقل خسارة القدرة الناتجة عنها وبذلك تقل الطاقة الحرارية الناتجة عنها ، وهذا مما يزيد من كفاءة الحولة مثلاً ، ولا تسرّع في تلفها

حلول المسائل



س1 / ملف سلكي دائري الشكل عدد لفاته (40) لفة ونصف قطره (30 cm) وضع بين قطبي مغناطيس كهربائي ، لاحظ الشكل (78) فإذا تغيرت كثافة الفيض المغناطيسي المار خلال الملف من (0T) الى (0.5T) خلال زمن قدره (4s) .

ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف عندما يكون :
a - متجه مساحة اللفة الواحدة من الملف بموازية كثافة الفيض المغناطيسي .

b - متجه كثافة الفيض المغناطيسي يصنع زاوية قياسها (30°) مع مستوى الملف .

الحل /

$$\Delta t = 4s \quad N = 40$$

$$a) \quad A = \pi r^2 = \pi (0.3)^2 = 0.09\pi \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \epsilon_{\text{ind}} &= -NA \frac{\Delta B}{\Delta t} \cos \theta \\ &= -40 \times 0.09\pi \times \frac{0.5}{4} \times 1 \\ &= -0.45\pi \text{ Volt} \end{aligned}$$

b) الزاوية المحصورة بين متجه المساحة A وكثافة الفيض المغناطيسي B 60°

$$\begin{aligned} \epsilon_{\text{ind}} &= -NA \frac{\Delta B}{\Delta t} \cos 60 \\ &= -40 \times 0.09\pi \times \frac{0.5}{4} \times 0.5 \\ \epsilon_{\text{ind}} &= -0.225\pi \text{ Volt} \end{aligned}$$

س2/ ملف لمولد دراجة هوائية قطره (4cm) وعدد لفاته (50) لفة يدور داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه $(\frac{1}{\pi})T$ وكان أعظم مقدار للفلوطية المحتثة على طرفي الملف (16V) والقدرة العظمى المجهزة للحمل المربوط مع المولد (12W) ، ما مقدار :

1 - السرعة الزاوية التي تدور بها نواة المولد ؟
2 - المقدار الأعظم للتيار المنساب في الحمل ؟

الحل /

$$1) \quad A = \pi r^2 = \pi (0.02)^2 = 4\pi \times 10^{-4} \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\epsilon_{\max} = NA\omega B$$

$$16 = 50 \times 4\pi \times 10^{-4} \times \omega \times \frac{1}{\pi}$$

$$\omega = 800 \text{ rad/s}$$

$$2) \quad P_{\max} = V_{\max} \cdot I_{\max}$$

$$P_{\max} = \epsilon_{\max} \cdot I_{\max}$$

$$12 = 16 \times I_{\max}$$

$$\therefore I_{\max} = \frac{3}{4} = 0.75 \text{ A}$$

س3/ ملف سلكي مستطيل الشكل عدد لفاته (50) لفة وأبعاده (4cm ، 10cm) يدور بسرعة زاوية منتظمة مقدارها (15 π rad / s) داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه (0.8 Wb/m²) ،
إحسب :

1 - المقدار الأعظم للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف .

2 - القوة الدافعة الكهربائية الآنية المحتثة في الملف بعد مرور (1 / 90)s من الوضع الذي كان مقدارها يساوي صفراً .

$$(W = 15 \text{ rad/s})$$

الحل /

$$1) \quad \epsilon_{\max} = NA\omega B$$

$$= 50 (40 \times 10^{-4})(15 \pi)(0.8)$$

$$\epsilon_{\max} = 2.4 \pi \text{ (Volt)}$$

$$2) \epsilon_{\text{ind(ins)}} = \epsilon_{\text{ind(max)}} \sin(\omega t)$$

$$\theta = \omega t$$

$$= (15 \pi) \left(\frac{1}{90} \right)$$

$$\theta = \frac{\pi}{6} \text{ rad} , \quad \text{rad} \times \frac{180}{\pi} \rightarrow \text{deg}$$

$$\theta = \frac{\pi}{6} \times \left(\frac{180}{\pi} \right) = 30^\circ$$

$$\epsilon_{\text{ind(ins)}} = \epsilon_{\text{ind(max)}} \sin(30^\circ)$$

$$= 2.4\pi \times 0.5 = 1.2\pi \text{ Volt}$$



الشكل (79)

س4 / في الشكل (79) حلقة موصلة دائرية مساحتها (626 cm^2) ومقاومتها 9Ω موضوعة في مستوى الورقة ، سلط عليها مجال مغناطيسي منتظم كثافته فيضه (0.15 T) باتجاه عمودي على مستوى الحلقة ، سحبت الحلقة من جانبيها بقوتي شد متساويتين فبلغت مساحتها (26 cm^2) خلال فترة زمنية (0.2 s) ، إحسب مقدار التيار المحتث في الحلقة .

الحل /

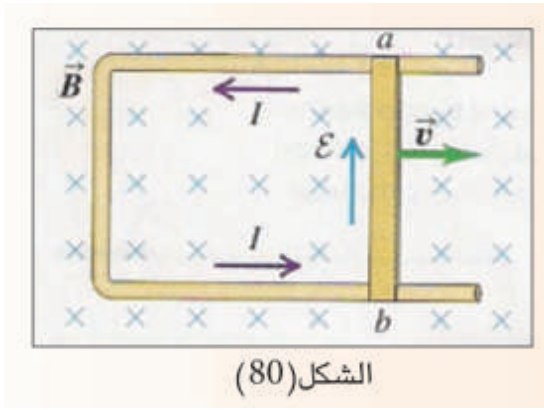
اذ ان $(\theta = 0)$

$$\begin{aligned} \epsilon_{\text{ind}} &= -NB \frac{\Delta A}{\Delta t} = -NB \frac{(A_2 - A_1)}{\Delta t} \\ &= -1 \times 0.15 \times \frac{(26 - 626)}{0.2} \times 10^{-4} \end{aligned}$$

$$\epsilon_{\text{ind}} = 0.045 \text{ V}$$

$$\begin{aligned} I &= \frac{\epsilon_{\text{ind}}}{R} \\ &= \frac{0.045}{9} = \frac{45 \times 10^{-3}}{9} \end{aligned}$$

$$I = 5 \times 10^{-3} = 0.005 \text{ A}$$



س5 / إفترض أن الساق الموصلة في الشكل (80) طولها (0.1m) ومقدار السرعة التي يتحرك بها (2.5m/s) والمقاومة الكلية للدائرة (الساق والسكة) مقدارها (0.03 Ω) وكثافة الفيض المغناطيسي (0.6T) إحتسب مقدار :

- 1 - القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الساق .
- 2 - التيار المحتث في الحلقة .
- 3 - القوة الساحبة للساق .
- 4 - القدرة المتبددة في المقاومة الكلية للدائرة .

الحل /

1) اذ ان ($\theta = 90^\circ$)

$$\begin{aligned} \epsilon_{\text{ind}} &= vB\ell \sin\theta \\ &= 2.5 \times 0.6 \times 0.1 \\ &= 0.15 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \quad I &= \frac{\epsilon_{\text{ind}}}{R} \\ &= \frac{0.15}{0.03} \\ &= 5 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3) \quad F_{\text{pull}} &= \frac{vB^2\ell^2}{R} \\ &= \frac{2.5 \times (0.6)^2 \times (0.1)^2}{0.03} \\ F_{\text{pull}} &= 0.3 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4) \quad P_{\text{dissipated}} &= \frac{v^2B^2\ell^2}{R} \\ &= \frac{6.25 \times 0.36 \times 0.01}{0.03} \\ P_{\text{dissipated}} &= 0.75 \text{ W att} \end{aligned}$$

or :

$$\begin{aligned} P_{\text{dissipated}} &= I^2 R \\ &= 25 \times 0.03 \\ &= 0.75 \text{ Watt} \end{aligned}$$

س6 / اذا كانت الطاقة المغناطيسية المخزنة في ملف تساوي (360J) عندما كان مقدار التيار المنساب فيه (20A) . إحسب :

1 - مقدار معامل الحث الذاتي للمحث .

2 - معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف اذا انعكس التيار خلال (0.1s) .

الحل /

1)

$$P.E = \frac{1}{2} L I^2$$

$$360 = \frac{1}{2} \times L \times (20)^2$$

$$720 = L \times 400$$

$$L = 1.8 \text{ H} = 180 \text{ mH}$$

2)

$$\epsilon_{\text{ind}} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\Delta I = 2(0 - 20) = -40$$

$$= -1.8 \times \frac{(-40)}{0.1}$$

$$\epsilon_{\text{ind}} = 720 \text{ V}$$

or

$$\epsilon_{\text{ind}} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{0.1}{2} = 0.05 \text{ s}$$

عند انعكاس التيار فإن الزمن المستغرق يكون نصف الزمن الاول

$$= \frac{36}{0.05} = 720 \text{ V}$$

$$\Delta I = (0 - 20) = -20$$

س7 / ملفان متجاوران بينهما ترابط مغناطيسي تام ، كان معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي (0.4H) ومقاومته 16Ω ومعامل الحث الذاتي للملف الثانوي (0.9H) ، الفولطية الموضوعه في دائرة الملف الابتدائي (200V) . احسب مقدار :

– التيار الآني والمعدل الزمني لتغير التيار في دائرة الملف الابتدائي لحظة ازدياد التيار فيها الى 80% من مقداره الثابت ، والقوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الملف الثانوي في تلك اللحظة .

الحل /

$$I_{\text{const}} = \frac{V_{\text{applied}}}{R}$$

$$= \frac{200}{16} = 12.5 \text{ A}$$

$$I_{\text{ins}} = 12.5 \times \frac{80}{100} = 10 \text{ A}$$

$$V_{\text{applied}} = L \frac{\Delta I}{\Delta t} + I_{\text{ins}} \times R$$

$$200 = 0.4 \times \frac{\Delta I}{\Delta t} + 10 \times 16$$

$$200 - 160 = 0.4 \times \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = 100 \text{ A / s}$$

المعدل الزمني لتغير التيار في دائرة الملف الابتدائي لحظة ازدياد التيار الى 80% من مقداره الثابت

$$M = \sqrt{I_1 I_2}$$

$$= \sqrt{0.4 \times 0.9} = 0.6 \text{ H}$$

$$\varepsilon_{\text{ind}(2)} = -M \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$= -0.6 \times 100 = -60 \text{ V}$$

القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الملف الثانوي في تلك اللحظة

حلول فكر

فكر / ص 51

لو ثبت الساق المغناطيسية (مع بقاء قطبها الجنوبي مواجهاً لاجد وجهي الملف) ثم دفع الملف نحو الساق وبموازاة محوره . اينعكس اتجاه التيار المحتث في الملف ؟ ام يكون بالاتجاه نفسه للتيار المتولد في حالة دفع الساق المغناطيسية نحو وجه الملف ؟ ما تفسير جوابك ؟

الجواب :

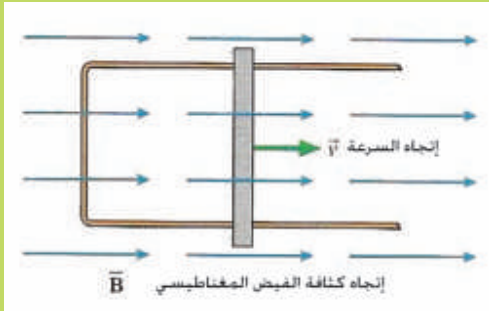
يبقى اتجاه التيار المحتث نفسه في الحالتين

التفسير : عند تقريب القطب المغناطيسي الجنوبي للساق نحو وجه الملف او عند تقريب الملف نحو القطب الجنوبي لساق ، تحصل في الحالتين زيادة في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف لذا يتولد في الملف تيار محتث بحيث يكون اتجاهه يولد في وجه الملف قطباً مغناطيسياً جنوبياً لكي يتنافر مع القطب الجنوبي للساق فيعمل على إضعاف الفيض المغناطيسي المتزايد (على وفق قانون لنز)

فكر / ص 55

لو انعكس اتجاه حركة الساق او انعكس اتجاه المجال المغناطيسي هل تنعكس قطبية القوة الدافعة الكهربائية الحركية $\mathcal{E}_{\text{motional}}$ ؟

الجواب : نعم تنعكس قطبية $(\mathcal{E}_{\text{motional}})$ المتولدة على طرفي الساق وذلك بسبب انعكاس اتجاه القوة المغناطيسية (F_B) المؤثرة في شحنات الساق على وفق قاعدة الكف اليمنى .



فكر / ص 57

هل ينساب تيار محتث في الدائرة الموضحة في الشكل (24) اذا كان جوابك نعم عين اتجاه شدة التيار المحتث فيها .

الجواب : لا ينساب تيار محتث في الدائرة .

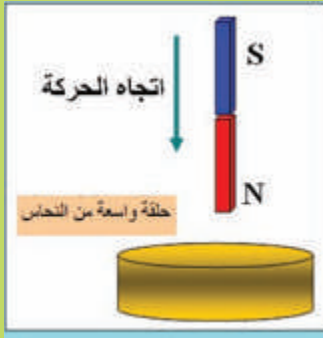
لأن اتجاه السرعة (\vec{v}) يكون موازياً لاتجاه كثافة الفيض المغناطيسي وعندئذ يكون قياس الزاوية بين متجه (\vec{v}) ومتجه (\vec{B}) يساوي صفراً $(\theta = 0)$.
وعلى وفق العلاقة الآتية :

$$F_B = qvB \sin \theta$$

$$F_B = qvB \sin (0) = 0$$

فيكون مقدار القوة المغناطيسية صفراً لذا لا تتحرك الشحنات داخل الساق فلا ينساب تيار محتث .

فكر / ص 64



- إفرض أن ساقاً مغناطيسية سقطت سقوطاً حراً نحو الأسفل وهي بوضع شاقولي وتحتها حلقة واسعة من النحاس مقلعة ومثبتة أفقياً باهمال مقاومة الهواء
- 1 - أتسقط هذه الساق بتعجيل يساوي تعجيل الجاذبية الأرضية أم أكبر منه؟ أم أصغر منه؟
 - 2 - عين اتجاه القوة المغناطيسية التي تؤثر فيها الحلقة على الساق في أثناء اقتراب الساق من الحلقة.

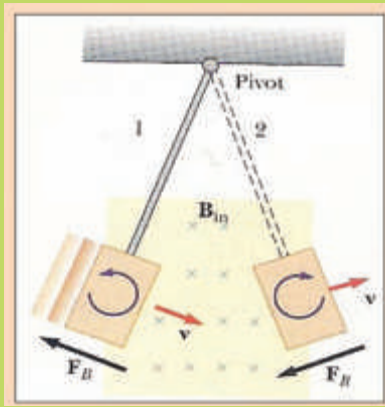
الجواب :

- 1 - تسقط الساق بتعجيل اقل من تعجيل الجاذبية الأرضية .

السبب : نتيجة لتولد قطب مغناطيسي شمالي محتث في وجه الحلقة في أثناء اقتراب القطب الشمالي منها، لذا تتأثر الساق بقوة تنافر تعرقل حركتها (على وفق قانون لنز) فيقل تعجيلها .

- 2 - يكون اتجاه القوة التي تؤثر فيها الحلقة على الساق نحو الأعلى (قوة معرقله للسبب الذي ولد التيار المحتث) (على وفق قانون لنز)

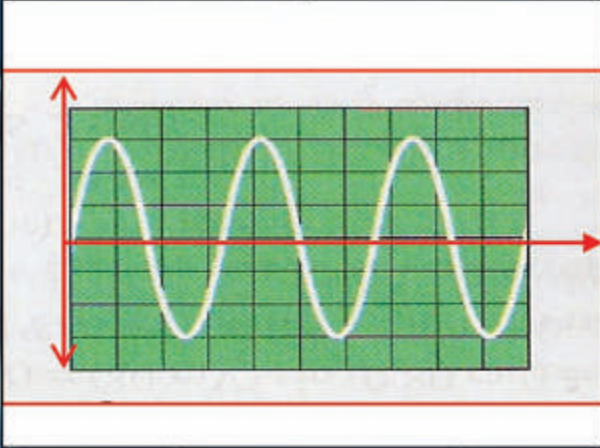
فكر / ص 67



- مامصير طاقة اهتزاز الصفيحة الكاملة (غير المقطعة) داخل مجال مغناطيسي بعد توقفها عن الاهتزاز؟
- الجواب :** تتحول طاقة اهتزاز الصفيحة الى طاقة حرارية في الصفيحة بسبب التيارات الدوامة المتولدة فيها (على وفق قانون جول) والتي تكون كبيرة المقدار.

التيار المتناوب Alternating current

الفصل الثالث 3



مفردات الفصل:

- 1-3 المقدمة
- 2-3 دوائر التيار المتناوب
- 3-3 دائرة تيار متناوب الحمل فيها مقاومة صرف
- 4-3 القدرة في دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف
- 5-3 المقدار المؤثر للتيار المتناوب
- 6-3 دائرة تيار متناوب الحمل فيها محث صرف
- 7-3 دائرة تيار متناوب الحمل فيها متسعة ذات سعة صرف
- 8-3 دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث ومتسعة ذات سعة صرف
- 9-3 عامل القدرة
- 10-3 الاهتزاز الكهرومغناطيسي
- 11-3 الرنين في دوائر التيار المتناوب
- 12-3 عامل النوعية
- 13-3 دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث ومتسعة ذات سعة صرف