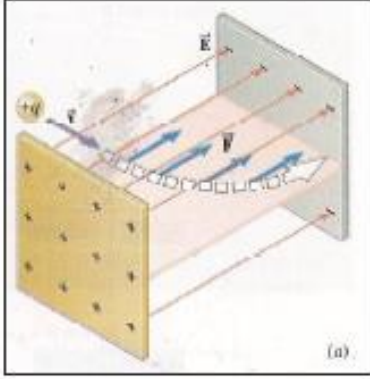


الفصل الثاني

الحث الكهرومغناطيسي

المغانط الدائمة والمؤقتة يتولد حولها مجال مغناطيسي وكذلك يتولد المجال المغناطيسي حول الشحنات الكهربائية المتحركة إضافة إلى مجالها الكهربائي .



تأثير المجالين الكهربائي والمغناطيسي في الجسيمات المشحونة والمتحركة خلاله:

إذا تحرك جسيم مشحون بشحنة موجبة (+q) باتجاه عمودي على خطوط المجال الكهربائي (E) منتظم ، فإن هذا الجسيم سينتثر بقوة كهربائية (FE) بمستوي مواز لخطوط المجال الكهربائي وتعطى القوة الكهربائية بالعلاقة: $\vec{F}_E = q \vec{E}$

أما إذا تحرك الجسيم نفسه بسرعة (v) باتجاه عمودي على خطوط مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه (B) فسينتثر بقوة مغناطيسية (FB) بمستوي عمودي على ذلك الفيض وسينحرف الجسم عن مساره الأصلي ويتخذ مساراً دائرياً وذلك لأن القوة المغناطيسية تؤثر باتجاه عمودي على متجه السرعة (v) والصيغة الاتجاهية للقوة

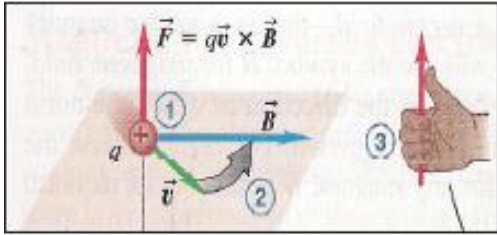
$$\vec{F}_B = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

ولتعيين اتجاه القوة المغناطيسية (FB) نطبق قاعدة الكف اليمنى وكما يلي (تدور أصابع الكف اليمنى من اتجاه السرعة (v) نحو اتجاه المجال المغناطيسي (B) باتجاه الزاوية الحادة بينهما فيشير الإبهام إلى اتجاه القوة المغناطيسية (FB) وتؤثر باتجاه عمودي على كل من (v·B) . ويكون اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة على الشحنة السالبة معاكساً لاتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في الشحنة الموجبة . ولحساب مقدار

القوة المغناطيسية FB من العلاقة (FB = qvB sin θ) والزاوية θ تمثل الزاوية بين متجه السرعة (v) ومتجه المجال

المغناطيسي (كثافة الفيض المغناطيسي) (B) وحداتها (Tesla(T) = $\frac{N}{Am}$)

بنظام (SI) (النظام الدولي للوحدات الاساسية)

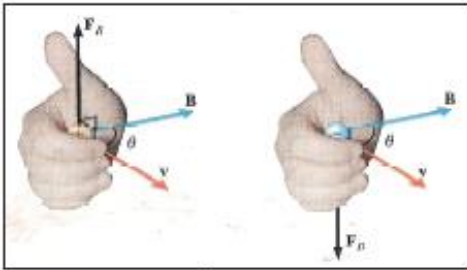


فإذا كان متجه (v) عمودياً على متجه (B) فالزاوية θ = 90° ويكون sin 90°=1 وعندئذ تكون القوة بمقدارها الأعظم وهو (FB = qvB) . (ويكون مسار الشحنة دائري).

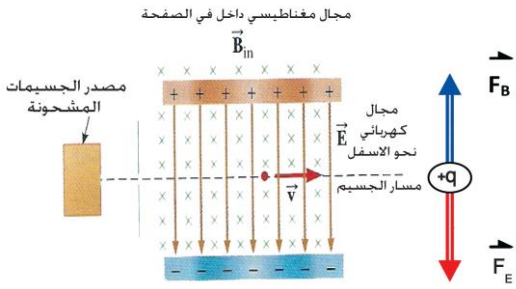
عندما يقذف جسيم مشحون بشحنة موجبة (+q) بسرعة (v) في مستوي الورقة باتجاه عمودي على كلا المجالين المغناطيسي والكهربائي فإن الجسيم سيتأثر بقوتين أحدهما (FE) يؤثر فيها المجال الكهربائي (FE = qE) والأخرى قوة مغناطيسية (FB) يؤثر فيها المجال المغناطيسي (FB = qv×B) سيكون متجه FB معاكساً أو في نفس اتجاه لمتجه FE القوة الكهربائية . أن محصلة هاتان القوتان تسمى قوة لورنتز و تعطى بالعلاقة:

$$\vec{F}_{\text{Lorentz}} = \vec{F}_E + \vec{F}_B$$

وتستثمر قوة لورنتز في التطبيقات العملية مثل أنبوبة الأشعة الكاثودية



(١٤٣): ما المقصود بقوة لورنتز؟ (٢٢ ٢٥، ١٩ ١٥، ١٦ ١٥، ١٥ ٢٥) عرف قوة لورنتز؟ وأين تستثمر؟



هي محصلة القوتين الكهربائية والمغناطيسية المؤثرة في شحنة متحركة بسرعة ثابتة عمودياً على مجالين كهربائي و مغناطيسي متعامدين. وتستعمل للتحكم في مسار الحزمة الإلكترونية في أنبوبة الأشعة الكاثودية.

س: (ت ٢٢): ما فائدة قوة لورنتز في أنبوبة الأشعة الكاثودية؟

ج: للتحكم في مسار الحزمة الإلكترونية الساقطة على الشاشة .

لاحظ عزيزي الطالب أن المعادلة التالية هي تمثل الجمع الاتجاهي للقوتين ($\vec{F}_{Lorentz} = \vec{F}_E + \vec{F}_B$)

إذا كانت القوتين متعاكستين محصلتهما الفرق وباتجاه القوة الأكبر $F_{Lorentz} = F_E - F_B$

ملاحظة: إذا تحرك جسيم مشحون بشحنة موجبة باتجاه عمودي على

١: مجال كهربائي منتظم سيتأثر بقوة كهربائية $F_E = qE$ بمستوى موازي للفيض الكهربائي .

٢: مجال مغناطيسي منتظم سيتأثر الجسيم بقوة مغناطيسية $F_B = qv \times B$ بمستوى عمودي على الفيض المغناطيسي

٣: مجالين كهربائي ومغناطيسي منتظم متعامدين مع بعضهما سيتأثر الجسيم بمحصلة القوتين (F_B و F_E) تسمى قوة لورنتز

ويكون متجه القوة المغناطيسية باتجاه أو معاكساً لمتجه القوة الكهربائية وعلى خط فعل مشترك ($\vec{F}_{Lorentz} = \vec{F}_E + \vec{F}_B$). وحسب اتجاه (u) بالنسبة للمجال المغناطيسي.

س: (٢٢ ٢٥، ١٤ ٢٥) ماذا يحصل ولماذا؟ لجسيم موجب الشحنة يتحرك بسرعة ثابتة باتجاه عمودي على خطوط مجال كهربائي منتظم

ج: سوف ينحرف مساره يتحرك بموازاة المجال الكهربائي بسبب تأثيره بقوة كهربائية (F_E) ويتجه نحو الصفيحة السالبة

س: لماذا يتأثر الجسيم المشحون بقوة كهربائية بتأثير المجال الكهربائي

ج: لأن الجسيم يحيط به مجال كهربائي وتنتج قوة كهربائية (قوة كولوم) بينه وبين المجال الكهربائي الذي يتحرك خلاله.

(١٩ ٢٥) وضح كيف يتأثر جسيم شحنته موجبة عندما يقذف باتجاه عمودي على خطوط مجال مغناطيسي كثافة فيضه (\vec{B}) بسرعة (\vec{v})

ج: سوف ينحرف مساره يتحرك عمودياً على المجال المغناطيس بسبب تأثيره بقوة مغناطيسية (F_B) ويدور بمسار دائري في مستوى عمودي على المجال المغناطيسي.

س: لماذا يتأثر الجسيم المشحون بشحنة كهربائية بقوة مغناطيسية بتأثير المجال المغناطيسي؟

ج: الجسيم المشحون المتحرك بسرعة يمتلك إضافة إلى مجاله الكهربائي مجال مغناطيسي ويتولد قوة مغناطيسية بين الجسيم المشحون المتحرك والمجال المغناطيسي.

س: (١٤ ١٥) ماذا يحصل ولماذا لجسيم مشحون تحرك بشحنة موجبة (+q) باتجاه عمودي على مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه (\vec{B}).

ج: يتحرك الجسيم باتجاه عمودي على المجال المغناطيسي ويدور في مستوي عمودي على ذلك المجال سببه تولد قوة مغناطيسية عمودية على خطوط المجال المغناطيسي (الفيض المغناطيسي).

ويخضع اتجاه تلك القوة لقاعدة الكف اليمنى حيث تدور اصابع الكف اليمنى من اتجاه السرعة نحو المجال المغناطيسي وباتجاه الزاوية الحادة الابهام يمثل اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة على الشحنة الموجبة وباتجاه معاكس للشحنة السالبة.

س: (١٧٢٤) وضح كيف يمكنك عملياً معرفة فيما إذا كان مجالاً مغناطيسياً أم مجالاً كهربائياً موجود في هيز معين ؟

ج: نقذف الشحنة عمودياً على المجال المجهول فإذا انحرقت الشحنة بموازاة المجال فهو كهربائي وإذا انحرقت عمودياً على المجال المجهول وبدأت بالدوران بمسار دائري فهو مجال مغناطيسي .

ملاحظة : تكون القوة المغناطيسية أكبر بكثير من القوة الكهربائية إذا تساوى مقدار المجالين الكهربائي والمغناطيسي .

ملاحظة : بما أن قوة لورنز تمثل محصلة القوتين (الكهربائية F_E والمغناطيسية F_B)

أي يتم الجمع الاتجاهي بينهما وحسب الزاوية المحصورة بين القوتين فإذا كانت :

$$1: \text{القوتين باتجاه واحد فإن } F_{\text{Lorentz}} = F_E + F_B$$

٢: القوتين متعاكستين فإن $F_{\text{Lorentz}} = F_E - F_B$ وتساوي صفراً، إذا تساوت القوتين وعندئذٍ (وهي حالة خاصة)

ملاحظة: كل ما سبق يختص بحركة شحنة مستقلة داخل مجال كهربائي أو مغناطيسي أو كهربائي ومغناطيسي متعامدين.

الحث الكهرومغناطيسي

اكتشف العالم اورستد أن التيار الكهربائي يولد حوله مجالاً مغناطيسياً فهو أول من أوجد العلاقة بين الكهربائية و المغناطيسية . وتوصل العالم فراداي والعالم هنري (كل على انفراد) إلى إمكانية توليد تيار كهربائي في حلقة موصلة مغلقة (أو ملف من سلك موصل جزء من دائرة كهربائية مغلقة) بواسطة مجال مغناطيسي متغير يواجه الحلقة أو الملف .

هناك طرائق عدة لتوليد تيار كهربائي من المجال المغناطيسي المتغير كإدخال مغناطيس دائم في تجويف ملف ربط طرفاه إلى أميتر رقمي . ولا ينساب تيار في الملف إذا كان المغناطيس ساكن وينساب تيار وقراءة الاميتر تعطي مقدار معين إذا تحرك المغناطيس إلى داخل الملف أو إذا تحرك الملف مقترباً أو مبتعداً من المغناطيس .

س: هل يتولد تيار محتث عند وضع مغناطيس ساكن داخل ملف؟ ولماذا وضح ذلك .

ج: لا يتولد تيار محتث وسبب ذلك هو أن الفيض المغناطيسي (Φ_B) الذي يخترق الملف لا يتغير مع الزمن (والمغناطيس ساكن) لعدم توافر حركة نسبية بين المغناطيس والملف ولا ينساب تيار في الدائرة

س: ما شرط تولد تيار كهربائي محتث في ملف قربه مغناطيس ؟ ولماذا وضح ذلك .

ج: عند توافر حركة نسبية بين المغناطيس والملف فيحصل تغير في مقدار الفيض المغناطيسي (Φ_B) الذي يخترق الملف . (زيادة أو نقصان حسب اتجاه الحركة عند الاقتراب زيادة وعند الابتعاد نقصان)

ملاحظة: أن تولد التيار محتث (I_{ind}) في الملف دلالة على تولد (emf_{ind} = قوة دافعة كهربائية محتثة) بسببها التغير في الفيض المغناطيسي ($\Delta\Phi_B$) الذي يخترق الملف خلال وحدة الزمن .

س ١: لو دفع القطب الشمالي للساق مغناطيسية نحو ملف موصول طرفاه لكلفانومتر وبموازاة محوره وإذا ثبتت الساق المغناطيسية مع بقاء القطب الشمالي مواجهاً لوجه الملف ،

س ٢: ثم لو دفع الملف نحو الساق هل سينعكس اتجاه التيار أم يكون نفس اتجاه التيار المتولد في الحالة الأولى . فسر ذلك؟

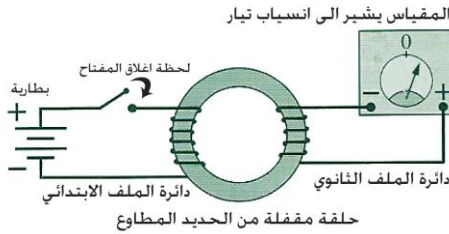
ج: نفس اتجاه التيار في الحالتين لأن في الحالتين يكون هناك زيادة في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف مسبباً تياراً في الملف وباتجاه واحد. ولكن ينعكس التيار لو كان الفيض الذي يخترق الملف في حالة تناقص أو انعكاس قطبية المغناطيس .

ويسمى التيار المتولد في حالتي تزايد أو تناقص الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف بالتيار المحتث (I_{ind}) نسبةً لظاهرة الحث الكهرومغناطيسي فهو تولد نتيجة لحصول تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف لوحدة الزمن

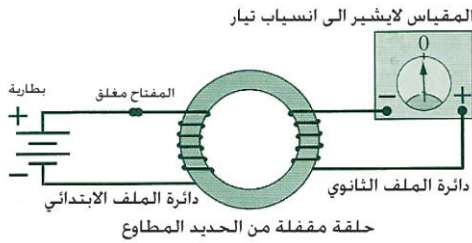
وجد عملياً أم مقدار (ق.د.ك المحتثة) (Emf_{ind}) تزداد بازدياد:

- ١) سرعة الحركة النسبية بين الساق المغناطيسية والملف .
- ٢) عدد لفات الملف (n).
- ٣) مقدار الفيض المغناطيسي الذي تخترق الملف ($\Delta\Phi_B$).
- ٤) النفوذية المغناطيسية لمادة جوف الملف (إدخال قلب من الحديد المطاوع في جوف الملف بدلاً من الهواء يتسبب في ازدياد (B) الفيض المغناطيسي).

اكتشاف فراداي



لتوضيح ما أستنتجه فراداي يمكن استعمال ملفين يتألفان من سلكين ملفوفين حول حلقة مقفلة من الحديد المطاوع ، لو ربط أحدهما على التوالي مع بطارية ومفتاح تدعى دائرة الملف الابتدائي ، ونربط الآخر بين طرفي كلفانومتر يتحسس بالتيارات الصغيرة صفه وسط تدريجه وتدعى دائرة الملف الثانوي . وعند غلق دائرة الابتدائي لاحظ فراداي انحراف مؤشر الثانوي لحظياً ورجوعه إلى الصفر وانحراف مؤشر الكلفانومتر إلى الجانب الآخر لحظة فتح مفتاح دائرة الابتدائي ثم عودته إلى صفر تدريجه .



س: لماذا ينحرف مؤشر الكلفانومتر لحظة إغلاق الدائرة ورجوعه إلى الصفر؟

ج: تولد تيار محتث في دائرة الملف الثانوي ، لأن التيار المتولد في دائرة الابتدائي متغير لحظياً ورجوعه إلى الصفر لثبوت مقدار التيار في دائرة الابتدائي لذا لم يسبب تيار محتث في دائرة الملف الثانوي . أي يتولد (emf) و تيار محتث فقط في الفترة الزمنية التي يكون فيها التيار متغير في دائرة الابتدائي لحظة إغلاق (فقط) وفتح (فقط) لدائرة الملف الابتدائي .

إن عمليتي تنامي التيار تلاشيه في الملف الابتدائي تتسببان في تزايد وتناقص الفيض المغناطيسي الذي يخترق القلب الحديد الملفوف حوله الملفين مما ينبه إلى ضرورة توافر العامل الأساس لتوليد التيار المحتث في دائرة مغلقة وهو ((حصول تغيراً في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف لوحدة الزمن)).

س: ما هو استنتاج فراداي ؟

ج: يتولد تيار محتث في دائرة كهربائية مغلقة (مثل ملف سلكي أو حلقة موصلة) فقط عندما يحصل تغيراً في الفيض المغناطيسي الذي يخترق تلك الدائرة ولا يتولد تيار محتث إذا كان المجال المغناطيسي ثابت

س: ما هو التفسير الذي أعطاه فراداي لسبب فشل المحاولات العملية التي سبقت اكتشافه في توليد تيار كهربائي بواسطة المجال المغناطيسي ؟

ج: كانت جميع المحاولات السابقة تعتمد على المجالات المغناطيسية الثابتة فقط وليس المتغيرة

س: وضح بنشاط مفهوم ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي لتوليد تيار محتث في دائرة مغلقة لا تحوي بطارية و مصدر للفولطية ؟

س: (١٥ ١٧ ١٨) وضح ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي ذكراً الاستنتاج الذي توصلت اليه من خلال النشاط

س: (١٥ ٢١): وضح بنشاط بين ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي؟

ج: نشاط توضيح ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي .

أدوات النشاط: ملفين سلكيين مجوفين يمكن إدخال أحدهما في الآخر ، كلفانومتر صفرة وسط تدريجه ، ساق مغناطيسية ، أسلاك توصيل ، بطارية ، مفتاح كهربائي .

خطوات النشاط:

أولاً: ١: نربط طرفي أحد الملفين بواسطة أسلاك التوصيل مع طرفي الكلفانومتر .

٢: نجعل الساق المغناطيسية وقطبها الشمالي يواجه الملف وفي حالة سكون نسبة الملف. يبقى مؤشر الكلفانومتر ساكناً عند صفر تدريجه دلالة على عدم انسياب تيار محتث في الدائرة .

٣: ندفع الساق المغناطيسية نحو وجه الملف ، ثم نبعدنا نجد مؤشر الكلفانومتر ينحرف على أحد جانبي صفر تدريجه عند تقريب الساق وينحرف باتجاه معاكس عند أبعادها دلالة على انسياب تيار محتث باتجاهين متعاكسين في حالتي التقريب والإبعاد.

ثانياً: ١: نربط طرفي الملف الآخر (الابتدائي) بين قطبي بطارية بواسطة أسلاك التوصيل للحصول على مغناطيس كهربائي

٢: نحرك الملف المتصل بالبطارية (الملف الابتدائي) أمام وجه الملف الثانوي المتصل بالكلفانومتر بتقريبه مرة من وجه الملف وأبعاده مرة أخرى بموازية محوره.

٣: نجد مؤشر الكلفانومتر ينحرف على جانبي الصفر باتجاهين متعاكسين بالتعاقب مشيراً إلى انسياب تيار محتث في دائرة الملف الثانوي ثم عودته للصفر .

ثالثاً: ١: نربط مفتاح كهربائي في دائرة الملف الابتدائي ونجعله مفتوحاً

٢: ندخل الملف الابتدائي في جوف الثانوي ونحافظ على عدم تحريك أحد الملفين نسبة للآخر

٣: نغلق ونفتح المفتاح في دائرة الملف الابتدائي. نجد أن مؤشر الكلفانومتر ينحرف على جانبي الصفر باتجاهين متعاكسين فقط لحظتي إغلاق أو فتح المفتاح مشيراً إلى انسياب تيار محتث في دائرة الملف الثانوي خلال تلك اللحظتين (غلق وفتح دائرة الملف الابتدائي).

نستنتج من كل من الأنشطة الثلاثة ما يأتي:

١. تُستحث قوة دافعة كهربائية (\mathcal{E}_{ind}) وينساب تيار محتث في دائرة كهربية مغلقة (حلقة موصلة أو ملف) فقط عند حصول تغييراً في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الدائرة (مع عدم وجود بطارية فيها)
٢. تكون قطبية القوة الدافعة الكهربية المحتثة (\mathcal{E}_{ind}) واتجاه التيار المحتث (I_{ind}) في الدائرة المغلقة باتجاه معين عند تزايد الفيض المغناطيسي الذي يخترقها وباتجاه معاكس عند تناقص هذا الفيض .

س: ما هو العامل الأساس لتوليد التيار المحتث في دائرة مغلقة ؟

ج: حصول تغييراً في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف لوحدة الزمن.

القوة الدافعة الكهربية الحركية ($\mathcal{E}_{emotional}$)

س: ماذا يقصد بالقوة الدافعة الكهربية الحركية ؟

ج: هي الطريقة التي تستحث فيها قوة الدافعة الكهربية محتثة بواسطة تحريك ساق موصلة داخل مجال مغناطيسي منتظم (وتعد حالة خاصة من حالات الحث الكهرومغناطيسي)

س: ماذا ينشأ عن تجمع الشحنات المختلفة (الموجبة والسالبة) عند طرفي ساق موصلة تتحرك داخل مجال مغناطيسي منتظم ؟ وضع ذلك ؟



ج: يتولد (emf_{motional}) = (ε_{motional}) = قوة دافعة كهربائية محتثة حركية

س: ماذا يحصل للشحنات الكهربائية داخل ساق موصلة تتحرك عمودياً داخل مجال مغناطيسي منتظم؟

ج: نتيجة لحركة الساق داخل المجال المغناطيسي تتولد قوة مغناطيسية ($F_B = qvB$) على الشحنات الكهربائية عندما تكون حركة الساق عمودية على الفيض المغناطيسي وتعمل باتجاه موازٍ لمحور الساق فينتج عن تأثير هذه القوة فصل الشحنات الموجبة عن السالبة وتتحرك الإلكترونات إلى أحد طرفي الساق متجمعة تاركة شحنة موجبة عند الطرف الآخر ونتيجة لفصل الشحنات ينتج مجال كهربائي داخل الموصل مسبباً قوة كهربائية ($F_E = qE$) على الشحنات باتجاه موازٍ لمحور الساق ومعاكس لاتجاه القوة المغناطيسية ويستمر تراكم الشحنات عند الطرفين حتى تتساوى القوة مغناطيسية مقدارها $F_B = qvB$ مع القوة الكهربائية $F_E = qE$ التي تعاكسها بالاتجاه عندئذ يتوقف انفصال الإلكترونات أي تحصل حالة اتزان عند تساوي القوتين.

$$F_B = F_E \Rightarrow qvB = qE \Rightarrow E = vB \text{ فيكون}$$

س: ماذا يحصل لو تساوت القوة التي يؤثر بها المجال الكهربائي مع القوة التي يؤثر بها المجال المغناطيسي على الشحنات الكهربائية داخل ساق موصلة متحركة داخل مجال مغناطيسي منتظم؟

ج: يتولد فرق جهد كهربائي على طرفي الساق يسمى القوة الدافعة الكهربائية الحركية ($\epsilon_{motional}$)

س: اشتق معادلة القوة الدافعة الكهربائية الحركية ($\epsilon_{motional}$) على ساق تتحرك داخل مجال مغناطيسي منتظم بسرعة خطية منتظمة؟

ج: يتولد قوتين أحدهما مغناطيسية تعطى بالعلاقة ($F_B = qvB$) والأخرى كهربائية تعطى بالعلاقة ($F_E = qE$) وعند تساوي القوتين يكون $F_B = F_E$ فيكون $qvB = qE$ $vB = E$

وبما أن انحدار الجهد يساوي شدة المجال الكهربائي عندما يكون المجال الكهربائي منتظم فقط.

$$\text{أي أن } \frac{\Delta V}{\ell} = E \Rightarrow \text{فتكون } \Delta V = E\ell \Rightarrow (\Delta V = vB\ell)$$

ويدعى فرق الجهد بين طرفي الساق $\epsilon_{motional} = \Delta V$

ومن العلاقة $vB\ell = \Delta V = \epsilon_{motional}$ نستنتج أن $\epsilon_{motional}$ تتوقف على:

1: طول الساق (ℓ) 2: كثافة الفيض المغناطيسي (B) 3: سرعة الساق (v)

(ت ١٣): علام يعتمد مقدار فرق الجهد الكهربائي بين طرفي ساق تتحرك عمودياً على مجال مغناطيسي منتظم؟

1: طول الساق (ℓ) 2: كثافة الفيض المغناطيسي (B) 3: سرعة الساق (v)

(ت ١٤، ١٥، ١٦): علام يعتمد مقدار (ق د ك) حركية على طرفي ساق تتحرك داخل مجال مغناطيسي منتظم؟

1: طول الساق ℓ 2: المجال المغناطيسي B 3: سرعة الساق v 4: الزاوية بين اتجاه السرعة للساق والمجال المغناطيسي

ونتذكر هنا أن اتجاه حركة الساق داخل المجال المغناطيسي واتجاه المجال المغناطيسي هو الذي يحدد اتجاه القطبية الكهربائية للـ $\epsilon_{motional}$ أي لو انعكس أحدهما انعكس اتجاه القطبية الكهربائية للقوة الدافعة الكهربائية الحركية $\epsilon_{motional}$. وبالنتيجة ينعكس التيار الناتج عنها.

س: علام يعتمد اتجاه القطبية الكهربائية لـ ($\epsilon_{motional}$) لساق موصلة تتحرك داخل مجال مغناطيسي منتظم

ج: 1: اتجاه حركة الساق داخل المجال المغناطيسي 2: اتجاه المجال المغناطيسي المنتظم الذي تتحرك خلاله الساق الموصلة



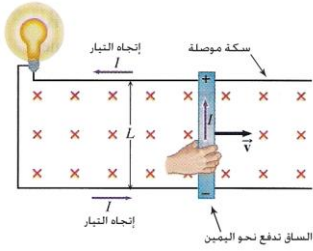
ج: هي الفولطية المحتثة المتولدة على طرفي ساق موصلة تتحرك عمودياً داخل مجال مغناطيسي منتظم .

التيار المحتث

س: ما الإجراء العملي المطلوب اتخاذه لكي ينساب تياراً محتثاً في ساق موصلة تتحرك داخل مجال مغناطيسي منتظم ؟

ج: جعل الساق جزء من دائرة كهربائية مغلقة تنزلق بسرعة (v) داخل مجال مغناطيسي منتظم على طول سكة موصلة بشكل حرف (C) مربوط معها مصباح كهربائي على التوالي وتثبت على منضدة أفقية سوف تتأثر الشحنات السالبة (e) في الساق بقوة مغناطيسية ($F_B = qvB \sin \theta$) تدفعها نحو أحد طرفي الساق وتاركة الشحنات الموجبة في طرفها الآخر وستستمر الشحنات بالحركة ولا تتجمع عند الطرفين لكون الدائرة مغلقة لذلك ينساب تيار كهربائي يسمى بالتيار المحتث. ودليل ذلك توهج المصباح ويخضع التيار المتولد لقاعدة الكف اليمنى. ويعطى بالعلاقة التالية :

$$I = \frac{\epsilon_{motional}}{R} = \frac{vB\ell}{R}$$



وكننتيجة لانسياب التيار المحتث في الساق باتجاه عمودي على فيض مغناطيسي تظهر قوة

$$F_{B2} = I\ell B$$

مغناطيسية (F_{B2}) تؤثر في هذا التيار تعطى بالعلاقة التالية: وتطبيق قاعدة الكف اليمنى نجد أن القوة (F_{B2}) تؤثر باتجاه عمودي على الساق وتكون معاكسة لاتجاه سرعة الساق (v) التي تتحرك بها ، فهي تتجه بحيث تعرقل حركة الساق فتسبب تباطؤ حركة الساق

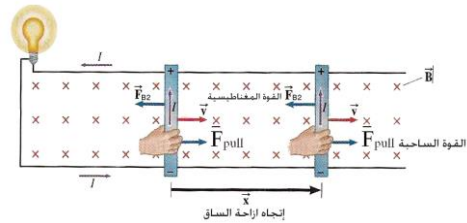
س: كيف يمكن جعل الساق تتحرك بسرعة منتظمة داخل المجال المغناطيسي المنتظم.

ج: يتطلب تسليط قوة خارجية (F_{pull}) تسحب الساق باتجاه معاكس لاتجاه القوة المعرقلة (F_{B2}) ومساوية لها بالمقدار .

$$F_{pull} = F_{B2} = I\ell B \quad \text{ولكن} \quad I = \frac{\epsilon_{motional}}{R}$$

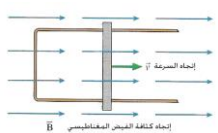
$$F_{pull} = \frac{\epsilon_{motional}}{R} \ell B \quad \text{ولكن} \quad \epsilon_{motional} = vB\ell$$

$$F_{pull} = \left\{ \frac{vB\ell}{R} \right\} \ell B = \frac{vB^2\ell^2}{R}$$



والمعادلة الأخيرة تمثل مقدار القوة اللازمة لتحريك الساق الموصلة بسرعة ثابتة داخل المجال المغناطيسي المنتظم .

س: هل تنعكس القطبية للقوة الدافعة الكهربائية الحركية إذا انعكس اتجاه حركة السلك واتجاه المجال المغناطيسي؟



ج: إذا انعكس اتجاه الحركة فقط تنعكس القطبية . وإذا انعكس المجال المغناطيسي فقط انعكست القطبية . وإذا انعكس كلاهما يبقى اتجاه القطبية للقوة الدافعة الكهربائية على نفس الاتجاه .

س: هل ينساب تيار محتث في الساق الموصلة لو تحركت باتجاه موازي المجال المغناطيسي وضح ذلك؟

ج: لا ينساب تيار لأنه لا تتولد $\epsilon_{motional}$ في الساق الموصلة وذلك لعدم حصول تغير الفيض المغناطيسي خلال الساق

س: عند تحريك ساق موصلة داخل مجال مغناطيسي هل يعني ذلك انجاز شغل؟ ما مصير الطاقة المنتقلة في الساق الموصلة؟

ج: تحريك الساق يعني أنجاز شغل وتحول هذا الشغل إلى ($\epsilon_{\text{emotional}}$) على طرفي الساق ويمكن تفسير ذلك كما يلي وتتحول الطاقة إلى شغل ميكانيكي أو حراري في الساق والدائرة المغلقة التي تكون الساق جزءاً منها.

القدرة هي المعدل الزمني للشغل المنجز ($\text{Power} = \frac{\text{Work}}{\text{time}}$) وعندما تكون القوة الساحبة سببت الحركة بسرعة (v) فإن

$$P = F_{\text{pull}} \cdot v = \frac{vB^2\ell^2}{R} \cdot v = \frac{v^2B^2\ell^2}{R} \quad \dots\dots(1)$$

هنا نجد أن الدائرة الكهربائية تسببت في تبديد الطاقة وذلك بتحويل الطاقة الكهربائية المكتسبة إلى طاقة حرارية تظهر في المقاومة الكلية في الدائرة (أسلاك الربط وعناصر الدائرة) ، والطاقة المتبددة في المقاومة (R) التي ينساب فيها التيار

$$P_{\text{dissipated}} = I^2R = \left\{ \frac{vB\ell}{R} \right\}^2 \times R = \frac{v^2B^2\ell^2}{R^2} \times R = \frac{v^2B^2\ell^2}{R} \quad \dots\dots(2)$$

نلاحظ أن المعادلتين (1) و (2) متساويتان وهذا يعني المعدل الزمني للشغل المنجز في تحريك الساق الموصلة خلال مجال مغناطيسي منتظم يساوي بالضبط المعدل الزمني للطاقة المتبددة في المقاومة الكلية لهذه الدائرة (ويعد هذا تطبيقاً لقانون حفظ الطاقة) .

مثال 1: افرض أن ساق موصلة طولها (1.6m) انزلت على سكة موصلة بانطلاق (5m/s) باتجاه عمودي على مجال مغناطيسي منتظم كثافته $0.8T$ وكانت مقاومة المصباح المربوط مع السكة على التوالي (128Ω) (أهمل المقاومة الكهربائية للساق والسكة) احسب مقدار: 1: القوة الدافعة الكهربائية المنتجة . 2: التيار المنتج في الدائرة 3: القدرة المهدرة للمصباح.

1: Sol: $\epsilon_{\text{emotional}} = vB\ell = 5 \times 0.8 \times 1.6 = 6.4 \text{ V}$

2: $I = \frac{\epsilon_{\text{emotional}}}{R} = \frac{6.4}{128} = 0.05 \text{ A}$

3: $P_{\text{dissipated}} = I^2R = (0.05)^2 \times 128 = 0.32 \text{ watt}$

$$P_{\text{dissipated}} = \frac{v^2B^2\ell^2}{R} = \frac{5^2 \times 0.8^2 \times 1.6^2}{128} = 0.32 \text{ watt}$$

س: ساق طولها (1.6 m) تتصل بمصباح مقاومته (128Ω) بواسطة اسلاك توصيل انزلت على سكة موصلة بشكل حرف C موضوعة في مجال مغناطيسي منتظم بسرعة ثابتة ($5 \frac{m}{s}$) عمودياً على المجال المغناطيسي فإذا كانت القدرة المستهلكة بالمصباح (0.32 w) فما مقدار: 1: التيار المنساب بالدائرة 2: كثافة الفيض المغناطيسي الذي تحركت خلاله هذه الساق؟

س: ما هو العامل الأساس لتوليد قوة دافعة كهربائية محتثة في حلقة موصلة او ملف سلبي؟ وما طرق تحقيق ذلك؟

ج: حصول تغير بالفيض المغناطيسي خلال الحلقة او الملف عن طريق حركة نسبية ينتج عنها تغير الزاوية او المساحة او كثافة الفيض المغناطيسي خلالها

توليد ق.د.ك محتثة (ϵ_{ind}) يجب حصول تغير في الفيض (ϕ) المغناطيسي الذي يخترق حلقة موصلة أو ملف سلكي وتحقق ذلك بعدة طرق. **إضافة إلى حصول الحركة النسبية**

س: ما هي الطرق التي يمكن بواسطتها توليد (ق . د . ك) محتثة (ϵ_{ind})

ج: ١: تغير قياس الزاوية (θ) بين متجه المساحة (\vec{A}) ومتجه كثافة الفيض المغناطيسي (\vec{B}) ومثال عليه دوران ملف نواة المولد الكهربائي داخل مجال مغناطيسي منتظم .

حيث أن مجالاً مغناطيسياً كثافة فيضه (B) منتظمة يخترق حلقة موصلة مساحتها (A) يصنع زاوية قياسها (θ) مع متجه المجال المغناطيسي يعطى الفيض (ϕ_B) الذي يخترق تلك المساحة وفق العلاقة:

$\phi_B = BA \cos \theta$ حيث مركبة كثافة الفيض المغناطيسي العمودية على الحلقة ($B \cos \theta$) هي التي تحدد مقدار الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة .

وإذا كانت كثافة الفيض عمودية على مستوي الحلقة سيكون الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة بأعظم مقدار وتكون الزاوية (θ) = صفرأ (بين A و B) ويكون $\cos 0 = 1$

$$\phi_B = BA \cos 0 = BA \times 1 = BA$$

وإذا كانت كثافة الفيض بموازاة مستوي الحلقة سينعدم الفيض الذي يخترق الحلقة والزاوية

$$\phi_B = BA \cos 90 = BA \times \text{zero} = \text{zero} \quad 90 = \theta$$

٢: تغير مساحة الحلقة المواجهة للفيض ويتم ذلك مثلاً بكبس الحلقة أو شدّها من جانبيها المتقابلين فتقل أو تزداد المساحة (A) أو بإزاحة الساق فتتغير المساحة من ($A_0 = X_0 L$)

إلى ($A = XL$) ومنها نجد ($\Delta A = A - A_0$) ويعطى التغير بالفيض بالعلاقة:

$$\Delta \phi = B \cdot \Delta A$$

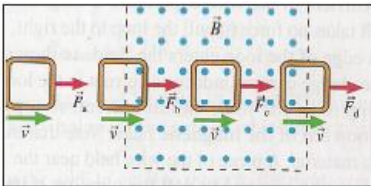
٣: بتغيير كثافة الفيض المغناطيسي عن طريق

- بتحرك الحلقة بمستوي عمودي على فيض مغناطيسي منتظم (دفع حلقة في المجال المغناطيسي المنتظم أو سحبها لإخراجها منه)
- تغيير المجال المغناطيسي الذي يخترق الحلقة (زيادة أو نقصان مقدار الفيض الذي يخترق الحلقة)

وحدة الفيض المغناطيسي ϕ في النظام الدولي للوحدات هي *Weber* رمزها *Wb*

$$B = \frac{\phi_B}{A} \Rightarrow \phi_B = BA \Rightarrow \Delta \phi_B = \Delta BA \quad \text{أو} \quad \Delta \phi_B = B \Delta A$$

أما المعدل الزمني للتغير في الفيض المغناطيسي ($\frac{\Delta \phi}{\Delta t}$) في النظام الدولي للوحدات قياس بوحدات ($\frac{\text{Weber}}{\text{second}}$) عندئذ تكون القوة الدافعة الكهربائية (ϵ_{ind}) تقاس بوحدات (*volt*).



مثال ٢: حلقة دائرية موصلة قطرها (0, 4m) وضعت داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة الفيض (0.5T) ويتجه باتجاه مواز لتجه مساحة الحلقة (A) «متجه المساحة هو المستقيم العمودي على مساحة الحلقة»

a: أحسب مقدار الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة ؟ b: مقدار الفيض المغناطيسي على فرض أن الحلقة دارت باتجاه عكس دوران عقارب الساعة حين صارت متجه مساحة الحلقة (A) يصنع زاوية $\theta = 45^\circ$ مع كثافة الفيض المغناطيسي (B)

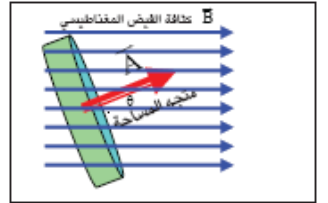
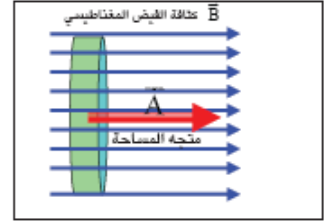
$$\text{Sol: } A = \pi r^2 = 3.14 \times (0.2)^2 = 12.56 \times 10^{-2} \text{m}^2$$

a: لحساب الفيض المغناطيسي عندما ($\theta = 0^\circ$) نطبق

$$\Phi_B = BA \cos 0 = 0.5 \times 12.56 \times 10^{-2} \times 1 = 6.28 \times 10^{-2} \text{Weber}$$

b: بعد دوران الحلقة زاوية قياسها 45° نطبق

$$\Phi_B = BA \cos 45 = 6.28 \times 10^{-2} \times 0.707 = 0.044 \text{Weber}$$



ملاحظة: يتولد تيار محث في حلقة أو ملف موصل (دائرة مغلقة) بحالتين
١: بواسطة تغير مقدار المجال المغناطيسي (B) الذي يخترق الحلقة المغلقة الساكنة
٢: بواسطة تغيير مساحة الحلقة المغلقة أو تدويرها نسبة للمجال المغناطيسي.

قانون فرادي

س: اذكر نص قانون فرادي في الحث الكهرومغناطيسي مع ذكر العلاقة الرياضية س: (ت ٢٢) ما المقصود بقانون فرادي

ج: (مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة ϵ_{ind}) في حلقة موصلة يتناسب طردياً مع المعدل الزمني للتغير بالفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة)

وهو قانون تجريبي وصيغته الرياضية: $(\epsilon_{ind} = - \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t})$ وتطبق هذه الصيغة للفة واحدة

أما إذا كانت عدد (N) من اللفات نطبق العلاقة التالية: $\epsilon_{ind} = - N \left(\frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t} \right)$

والإشارة السالبة في القانون وضعت وفقاً لقانون لنز للدلالة على قطبية القوة الدافعة الكهربائية المحتثة وهذه القطبية هي التي تحدد اتجاه التيار المحث في الحلقة .

س: متى تنشأ (ق.د.ك) محتثة ومتى ينساب تيار في حلقة موصلة ؟

ج: تنشأ (ق.د.ك) محتثة في حلقة إذا تغير الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة لوحدة الزمن، وينساب تيار في الحلقة إذا كانت مغلقة أما إذا كانت مفتوحة فلا ينساب فيها تيار على الرغم من تولد (ق.د.ك) محتثة فيها.

س: ما هي العوامل التي تسبب التغير بالفيض الذي يخترق الحلقة ؟

ج: بما أن $\Delta \Phi_B = BA \cos \theta$ ويمثل مقدار التغير بالفيض فإن أي تغير في أحد العوامل التالية يسبب تغير الفيض

١: كثافة الفيض المغناطيسي (B) مع الزمن ٢: مساحة الحلقة (A) مع الزمن

٣: الزاوية التي يصنعها مستوي الحلقة مع اتجاه الفيض (θ) مع الزمن ٤: أو جميعها

وتنشأ قوة دافعة كهربائية محتثة إذا كان ملف بدلاً من الحلقة عدد لفته (N) يكون قانون فرادي كما يلي

ويتضح من القانون ما يلي: $\epsilon_{ind} = - N \left(\frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t} \right) = - N \left(\frac{A \Delta B}{\Delta t} \right) = - N \left(\frac{\Delta AB}{\Delta t} \right)$

ت ١٢: ماذا يحصل إذا تغير الفيض المغناطيسي لوحة الزمن الذي يخرق حلقة موصلة

س: ماذا نستنتج من قانون فاراداي في الحث الكهرومغناطيسي للملف ؟

ج: ١: يتولد ϵ_{ind} على طرفي الملف أكبر كلما كان المعدل الزمني للتغير في الفيض المغناطيسي الذي يخرق الملف أكبر.

٢: القطبية تعتمد على الفيض المغناطيسي تزايد أو تناقص .

س: ما هي وحدات الفيض المغناطيسي (Φ) في النظام الدولي للوحدات الأساسية

ج: Weber ويرمز لها (Wb)

س: (٢٣ ١٥): صح وخطا دون تغيير ما تحته خط ؟ وحدة قياس كثافة الفيض المغناطيسي $(\frac{wb}{m^2})$ ج: صح

س: ما وحدات المعدل الزمني للتغير بالفيض المغناطيسي $\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$ ؟

ج: Weber/second ويرمز لها Wb/sec .

إذا كانت وحدات المعدل الزمني للتغير بالفيض المغناطيسي $Wb/sec =$ يكون وحدات القوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ϵ_{ind}) تقاس بوحدات (Volt) .

مثال 3: (٢٥ ١٤): ملف يتألف من ٥٠ لفة متماثلة ومساحة اللفة الواحدة $(20cm^2)$ فإذا تغيرت كثافة الفيض المغناطيسي الذي يخرق اللفة الواحدة من $(0.0T)$ إلى $(0.8T)$ خلال زمن $(0.4s)$ ، أحسب:

١. معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف

٢. مقدار التيار المناسب في الدائرة إذا كان الملف مربوط بين طرفي كلفانومتر والمقاومة الكلية في الدائرة (80Ω) ؟

$$\text{Sol: 1: } \epsilon_{ind} = - (N \frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}) = -N \left(\frac{\Delta B}{\Delta t} \right)$$

$$\epsilon_{ind} = -N \frac{\Delta B}{\Delta t} = -50 \times \frac{20 \times 10^{-4} \times (0.8 - 0)}{0.4} = -0.2 \text{ V}$$

$$\text{2: } I = \frac{\epsilon_{ind}}{R} = \frac{0.2}{80} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ A}$$

ملاحظة:

١: لكي ينساب تيار كهربائي في دائرة مغلقة، يجب إن يتوافر في تلك الدائرة مصدر للقوة الدافعة الكهربائية تجهزها مثلا بطارية

٢: لكي ينساب تيار محتث في دائرة مغلقة، مثل حلقة موصلة مغلقة أو ملف (لا تحتوي بطارية) ، يجب إن تتوافر قوة دافعة كهربائية محتثة، والتي تتولد بواسطة تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخرق تلك الحلقة أو الملف لوحة الزمن (ملف يدور داخل مجال مغناطيسي أو مجال مغناطيسي متغير يخرق سلك أو ملف ساكن)

س: (١٦ ١٥): ما الذي يتطلب توافره في دائرة مغلقة لتوليد a: تيار كهربائي b: تيار محتث

قانون لنز

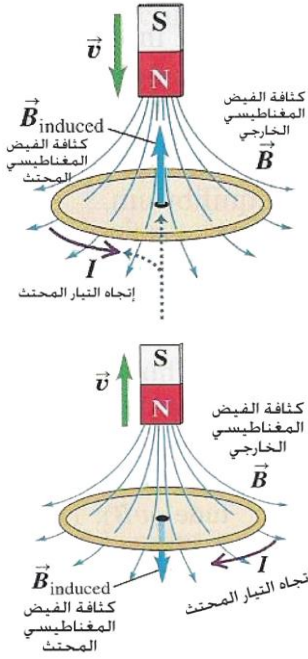
س: هل أن تحديد اتجاه التيار المحتث في الدائرة الكهربائية له مغزى (معنى) كبير؟ س: (ت ٢٢): ما المقصود بقانون لنز؟

س: ما هو تأثير المجال المغناطيسي الذي يولد التيار المحتث (المجال المحتث) في العامل الأساس الذي ولد هذا التيار؟

ج: قانون لنز و ينص {التيار المحتث في دائرة كهربائية مغلقة يمتلك اتجاها بحيث أن مجاله المغناطيسي المحتث يكون معاكساً بتأثيره للتغير في الفيض المغناطيسي الذي ولد هذا التيار}.



س: كيف يمكن للتيار المحتث في حلقة أن يولد مجالاً مغناطيسياً محتثاً يعاكس بتأثيره المسبب الذي ولده؟



ج: ١: عند تقريب قطب شمالي لمغناطيس من الحلقة يزداد مقدار الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة فتتولد قوة دافعة كهربائية محتثة في الحلقة ينتج عنها تيار محتث وفقاً لظاهرة الحث الكهرومغناطيسي فيتولد من التيار المحتث مجال مغناطيسي يعاكس المسبب للتيار وهو تزايد الفيض المغناطيسي يعمل على توليد قطب شمالي في طرف الحلقة العلوي ومجاله مغناطيسي يعاكس المجال الأصلي فتظهر قوة تنافر بين المغناطيس والحلقة تقاوم الحركة

٢: وعند إبعاد القطب الشمالي للمغناطيس عن وجه الحلقة يتسبب بتناقص الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة فيتولد في الحلقة قوة دافعة كهربائية ينتج عنها تيار محتث يعاكس بتأثيره المسبب فيعمل على توليد قطب جنوبي في طرف الحلقة العلوي ومجاله المغناطيسي باتجاه المجال الأصلي فينتج قوة تجاذب بين الحلقة والمغناطيس تقاوم الحركة

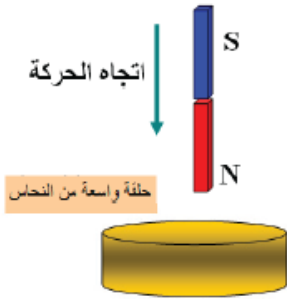
س: ما الفائدة العملية من قانون لنز؟ (٢٤، ١٣، ٢٥، ١٤، ١٥، ٢٥، ١٨، ١٥، ٢١، ٢٥)

ج: في معرفة اتجاه التيارات المحتثة في الدوائر المغلقة .

س: هل يعد قانون لنز تطبيقاً لقانون حفظ الطاقة وضع ذلك؟

ج: يعد قانون لنز تطبيقاً لقانون لحفظ الطاقة لأنه في كلتا الحالتين (اقتراب المغناطيس أو ابتعاد المغناطيس نسبة للحلقة المغلقة أو ملف جزء من دائرة مغلقة) يتطلب انجاز شغل ميكانيكي (ويتحول الشغل الميكانيكي المنجز إلى نوع آخر من الطاقة في الحمل (نتيجة تولد ق.د.ك محتثة) وذلك يعد تطبيقاً لقانون حفظ الطاقة

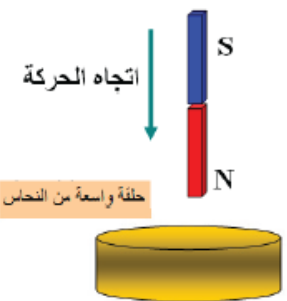
س: ساق مغناطيسية سقطت سقوطاً حراً نحو الأسفل وهي بوضع شاقولي وتحتها حلقة واسعة من النحاس مقلبة ومثبتة أفقياً (بإهمال مقاومة الهواء)



١. هل أن تعجيل هذه الساق نحو الأسفل يساوي بالمقدار لتعجيل الجاذبية الأرضية؟ وضع ذلك؟
٢. هل تتولد في الحلقة قطبية مغناطيسية .
٣. عين اتجاه القوة المغناطيسية التي تؤثر فيها الحلقة على الساق .
٤. هل ينساب تيار في الحلقة وما نوعه ، عين اتجاهه أن تولد بالنسبة للمناظر من الأعلى

١. تعجيل الساق أقل من تعجيل الجاذبية الأرضية لوجود قوة تنافر بين الساق والقطب الشمالي للحلقة.
٢. تولد في الحلقة قطبية مغناطيسية وطرف الحلقة القريب من الساق المغناطيسية سيكون قطب شمالي.
٣. قوة تنافر نحو الأعلى لأن الحلقة في حالة اقتراب فيكون الطرف القريب من الحلقة قطب شمالي .
٤. عكس دوران عقارب الساعة يكون اتجاه التيار المحتث المتولد في الحلقة .

س: (٢٢، ١٥) ضع كلمة صح او خطأ مع التصحيح ان وجد خطأ دون تغيير ما تهمته خط



أفرض ان ساق مغناطيسية سقطت سقوطاً حراً نحو الأسفل بوضع شاقولي وتحتها حلقة واسعة مقلبة ومثبتة أفقياً كما في الشكل فإن اتجاه التيار المحتث في الحلقة يكون مع اتجاه حركة عقارب الساعة حسب قاعدة الكف اليميني خطأ (عكس)

مثال: حلقة من النحاس دائرية الشكل مقلبة حركت أفقياً نحو اليمين بسرعة ثابتة مرت حول ساق مغناطيسية مثبتة بوضع أفقي وعبرتها من قطبها الجنوبي نحو الشمالي عين اتجاه التيار المحتث في الحلقة بالنسبة للمناظر من الجهة التي بدأت منها الحلقة في حركتها عند

١. اقترابها من الساق لحين ولوج الساق المغناطيسية فيها
٢. ابتعادها عن الساق
٣. وضع هل يتولد تيار محتث في الحلقة أثناء مرورها في المنطقة الوسطية للساق وما السبب؟

ج: نتيجة لاقتراب الحلقة من القطب الجنوبي للساق المغناطيسية ستزداد كثافة الفيض التي تخترق الحلقة فيتولد تيار محتث ويولد مجالاً مغناطيسياً محتثاً معاكساً للتغير في المجال المغناطيسي المسبب للتيار فيعمل على أضعاف المجال لكي يعرقل المجال المغناطيسي الأصلي فيكون قطب الحلقة القريب مشابهاً القطب الجنوبي المقرب . ويكون اتجاه التيار المحتث باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة بالنسبة للناظر .

٢: وعند ابتعاد الساق يحصل تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة ونقل كثافة الفيض المغناطيسي ويتولد تيار محتث ويولد مجالاً مغناطيسياً محتثاً بحيث يسبب تقوية في المجال المغناطيسي فيكون قطب الحلقة جنوبي والقريب من القطب الشمالي للساق المبتعد عن الحلقة ويكون اتجاه التيار المحتث باتجاه دوران عقارب الساعة بالنسبة للناظر .

٣: لا يتولد تيار محتث أثناء مرورها في المنطقة الوسطية لعدم حدوث تغير في المجال المغناطيسي لأنها متوازية مع بعضها وموازية لاتجاه حركة الحلقة .

س ٢٣ ١٥: ساق مغناطيسية سقطت سقوطاً حراً نحو الأسفل بوضع شاقولي ونحتها حلقة واسعة من النحاس مغلقة ومثبتة أفقياً ، فإن اتجاه التيار المحتث في الحلقة يكون مع اتجاه حركة عقارب الساعة حسب قاعدة الكف اليميني للملف . خطأ عكس

ملاحظة:

١: لكي ينساب تيار في دائرة مغلقة، يجب إن يتوافر في تلك الدائرة مصدر للقوة الدافعة الكهربائية (تجهزها مثلا بطارية)

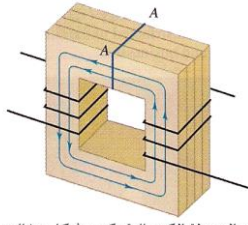
٢: لكي ينساب تيار محتث في دائرة مغلقة ،مثل حلقة موصلة مغلقة أو ملف (لا تحتوي بطارية) ، يجب إن تتوافر قوة دافعة كهربائية محتثة ، والتي تتولد بوساطة تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق تلك الحلقة أو الملف لوحدة الزمن (ملف يدور داخل مجال مغناطيسي أو مجال مغناطيسي متغير يخترق سلك أو ملف ساكن)

س: ما الفرق بين كثافة الفيض المغناطيسي المؤثر وكثافة الفيض المغناطيسي المحتث ؟

س: (٢٣ ٢٥): كيف يمكن ان نميز بين كثافة الفيض المغناطيسي الخارجي وبين كثافة الفيض المغناطيسي المحتث؟

ج: كثافة الفيض المغناطيسي المؤثر هو كثافة الفيض المغناطيسي الذي سبب تولد التيار منساب في ملف (وفقاً لاكتشاف اورستد) او مغناطيس دائم

كثافة الفيض المغناطيسي المحتث هو كثافة الفيض المغناطيسي المتولد من التيار المحتث والذي يعاكس التغير في الفيض المغناطيسي المؤثر المسبب له (حسب قانون لنز)



قلب المحولة الكهربائية يكون بشكل صفائح من الحديد المطاوع معزولة ومكبوسة مع بعضها

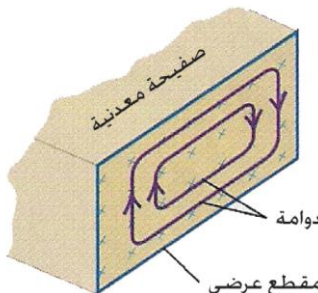
التيارات الدوامة: أن حركة صفيحة داخل مجال مغناطيسي يولد في الصفيحة (ϵ_{ind})

و (I_{ind}) حسب قانون فراادي وهذه التيارات المحتثة تكون بشكل دوائر مغلقة ومتحدة المركز وبمستوي الصفيحة عمودياً على الفيض (Φ_B) المغناطيسي المسبب لها وتسمى بالتيارات الدوامة (وهي تشبه دوامات الماء والهواء) وتتولد التيارات الدوامة نتيجة

١. الحركة النسبية للصفائح الموصلة داخل فيض مغناطيسي منتظم.
٢. تغير الفيض المغناطيسي الذي يخترق الصفائح الموصلة .

مضار التيارات الدوامة

١: تتسبب في فقدان طاقة بشكل حرارة. ٢: تلف الملفات في الأجهزة الكهربائية .



التيارات الدوامة
مقطع عرضي

س: (١٦ ١٥) كيف يمكن تقليل الطاقة المتبددة التي تسببها التيارات الدوامة

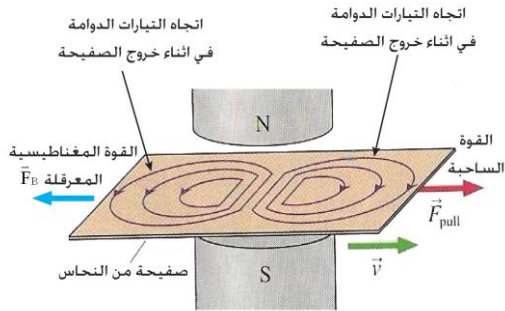
المتولدة في قلب الحديد للملفات والمحولات (ت ٢٣): ما مضار التيارات الدوامة، وكيف يمكن تقليل خسائر التيارات الدوامة

لتقليل مقدار الطاقة المتبددة (الخسائر) بشكل حرارة (كما في المحولات ونواة المحركات والمولدات الكهربائية) يصنع القلب من صفائح من الحديد المطاوع وتترتب بموازية الفيض المغناطيسي (Φ_B) المتغير الذي يخترقها وتكون هذه الصفائح معزولة عن بعضها ومكبوسة كبساً شديداً

س: ما تأثير التيارات الدوامة والمجالات المغناطيسية التي تولدها على صفيحة من النحاس سحبت أفقياً نحو اليمين بين قطبي مغناطيس كهربائي شاقولي كثافة فيضه (B) منتظمة تتجه نحو الأسفل ؟

ج: نتيجة للحركة النسبية بين الصفيحة والفيض المغناطيسي تتولد تيارات دوامة فيها وفقاً لظاهرة الحث الكهرومغناطيسي

١: في أثناء خروج الجزء الأيمن من الصفيحة من المجال المغناطيسي يتناقص الفيض المغناطيسي خلالها لذا يكون اتجاه التيارات الدوامة باتجاه دوران عقارب الساعة لكي تولد فيضاً محتثاً (B_{ind}) يعاكس المسبب (وهو تلاشي المجال الأصلي) الذي ولد تلك التيارات وفق قانون لنز . فيكون اتجاه الفيض المغناطيسي المحتث نحو الأسفل (لكي يعمل على تقوية المجال المغناطيسي المؤثر المتناقص) وتتولد قوة مغناطيسية (F_B) تتجه نحو اليسار قوة معرقلة لاتجاه الحركة تعاكس القوة الساحبة).



٢: أما أثناء دخول الجزء الصفيحة الأيسر يزداد الفيض المغناطيسي في الصفيحة فيكون اتجاه التيارات الدوامة فيه باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة لكي تولد فيضاً محتثاً يعاكس المسبب (وهو تنامي المجال الأصلي) الذي ولد تلك التيارات فيكون اتجاه الفيض المغناطيسي المحتث نحو الأعلى (يعمل على أضعاف المجال الأصلي). وتتولد قوة مغناطيسية (F_B) تتجه نحو اليسار قوة معرقلة لاتجاه الحركة تعاكس القوة الساحبة. (في الحالتين تتولد قوة معرقلة لحركة الصفيحة))

نشاط : (كيفية تقليل تأثير التيارات الدوامة المتولدة في الموصلات) (١٣ د ، ٢٥ د ، ٢٣ ت ، ٢٣ د)

أدوات النشاط: بندولان متماثلان كل منهما بشكل صفيحة مصنوعة من مادة موصلة ليست فيرو مغناطيسية (الألمنيوم) مثبتة بطرف ساق من المادة نفسها. إحدى الصفيحتين مقطعة بشكل شرائح معزولة عن بعضها مثل أسنان المشط والأخرى كاملة (غير مقطعة) . مغناطيس دائم قوي (كثافة فيضه عالية) ، حامل .



خطوات النشاط :

١: نسحب الصفيحتين جانباً بإزاحة متساوية .

٢: نترك الصفيحتين في أن واحد لتهتز كل منهما بحرية بين قطبي المغناطيس .

٣: نجد أن البندول الذي يتألف من الصفيحة الكاملة (غير مقطعة) يتوقف عن الحركة في أثناء مروره خلال الفجوة بين القطبين المغناطيسيين بينما الصفيحة المقطعة بشكل أسنان المشط تمر بين القطبين المغناطيسيين وتعبّر إلى الجانب الآخر وتستمر بالاهتزاز على جانبي منطقة المجال المغناطيسي ذهاباً وإياباً ولكن بتباطؤ قليل .

نستنتج من النشاط :

تتولد تيارات دوامة كبيرة المقدار في الصفيحة غير المقطعة في أثناء دخولها المجال المغناطيسي بين القطبين نتيجة لحصول تغييراً في الفيض المغناطيسي الذي يخترقها وفقاً لقانون فرادي . وتكون باتجاه معين يجعلها تولد مجالاً مغناطيسياً محتثاً يعاكس بتأثيره للتغير في الفيض المغناطيسي الخارجي الذي ولد هذه التيارات على وفق قانون لنز . وهذا يعني تولد قوة معرقلة لحركة الصفيحة فتعمل على كبح اهتزازها بينما التيارات الدوامة المتولدة في الصفيحة المقطعة بشكل شرائح تكون صغيرة المقدار جداً فيكون مقدارها في تأثير اهتزاز الصفيحة ضعيفاً جداً.

س: ما مصير طاقة الاهتزاز الصفيحة الكاملة الغير مقطعة داخل مجال مغناطيسي بعد توقفها عن الاهتزاز

ج: تتحول الى طاقة حرارية

س: (٢٨ د) ما المقصود بالتيارات الدوامة وما سبب نشوئها ؟

التيارات المحتثة تكون بشكل دوائر مغلقة وملتحدة المركز وبمستوي الصفيحة عمودياً على الفيض (Φ_B) المغناطيسي المسبب لها وتسمى بالتيارات الدوامة وتتولد التيارات الدوامة نتيجة

١. الحركة النسبية للصفائح الموصلة داخل فيض مغناطيسي منتظم.
٢. تغير الفيض المغناطيسي الذي يخترق الصفائح الموصلة .

س: كيف جعل نواة في المولدات بشكل صفائح يسبب تقليل التيارات الدوامية ؟

ج: ١: زيادة طول المسار الذي تنساب فيه التيارات الدوامية فتزداد المقاومة الكهربائية إلى حد كبير داخل الصفائح وتقل التيارات الدوامية تبعاً لذلك . ٢: تقل مساحة المقطع العرضي وتزداد المقاومة الكهربائية نتيجة لذلك

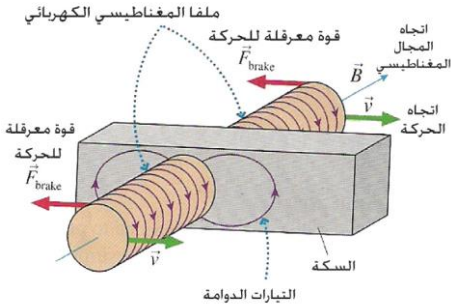
س: أين تستثمر التيارات الدوامية؟ (٢٠١٣ ٢٥)

ج: تستثمر ١: في كابح القطارات الحديثة.

٢: في كاشفات المعادن المستعملة حديثاً في نقاط التفتيش الأمنية وخاصة المطارات

٣: للسيطرة على الإشارات الضوئية المنصوبة في تقاطعات بعض الطرق البرية .

س: وضح كيف تعمل التيارات الدوامية على إيقاف القطارات الحديثة (٢٢ ١٥)



ج: (توضع ملفات سلكية يعمل كل منها كمغناطيس كهربائي مقابل القضبان للسكة) في الحركة الاعتيادية لا ينساب تيار كهربائي في تلك الملفات. ولإيقاف القطارات عن الحركة يدفع تيار كهربائي في تلك الملفات فيتولد مجالاً مغناطيسياً قوياً يمر خلال القضبان الحديدية للسكة. ونتيجة للحركة النسبية بين المجال المغناطيسي والقضبان تتولد تيارات دوامة فيها ووفقاً لقانون لنز تولد هذه التيارات مجالاً مغناطيسياً يعرقل تلك الحركة وهو السبب الذي تولدها فيتوقف القطار عن الحركة

س: على أي مبدأ تعمل كاشفات المعادن المستعملة في المطارات وكيف تعمل على كشف المعادن؟

ج: تعمل وفقاً لظاهرة الحث الكهرومغناطيسي والتي تسمى غالباً **الحث النبضي**.

إذ يحوي جهاز كاشف المعادن ملفين سلكيين أحدهما يستعمل كمرسل والآخر مستقبل، يسלט تيار متناوب على ملف الإرسال والذي يولد مجالاً مغناطيسياً متناوباً وهذا المجال المتغير مع الزمن يحث تياراً في ملف الاستقبال ويقاس مقدار هذا التيار ابتداءً في حالة عدم وجود أي مادة معدنية بين الملفين عدا الهواء. وعند مرور أي جسم موصل بين المستقبل والمرسل سوف يستحث تياراً بشكل تيارات دوامة في الجسم الموصل فتعمل التيارات الدوامية المحتثة المتولدة على عرقلة

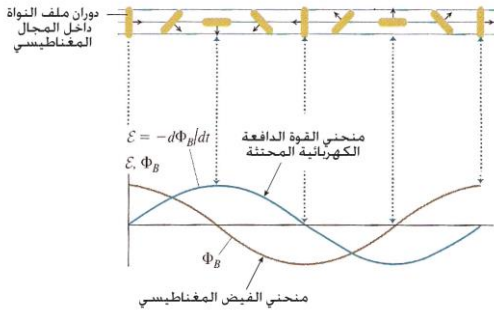
التغير في الفيض المغناطيسي المتولد في ملف الاستقبال وهذا يتسبب في تقليل التيار الابتدائي المقاس في الملف المستقبل في حالة وجود الهواء بين الملفين ويعطي الجهاز صوت منبه يدل على وجود القطع المعدنية في ملابس الشخص .

(١٤) تذكر مجالين من المجالات التي تستثمر فيها التيارات الدوامية؟

المولدات الكهربائية

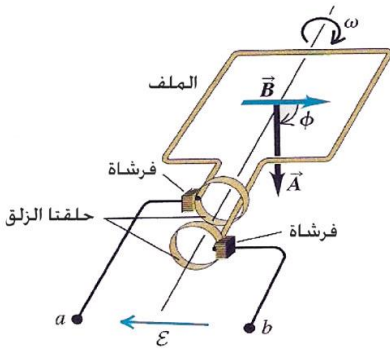
تعمل المولدات الكهربائية في بعض أنواع محطات إنتاج الطاقة الكهربائية على تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية بتأثير المجال المغناطيسي. والمولدات على نوعين

- مولدات التيار المتناوب (أحادية الطور أو ثلاثية الطور) (Ac)
- مولدات التيار المستمر (Dc).



١: مولد التيار المتناوب (AC) احادي الطور

س: مم يتركب مولد التيار المتناوب (ac) أحادي الطور.



١. نواة (قلب حديد وملف)
٢. مغناطيس قوي .فانده (توليد مجال مغناطيسي منتظم)
٣. حلقتين معدنيتين.
٤. فرشاة كربونية.فاندها(توصيل ملف النواة للدائرة الخارجية)

س: كيف يعمل مولد التيار المتناوب (اشتقاق معادلة المولد البسيط للتيار المتناوب) توليد ق د ك محتثة عند تغير الزاوية

بين B و A

ج: عندما يدور الملف بسرعة زاوية (ω) منتظمة تقاس بوحدات (rad/s) داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه (B) منتظمة ومساحة اللفة الواحدة منه (A) فإن الفيض الذي يخترق اللفة الواحدة من الملف عند أي لحظة زمنية يعطى بالعلاقة التالية : $(\Phi_B = BA \cos \theta)$.

وبما أن المعدل الزمني للتغير في الإزاحة الزاوية يمثل السرعة الزاوية تقاس بالعلاقة $(\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t})$ وحداتها $\frac{rad}{s}$ وعندما تكون السرعة الزاوية المنتظمة فإن $(\theta = \omega t)$

فيكون الفيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة الواحدة $\Phi_B = BA \cos(\omega t)$ وهو دالة جيب تمام $(\cos \omega t)$ تتغير مع الزمن أما المعدل الزمني للتغير بالفيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة الواحدة يعطى بالعلاقة :

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -BA \omega \sin(\omega t) \quad \text{علماً أن} \quad \left[\frac{\Delta \{\cos(\omega t)\}}{\Delta t} = -\omega \sin(\omega t) \right]$$

ووفقاً لقانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي فإن القوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ϵ_{ind}) في الملف هي

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

وبالتالي تعطى القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي ملف يدور داخل مجال مغناطيسي منتظم كما يلي

$$\epsilon_{ind} = N \{BA \omega \sin(\omega t)\} \quad \text{حيث أن} \quad \omega = 2\pi f$$

والرمز (f) هنا يمثل التردد وحداته (Hz) Hertz (ω) يمثل التردد الزاوي وحداته rad/sec

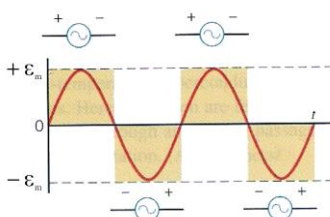
وتجب ملاحظة أن مقدار القوة الدافعة الكهربائية تتغير هنا جيبياً من الزمن فهي دالة جيبيية $\sin(\omega t)$

والفولطية اللحظية (الآنية) $\epsilon_{instantinus}$ تعطى بالعلاقة التالية .

$$\epsilon_{instantinus} = \epsilon_{max} \sin(\omega t) = \text{الفولطية الآنية}$$

$$\epsilon_{max} = N B A \omega = \text{ذروة الفولطية}$$

تتغير قيمة $\epsilon_{ind} = \epsilon_{inst}$ دورياً وكما يلي:



١. عند (t=0) فإن مقدار ($\epsilon_{ind} = 0$) وتبدأ قيمته بالأزداد مع بدء الدوران.
٢. بعد إكمال ربع الدورة الأول تكون ($\omega t = \pi/2$) عندها تصل ϵ_{ind} مقدارها الأعظم وتسمى ذروة الفولطية. أي أن $\epsilon_{max} = N B A \omega$ ثم تتناقص تدريجياً
٣. وعندما تكون ($\omega t = \pi$) فإن قيمة ϵ_{ind} تصل الى الصفر من جديد.... ثم تبدأ قيمة القوة الدافعة الكهربائية المحتثة ϵ_{ind} تزداد قيمتها بالأزداد بالاتجاه السالب (انعكاس الفولطية المحتثة)

٤. وعندما تكون قيمة $(\omega t = 3\pi/2)$ عندها تصل قيمة ϵ_{ind} الى مقدارها السالب الأعظم ثم تتناقص تدريجياً .
 ٥. وعندما تكون $(\omega t = 2\pi)$ فإن قيمة ϵ_{ind} تصل الى الصفر من جديد عندها يكمل الملف دورة كاملة . فاذا كان المجال الكهربائي منتظم تكون ϵ_{ind} بشكل دالة جيبيية . وبهذا نجد أن قطبية القوة الدافعة الكهربائية تنعكس مرتين في كل دورة.

أن المولد الكهربائي الذي يولد (ق.د.ك) محتثة كالتى تتغير بالطريقة أنفة الذكر هي (A.c) ويمكن تصميم مثل هذا المولد يربط طرفي الملف بحلقتين معدنيتين تنزلق على كل من هاتين الحلقتين فرشاة من الكربون تتصلان بالدائرة الخارجية ذات مقاومة (R) فيعطى التيار بالعلاقة التالية

$$I_{instantinus} = \frac{\epsilon_{ind}}{R} = \frac{NBA\omega \sin(\omega t)}{R}$$

$$I_{max} = \frac{NBA\omega}{R}$$

ويعسمى التيار الناتج من هذا المولد بالتيار الآني ($I_{instantinus}$) وهو تيار متناوب جيبي الموجة ويعطى بالعلاقة التالية

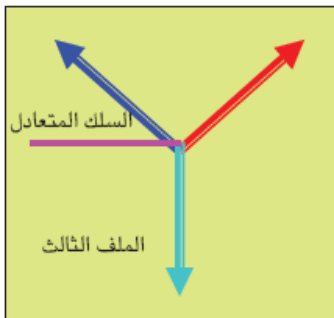
$$(I_{instantinus} = I_{max} \sin(\omega t))$$

$$I_{instantinus} = I_{max} \text{ أو اللحظي } I_{max} = \text{المقدار الأعظم للتيار}$$

س: علام يعتمد مقدار ϵ_{max} :١ I_{max} :٢ في المولد البسيط للتيار المتناوب

ج:١: عدد اللفات ، المجال المغناطيسي (كثافة الفيض المغناطيسي)، مساحة الملف ، السرعة الزاوية لدوران نواته

٢: عدد اللفات، المجال المغناطيسي (كثافة الفيض المغناطيسي)، مساحة الملف ، السرعة الزاوية لدوران نواته ، المقاومة المكافئة لدائرته التي تجهزها بالطاقة.

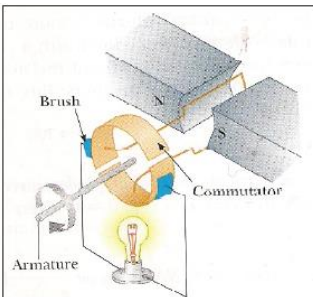


٢: مولد التيار المتناوب ذي الأطوار الثلاثة

مكوناته: يتألف من ثلاث ملفات حول النواة تربط ربطاً نجمياً تفصل بينها زوايا متساوية قياسها (١٢٠ °) وترتبط أطرافها الأخرى مع سلك يسمى بسلك المتعادل (الخط الصفري) والتيار الخارج من هذا المولد ينقل بثلاثة خطوط . ومثل هذا المولد يجهز تياراً متناوباً ذي مقدار أكبر من التيار الذي يجهزه المولد المتناوب أحادي الطور.

(٤٥ ٤٤): مم يألف مولد تيار المتناوب ثلاثي الطور وما الفائدة العملية منه موضحاً ذلك بالرسم

ج: يتألف من ثلاث ملفات حول النواة تربط ربطاً نجمياً تفصل بينها زوايا متساوية قياسها (١٢٠ °) وترتبط أطرافها الأخرى مع سلك يسمى بسلك المتعادل (الخط الصفري). (فائدته) يجهز تيار متناوب ثلاثي الطور أكبر من التيار الذي يولده المولد أحادي الطور (يتألف) من ثلاث ملفات حول النواة تربط ربطاً نجمياً تفصل بينها زوايا متساوية قياسها (١٢٠ °) وترتبط أطرافها الأخرى مع سلك يسمى بسلك المتعادل (الخط الصفري)



س: (٢٣ ٢٤): ما الفائدة العملية من مولد التيار المتناوب ذي الاطوار الثلاثة؟

ج: نحصل تيار متناوب جيبي بثلاث اطوار الفرق بينها (١٢٠ °) والتيار أكبر من الذي يولده المولد احادي الطور

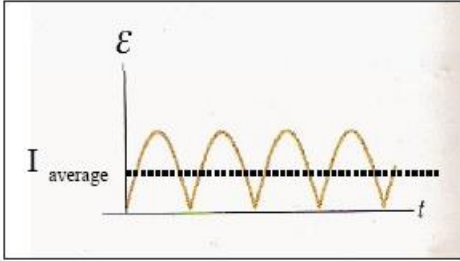
٣: مولد التيار المستمر (dc): لكي نجعل التيار المناسب في الدائرة الخارجية للملف باتجاه

واحد (يحافظ على اتجاه ثابت) يتطلب أن نستبدل الحلقتين المعدنيتين (حلقتا الزلق) ونضع في طرفي الملف حلقة واحدة معدنية تتألف من نصفين معزولين عن بعضهما كهربائياً تسميان (المبادل) ويتماسان مع فرشاة الكربون (من الكرافيت)

لغرض ربط (توصيل) الملف مع الدائرة الخارجية. ويكون التيار الناتج من هذا المولد تياراً نبضي الشكل ويعطى المقدار المتوسط ($I_{average}$) لهذا التيار بالعلاقة التالية: $I_{average} = 0.636 I_{max}$

و لجعل التيار الخارج من مولد التيار المستمر أقرب إلى تيار النضيدة (ثابت المقدار تقريباً) نزيد عدد الملفات حول النواة وتحصر زوايا متساوية، ويكون عدد قطع المبادل ضعف عدد ملفات المولد.

س: كيف يمكن جعل المولد البسيط للتيار المتناوب ١: يولد تياراً مستمراً نبضياً ٢: يولد تياراً مستمراً أقرب لتيار النضيدة



ج: ١: نضع نصف حلقة معدنية تدعى المبادل بدلاً من حلقتي الزلق نحصل منه على تيار نبضي.

٢: نزيد عدد الملفات حول النواة وتحصر زوايا متساوية وتكون عدد قطع حلقة المبادل ضعف عدد الملفات للمولد نحصل من المولد على تيار أقرب إلى تيار النضيدة في حالة ربطه بدائرة مغلقة.

(١٤ ١٤، ١٤ ١٤، ٢٢ ٢٢، ٢٢ ٢٢) هل يمكن جعل التيار الخارج من مولد التيار المستمر ذي الملف الواحد أقرب إلى تيار النضيدة (ثابت المقدار تقريباً) ج: الفقرة الثانية السابقة

س: ((١٨ ت، ٢٠ ت)) ما الغرض من زيادة عدد ملفات المولد البسيط للتيار المستمر

ج: نحصل من المولد على تيار أقرب إلى تيار النضيدة (ثابت المقدار تقريباً) في حالة ربطه بدائرة مغلقة.

س: ما هو المبادل ؟

ج: هو نصف حلقة معدنية معزولين عن بعضهما عزلاً كهربائياً معزولين عن محور الدوران أيضاً ويتماسان مع فرشتي الكربون لغرض ربط ملف المولد مع الدائرة الكهربائية الخارجية . وتكون عدد لقطع ضعف عدد الملفات في المولد في حالة استعمال أكثر من ملف في المولد.

مثال ٤: ملف سلكي يتألف من (٥٠٠) لفة دائرية بنصف قطر (2cm) وضع بين القطبي مغناطيس كبير ومنظم ، عند ما كان الفيض المغناطيسي يصنع زاوية (30°) مع مستوي الملف ، فإذا تناقصت كثافة الفيض المغناطيسي خلال اللفة الواحدة بمعدل (0.2T/s). أحسب مقدار ق. د.ك الحثية على طرفي الملف

تكون الزاوية (θ) محصورة بين متجه المساحة وكثافة الفيض المغناطيسي

$$\text{Sol: } \Phi_B = B \cos \theta$$

والزاوية المعطاة بالسؤال تقع بين مستوي الملف وكثافة الفيض المغناطيسي لذا فإن ($\theta = 90 - 30 = 60^\circ$)

$$\text{مساحة الملف} = A = \pi r^2 = 3.14 \times (2 \times 10^{-2})^2 = 12.56 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\epsilon_{ind} = -N \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t} = -N \times (A \cos \theta \frac{\Delta B}{\Delta t})$$

$$\epsilon_{ind} = -500 \times 12.56 \times 10^{-4} \times (-0.2) \times \cos 60 = 628 \times 10^{-4} = 0.0628 \text{ V}$$

س: ما نوع التيار المتولد في **نواة** المولد البسيط للتيار المستمر .

ج: تيار محتث متناوب بشكل دالة جيبية. (المبادل يحول التيار المتناوب في النواة إلى تيار نبضي في الدائرة لخارجية)

س: ما فائدة المبادل في مولد التيار المستمر؟

ج: تحويل التيار المتناوب (ac) المتولد في النواة إلى تيار باتجاه واحد مستمر (dc).

عمله : وهو جهاز يعمل على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية .

س: ما أساس عمل المحرك الكهربائي أو المبدأ الفيزيائي (الأساس الفيزيائي)

ج: القوة المغناطيسية المؤثرة في ملف يسري فيه تيار كهربائي وموضوع داخل مجال مغناطيسي فيدور الملف بتأثير عزم يسمى عزم المزودج.

حيث يزود ملف النواة بتيار كهربائي مستمر بواسطة مصدر فولتية (بطارية) فتتولد قوى مغناطيسية تؤثر على ملف النواة تعمل على تدوير نواة المولد بتأثير عزم يدعى عزم المزودج نتيجة لوجود مجال مغناطيسي خارجي و المجال المغناطيسي الناشئ من التيار المناسب في ملف النواة .

س: مم يتركب محرك التيار المستمر

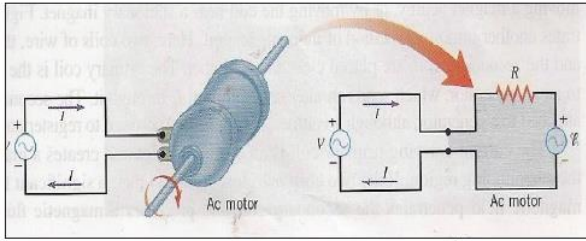
ج: من نفس أجزاء المولد للتيار المستمر وهي **١ : ملف النواة ٢: مغناطيس قوي ٣: مبادل ٤: فرشتان كربونية**

ولكن عمله بشكل معاكس . أي عمله يحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية بوجود المجال المغناطيسي أما المولد فهو يحول الطاقة الميكانيكية إلى كهربائية بوجود المجال المغناطيسي

القوة الدافعة الكهربائية المضادة (\mathcal{E}_{back})

س: كيف تتولد ق. د.ك محتثة مضادة وكيف يكون المحرك المشتغل مولد في نفس الوقت؟

ج: عند دوران ملف النواة للمحرك داخل المجال المغناطيسي بفعل المصدر الخارجي يحصل تغير في مستوي الملف نسبة للمجال المغناطيسي ووفقاً لقانون فراادي في الحث الكهرومغناطيسي تتولد (**ق.د.ك**) محتثة على طرفي ملف نواة المحرك تسمى (**ق.د.ك**) محتثة مضادة (\mathcal{E}_{back}) لأنها تكون معاكسة في قطبيتها للفولتية الموضوعه ($\Delta V_{Applied}$) على طرفي ملف النواة وفق قانون



لنز وتعطى بالعلاقة التالية : $\mathcal{E}_{back} = -N \frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = NBA\omega$

س: (١٥، ١٣، ١٤، ١٥، ١٧، ١٨، ٢٢، ٢٣) علام يعتمد مقدار (\mathcal{E}_{back}) (ق.د.ك) محتثة مضادة في المحرك الكهربائي

ج: يعتمد مقدار (ق.د.ك) محتثة مضادة على

١: سرعة دوران النواة (المعدل الزمني للتغير بالفيض المغناطيسي) . **٢:** عدد لفات الملف .

أو عدد اللفات والمجال المغناطيسي و مساحة مقطع الملف و السرعة الزاوية لدوران نواة المحرك .

س: (١٦، ٢٥، ٢٠، ٢٤، ٢٣) ما الذي يحدد مقدار التيار المناسب في دائرة المحرك الكهربائي ؟

ج: **١:** الفرق بين الفولتية الموضوعه ($V_{applied}$) ومقدار (ق.د.ك) محتثة مضادة \mathcal{E}_{back} في دائرة المحرك

٢: مقاومة دائرة المحرك وتعطى وفق العلاقة التالية: $I = \frac{\Delta V_{applied} - \mathcal{E}_{back}}{R}$

س: (١٤، ١٨) علام يعتمد مقدار التيار المناسب في دائرة المحرك الكهربائي للتيار المستمر

ج: الفرق بين الفولتية الموضوعه ($V_{applied}$) ومقدار (ق.د.ك) محتثة مضادة \mathcal{E}_{back} في دائرة المحرك

س: ١: أين تتولد (E_{back}) ؟ ٢: وما سبب تولدها ؟ ٣: ولماذا سميت مضادة ؟

ج: ١: تتولد في المحركات الكهربائية .

٢: سبب تولدها دوران نواة المحرك داخل مجال مغناطيسي منتظم يؤدي إلى تولدها وفقاً لظاهرة الحث الكهرومغناطيسي

٣: ومضادة لأنها تعاكس الفولطية الموضوعية على طرفي ملف نواة المحرك الكهربائي.

س: (١٤٢٥) ما المقصود ب (ق . د . ك) مضادة (E_{back}) في المحرك الكهربائي؟ ولماذا سميت مضادة ؟

ج: هي فولطية محتثة متولدة على طرفي ملف نواة المحرك الكهربائي نتيجة لدورانه داخل مجال مغناطيسي منتظم سميت مضادة لان قطبيتها معاكسة لقطبية المصدر المسبب لدوران نواة المولد تعمل على تقليل التيار المناسب في ملف المولد.

المحاضرة: هي تولد ق.د.ك محتثة في ملف نتيجة تغير الفيض المغناطيسي المتغير خلال الملف نفسه.

س: ما شرط تولد (ق.د.ك) محتثة في ملف دون وجود فيض مغناطيسي خارجي ؟

ج: حصول تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف والناتج من التيار المتغير خلال الملف نفسه.

س: كيف يحصل تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف ؟

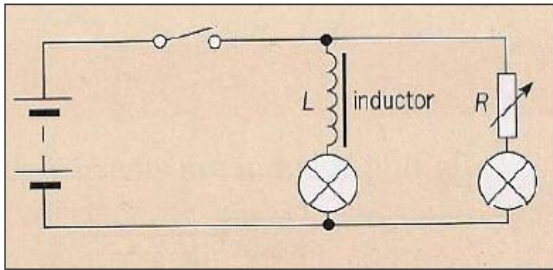
ج: ١: توافر حركة نسبية بين الساق المغناطيسية والملف (حركة الساق أو تغير الفيض والمغناطيس ساكن)

٢: نتيجة انسياب تيار متزايد أو متناقص خلال الملف نفسه.

س: هل أن الفيض المغناطيسي المتغير في الملف الناتج عن تغير التيار المناسب في الملف يمكنه توليد (ق.د.ك) في ذلك الملف ؟

ج: نعم يمكنه ذلك ؟

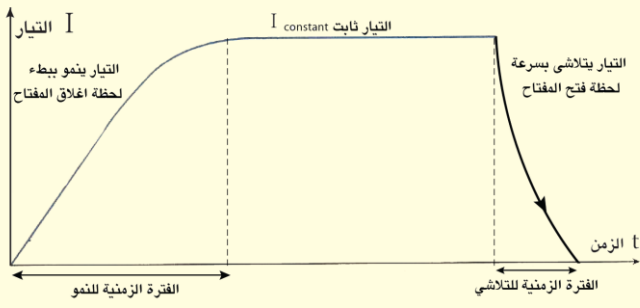
س: وضح كيف يمكن أن تتولد (ق.د.ك) محتثة في ملف نتيجة تغير التيار المناسب بالملف عملياً ؟



ج: نربط مصباحان متماثلان على التوازي مع بطارية ونربط أحدهما مع مقاومة متغيرة والآخر مع ملف نأخذ من المقاومة المتغيرة مقاومة مساوية لمقاومة الملف وكل من المقاومة والملف مربوط كل منهما مع أحد المصباحين على التوالي (نضع داخل جوف الملف ساق حديد مطاوع لزيادة كثافة فيضه المغناطيسي) نغلق الدائرة حينها نشاهد أن كلا المصباحين يتوهجان توهجاً كاملاً متساوياً في الشدة بعد وصول التيار إلى مقداره الثابت ولكن لا يصلان نفس التوهج في أن واحد بل هناك تأخراً ملحوظاً في الزمن المستغرق لتوهج المصباح المربوط مع الملف. عن توهج المصباح المربوط مع المقاومة .

س: ما سبب تباطؤ توهج المصباح الكهربائي لحين وصوله لتوهجه الثابت إذا ربط إلى ملف في دائرة كهربائية بعد غلقها ؟

ج: بسبب صفة في الملف تدعى المحائة (الحث الذاتي للملف) ومثل هذا الملف يدعى (محث). عندما تكون مقاومته الأومية صفراً (وهي حالة مثالية)



عند ربط ملف وبطارية ومفتاح كهربائي على التوالي نلاحظ لحظة إغلاق مفتاح هذه الدائرة يتزايد فيها التيار من الصفر إلى مقداره الثابت . والتيار المتغير المنساب في الملف يسبب تولد تغيراً في المجال المغناطيسي حول الملف . وهذا المجال المغناطيسي المتغير يسبب تولد ق.د.ك محتثة تعاكس ذلك التغير وفقاً لقانون لنز و تسمى

(قوة دافعة كهربائية محتثة ذاتية) والتي تعرقل بدورها التغير الحاصل في التيار الأصلي المنساب بالملف نفسه (تعاكس التنامي عند الغلق للمفتاح الكهربائي ، وتعاكس التلاشي عند فتح المفتاح) و {تسمى بظاهرة الحث الذاتي}

س: عرف ظاهرة الحث الذاتي ؟

ج: هي عملية تولد ق.د.ك محتثة في ملف نتيجة تغير التيار المنساب لوحدة الزمن في الملف نفسه .

س: اشتق المعادلة لحساب مقدار ق.د.ك محتثة ذاتية في ملف ؟

ج: نفرض أن التيار المنساب في الملف مقداره (I)، فإن ذلك يسبب فيضاً مغناطيسياً مقداره (Φ) يخترق كل لفة من لفات الملف ويتناسب مقداره طردياً مع مقدار التيار . أي أن (N Φ_B ∝ I) فيكون (N Φ_B = L I) حيث (L) ثابت التناسب ويمثل معامل الحث الذاتي .

فإذا تغير مقدار التيار بمعدل زمني (ΔI/Δt) فإن الفيض المغناطيسي المتولد يتغير بمعدل زمني مقداره (ΔΦ/Δt) ويتناسب طردياً مع المعدل الزمني للتغير في التيار مما يؤدي إلى تولد ق.د.ك ذاتية في الملف يتناسب مقداره طردياً مع المعدل الزمني لتغير التيار . ووفقاً لقانون فرادي في الحث الكهرومغناطيسي

$$N\Phi_B \propto I$$

$$N\Phi_B = LI \quad \text{فإذا تغير مقدار التيار بمعدل زمني } \left(\frac{\Delta I}{\Delta t}\right) \text{ تصبح المعادلة}$$

$$N \times \left(\frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}\right) = L \times \left(\frac{\Delta I}{\Delta t}\right) \quad \text{نضرب طرفي المعادلة في (-1) ينتج}$$

$$\epsilon_{ind} = -N \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t} = -L \times \left(\frac{\Delta I}{\Delta t}\right) \quad \Rightarrow \quad \boxed{\epsilon_{ind} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}}$$

$$(N \Delta \Phi_B = \text{التغير في الفيض الذي يخترق الملف (التغير في وشيجة الفيض للملف)})$$

$$(N \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t} = \text{المعدل الزمني لتغير الفيض خلال الملف (المعدل الزمني لتغير وشيجة الفيض خلال الملف)})$$

$$L = \frac{\epsilon_{ind}}{-\left(\frac{\Delta I}{\Delta t}\right)} \quad \text{(انتبه مقدار L موجبة دائماً)}$$

س: (٢٣ ٢٤): ما المقصود بمعامل الحث الذاتي للملف؟

يعرف معامل الحث الذاتي : هو نسبة القوة الدافعة الكهربائية المحتثة المتولدة في ملف نتيجة تغير التيار إلى المعدل الزمني للتغير في ذلك التيار في الملف نفسه

$$\text{ويقاس معامل الحث الذاتي في النظام الدولي للوحدات بوحدات (Henry = \frac{\text{Volt} \cdot \text{second}}{\text{Ampere}})$$

س: : ما هو الهنري H

ج: هو وحدة معامل الحث الذاتي لملف إذا تغير التيار فيه بمعدل $\frac{\text{Ampere}}{\text{second}}$ تتولد قوة دافعة كهربائية على طرفيه فولط واحد.

يتوقف مقدار معامل الحث الذاتي (L) لملف على (١٧٢٤)

١: عدد لفات الملف ٢: حجم الملف ٣: الشكل الهندسي للملف

٤: النفوذية المغناطيسية للوسط في جوف الملف (يزداد L) عند إدخال قلب حديد مطاوع في جوف الملف

س: ماذا يمثل مقدار معامل الحث الذاتي للملف ؟

ج: يساوي عددياً نسبة ق . د . ك المحتثة في المتولدة في ملف نتيجة لتغير التيار في الملف ذاته بمعدل $(\frac{1 \text{ Ampere}}{1 \text{ second}})$.

ملاحظة: ١: إذا كان التيار المنساب في الدائرة ثابت فأن الفيض ثابت فلا يتولد ق. د. ك محتثة ذاتية على طرفي الملف .

ملاحظة: ٢: إذا كان التيار متزايد (متنامي) { عند غلق دائرة التيار المستمر } $(\frac{\Delta I}{\Delta t} = \text{موجب})$ يتولد فيضاً مغناطيسياً متزايداً فتتولد ق. د. ك محتثة ذاتية بقطبية معاكسة لفولطية المصدر وفقاً لقانون لنز وهي تعرقل تنامي التيار لذا يكون زمن التنامي كبير من الصفر إلى مقداره الثابت ويعطى صافي الفولطية في الدائرة الكهربائية وفق العلاقة التالية :

$$V_{net} = V_{applid} - \epsilon_{ind} = I_{inst}R$$

ويكون تنامي التيار بثلاث مراحل :

المرحلة الأولى: لحظة غلق الدائرة يكون التيار الآني في الدائرة صفراً (I = 0).

$$V_{net} = V_{applid} - \epsilon_{ind} = I_{inst}R = 0 \Rightarrow V_{applid} = \epsilon_{ind}$$

المرحلة الثانية: عند تنامي التيار من الصفر وصولاً لقيمه الثابتة $V_{net} = V_{applid} - \epsilon_{ind} = I_{inst}R$

المرحلة الثالثة: عند وصول التيار إلى مقداره الثابت فلا يحصل تغير في الفيض الذي يخترق الملف لثبوت التيار المنساب فيه لذا يكون مقدار ق. د. ك محتثة ذاتية يساوي صفراً تطبق صيغة قانون أوم في الدائرة وكما يلي :

$$\epsilon_{ind} = 0 \Rightarrow V_{net} = V_{applid} - \epsilon_{ind} \Rightarrow V_{net} = V_{applid} = I_{inst}R$$

٣: إذا كان التيار متناقص (متلاشي) { عند فتح دائرة التيار المستمر } $(\frac{\Delta I}{\Delta t} = \text{سالب})$ يتولد فيضاً مغناطيسياً متناقصاً فتتولد ق. د. ك محتثة ذاتية بقطبية بنفس اتجاه فولطية المصدر (الفولطية الموضوعة على الملف) وعندئذ يعطى صافي الفولطية في الدائرة بالعلاقة التالية: $V_{net} = V_{applid} + \epsilon_{ind} = I_{inst}R$

فيكون زمن تلاشي التيار من مقداره الثابت إلى الصفر صغيراً نسبة لزمن تناميه (سببه ظهور فجوة هوائية بين جزئي المفتاح) تجعل مقاومة الدائرة كبيرة جداً فيزداد مقدار الفولطية المحتثة الذاتية بشكل كبير لحظة فتح الدائرة .

س: اكتب العلاقة الرياضية التي تعطى فيها الفولطية في دائرة تيار مستمر تحوي ملف وبطارية ومفتاح في الحالات التالية

$$V_{applid} - \epsilon_{ind} = I_{inst}R = V_{net} :a \quad \text{عند انسياب تيار متزايد المقدار في الملف}$$

$$V_{applid} + \epsilon_{ind} = I_{inst}R = V_{net} :b \quad \text{عند انسياب تيار متناقص المقدار في الملف}$$

س: كيف يمكن التخلص من ظاهرة الحث الذاتي في المقاومات المصنوعة من الأسلاك .

ج: تُلف لفاً غير حثياً بشكل طبقات ويكون اتجاه لف النصف الأول من الملف (أحدى الطبقات) معاكساً للف النصف الثاني من الملف (الطبقة التي تليها أو المجاورة لها) وينتج عن ذلك أن التأثيرات الحثية المتولدة في النصف الأول من الملف تلغي التأثيرات المتولدة في النصف الثاني من الملف (تساويها بالمقدار وتعاكسها بالاتجاه وسبب ذلك لأن التيار ينساب في نصفي الملف باتجاهين متعاكسين) .

س: لو سلطت فولطية متناوبة على طرفي ملف سلكي هل تتولد على طرفي الملف ق. د. ك محتثة ذاتية؟ وضح ذلك؟

ج: نعم تتولد لأن التيار المتناوب هو تيار متغير الشدة أي يولد فيضاً متغيراً وهذا الفيض يخترق الملف ويتولد ق. د. ك محتثة ذاتية في الملف ينتج عنها بما يدعى الرادة الحثية؟

س: ملف تجويفه هواء ربط بأسلاك توصيل إلى مصباح كهربائي ومفتاح ومصدر فولطية مستمرة ماذا يحصل لتوهج المصباح في كل حالة من الحالات التالية مع ذكر السبب؟

١. عند غلق المفتاح

٢. إدخال ساق حديد مطاوع في تجويف الملف ثم غلق المفتاح

٣. سحب الملف من طرفيه وجعله سلك مستقيم .

ج: ١: يتوهج المصباح بالتدريج حتى يثبت عند أقصى توهج. سببه تولد ق.د.ك محتثة ذاتية تعاكس تنامي التيار تسبب تأخير وصول التيار إلى قيمته الثابتة والتوهج في المصباح دالة على مقدار التيار المناسب في الدائرة.

٢: يحدث ما حدث في الحالة الأولى لكن يستغرق زمن أطول للوصول إلى أقصى توهج. سببه زيادة (ق.د.ك) محتثة ذاتية في الملف بسبب زيادة معامل الحث الذاتي للملف (ناتج عن زيادة النفوذية المغناطيسية في الحديد المطاوع عن مقدار النفوذية في الهواء قبل وضع الحديد).

٣: يصل التوهج فجأة إلى أقصاه سببه عدم وجود حث ذاتي و ق.د.ك محتثة ذاتية .

الطاقة المخزنة في المحث

نحن نعرف أن الطاقة الكهربائية المخزنة في المتسعات تعطى وفق العلاقة التالية : $PE_{electric} = \frac{1}{2} \times \frac{Q^2}{C}$

أما الطاقة المخزنة في المحث فتكون بشكل طاقة مغناطيسية وهذه الطاقة تتناسب طردياً مع مربع التيار الثابت (I) وتعطى الطاقة المخزنة في المجال المغناطيسي للمحث بالعلاقة التالية : $PE = \frac{1}{2} \times LI^2$

I= التيار المناسب في المحث L= معامل الحث الذاتي

{{ومن الجدير بالذكر أن المحث يعتبر ملف مهمل المقاومة}}

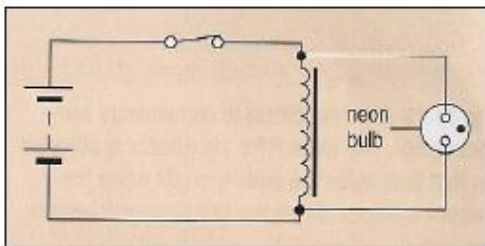
س: هل يتسبب **المحث** في ضياع أو استهلاك الطاقة الكهربائية وهل يتسبب **الملف** في استهلاك الطاقة الكهربائية وضح ذلك

ج:المحث لا يتسبب في ضياع الطاقة لأنه مهمل المقاومة والملف يستهلك طاقة لاحتوائه على المقاومة تسبب تبدد الطاقة .

نشاط: يوضح تولد القوة الدافعة الكهربائية المحتثة الذاتية على طرفي الملف. (ت ٢٠١٥، ت ٢٠٢٠، ١٥، ٢٠٢٠، ١٥، ٢٠٢١)

أدوات النشاط:بطارية(9V)مفتاح،ملف سلكي في جوفه قلب من الحديد المطاوع،مصباح نيون يحتاج(80V) ليتوهج

خطوات النشاط:



- نربط الملف والمفتاح على التوالي مع بعض.
- نربط مصباح النيون على التوازي مع الملف .
- نغلق دائرة الملف والبطارية بواسطة المفتاح ،لا نلاحظ توهج المصباح.
- نفتح دائرة الملف والبطارية بواسطة المفتاح نلاحظ توهج مصباح النيون بضوء ساطع لبرهة قصيرة من الزمن على الرغم من فصل البطارية عن الدائرة .

أولاً: عدم توهج المصباح لحظة إغلاق المفتاح كان بسبب عدم كفاية الفولطية الموضوعة لتوهج المصباح. سبب ذلك نمو التيار من الصفر إلى مقداره الثابت كان بطيئاً نتيجة لتولد (ق.د.ك) محتثة في الملف تعرقل المسبب لها وفقاً لقانون لنز .

ثانياً: توهج مصباح النيون لحظة فتح المفتاح كان بسبب تولد فولطية كبيرة تكفي لتوهجه . وتفسير ذلك هو نتيجة تلاشي السريع للتيار خلال الملف تولدت ق.د.ك محتثة ذاتية كبيرة المقدار نتيجة المقاومة الكبيرة للدائرة كانت كافية لتوهج المصباح فعمل الملف كأنه مصدر طاقة يجهز المصباح بفولطية تكفي لتوهجه.

مثال: ملف معامل حثه الذاتي (2.5mH) وعدد لفاته (500) لفة ، ينساب فيه تيار مستمر (4A) . أجب:

- ١) مقدار الفيض المغناطيسي الذي يخترق لفة واحدة من الملف .
- ٢) الطاقة المخزنة في المجال المغناطيسي للملف .
- ٣) معدل القوة الدافعة الكهربائية الحثية في الملف إذا انعكس اتجاه التيار خلال (0.25s) .

Sol: 1: $N \phi = L I$

$$500 \times \phi = 2.5 \times 10^{-3} \times 4$$

الفيض الذي يخترق اللفة $\phi = 2 \times 10^{-5} \text{Web}$

$$2: PE = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} \times 2.5 \times 10^{-3} \times (4)^2 = 0.02J$$

$$3: \varepsilon_{ind} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} = -L \frac{I_2 - I_1}{\Delta t} = -2.5 \times 10^{-3} \times \frac{-4 - 4}{0.25} = 0.08V$$

مثال: إذا كانت الطاقة المغناطيسية المخزنة في محث كبير تساوي (0.01 KW.h) عندما كان مقدار التيار المنساب فيه (200A) أجب مقدار معامل الحث الذاتي للمحث ؟

Sol: نحول وحدات الطاقة إلى (Joule)

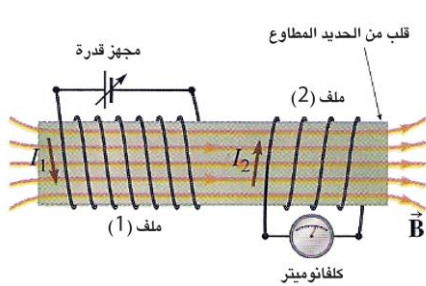
$$PE = 0.01 \text{KWh} = 0.01 \times 3600 \times 1000 = 3.6 \times 10^4 \text{Joule}$$

$$PE = \frac{1}{2} L \times I^2 \Rightarrow 3.6 \times 10^4 = \frac{1}{2} L \times (200)^2 \Rightarrow L = 1.8 \text{ H}$$

الحث المتبادل

إذا انساب تيار مستمر في سلكين متجاورين سوف تتولد بين السلكين قوة تجاذب أو تنافر مغناطيسي وحسب اتجاه التيار المنساب في السلكين .

س: ماذا يحصل بين حلقتين موصلتين مقلبتين متجاورتين أو بين ملفين متجاورين لو تغير التيار المنساب في أحدهما ؟



ج: أن التغير في التيار المنساب في أحد السلكين أو الملفين بإمكانه أن يحث تياراً في الملف المجاور أو الحلقة المجاورة وسوف تظهر بينهما قوة مغناطيسية. فإذا تغير التيار المنساب في الملف الابتدائي يتغير تبعاً لذلك الفيض المغناطيسي ($\phi_{B(2)}$) الذي اخترق الملف الثانوي لوحدة الزمن . وفقاً لقانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي تتولد قوة دافعة كهربائية محتثة في الملف الثانوي ($\varepsilon_{ind(2)}$) ذو عدد لفات (N_2)

$$\varepsilon_{ind(2)} = -N_2 \frac{\Delta \phi_{B(2)}}{\Delta t}$$

لقد وجد عملياً أن الفيض المغناطيسي الذي يخترق كل لفة من لفات الملف الثانوي يتناسب طردياً مع التيار المنساب في الملف الابتدائي فهذا يعني أن ($\phi_{B(2)} \propto I_1$) وبهذا يكون الفيض المغناطيسي الذي يشح (يخترق) كل الملف الثانوي (جميع اللفات) ذو عدد لفات (N_2) يتناسب طردياً مع التيار المنساب في الملف الابتدائي (I_1) أي أن ($N_2 \phi_{B(2)} \propto I_1$)

وعندما يتغير التيار في الملف الابتدائي بمعدل زمني $(\frac{\Delta I}{\Delta t})$ يتغير الفيض المغناطيسي الذي يشح الملف الثانوي بمعدل زمني

$$\varepsilon_{ind(2)} = -(N_2 \frac{\Delta \Phi_{B(2)}}{\Delta t}) \text{ وبما أن } (N_2 \frac{\Delta \Phi_{B(2)}}{\Delta t})$$

فيمكن أن تعطى القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف الثانوي بالعلاقة التالية:

$$\varepsilon_{ind(2)} = -M \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad 1$$

إذا كان الملفين في الفراغ فإن معامل الحث المتبادل (M) بين الملفين يعتمد على

١: ثوابت الملفين (L_2, L_1) أي (الحجم ، الشكل الهندسي ، عدد اللفات ، النفوذية المغناطيسية للمادة في جوف) للملفين

٢: وضعية كل ملف . ٣: الفاصلة بين الملفين.

س: علام يعتمد معامل الحث المتبادل بين الملفين يتوافر بينهما ترابط مغناطيسي تام ؟

س: (١٤٢٤) : علام يعتمد معامل الحث المتبادل بين ملفين ملفونين حول قلب من الحديد المطاوع مغلق (كما في المحولة)

ج: ثوابت الملفين

وفي حالة وجود قلب من الحديد مشترك ومغلق بين الملفين يعتمد (M) يعتمد فقط على ثوابت (L_1, L_2) الملفين نتيجة لحصول الاقتران المغناطيسي التام (تواشج تام) بين الملفين .

وعند حصول الاقتران التام فإن معامل الحث المتبادل بين الملفين يعطى وفق العلاقة التالية: $M = \sqrt{L_1 \times L_2}$

س: متى يحصل الاقتران التام بين الملفين ؟

ج: ١: إذا كان للملفين قلب حديد مطاوع مشترك مغلق ٢: إذا لف الملف الثانوي حول الملف الابتدائي .

اشتقاق معادلة الحث المتبادل بين ملفين

$$N\Phi_{B(2)} \propto I_1$$

$$N_2\Phi_{B2} = MI_1 \text{ (الفيض الذي تحترق الملف الثانوي)}$$

عند تغير التيار في الابتدائي يتغير الفيض في الثانوي

$$N_2\Delta\Phi_{B2} = M\Delta I_1 \text{ (التغير بالفيض في الملف الثانوي)}$$

يسبب تغير المعدل بالفيض عند تغير المعدل الزمني للتيار

$$N_2 \frac{\Delta\Phi_{B2}}{\Delta t} = M \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \text{ (المعدل الزمني لتغير الفيض في الثانوي)}$$

بضرب طرفي المعادلة في -1 ينتج

$$-N \frac{\Delta\Phi_{B2}}{\Delta t} = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \Rightarrow \varepsilon_{ind2} = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

تعريف الحث المتبادل : هو ظاهرة توليد ق د ك محتثة في ملف عندما يتغير التيار في ملف آخر مجاور له او يحيط به

- مثال:** ملفان متجاوران ملفوفين حول حلقة من الحديد المطاوع ، ربط بين طرفي الملف الابتدائي بطارية فرق الجهد بين طرفيها (100V) ومفتاح على التوالي . فإذا كان معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي (0.5H) ومقاومته (20Ω) . أحسب مقدار:
- ١: المعدل الزمني لتغير التيار في دائرة الملف الابتدائي لحظة إغلاق الدائرة .
 - ٢: معامل الحث المتبادل بين الملفين إذا تولد قوة دافعة كهربائية محتثة بين طرفي الملف الثانوي مقدارها (40V) لحظة إغلاق المفتاح في دائرة الابتدائي .
 - ٣: التيار الثابت المناسب في دائرة الملف الابتدائي بعد إغلاق الدائرة .
 - ٤: معامل الحث الذاتي للملف الثانوي .

Sol: 1: $V_{app} = L \frac{\Delta I_1}{\Delta t} + I_{ins} R$

$$100 = 0.5 \frac{\Delta I_1}{\Delta t} + 0$$

$$\frac{\Delta I_1}{\Delta t} = \frac{100}{0.5} = 200 \frac{A}{s}$$

2: $\epsilon_{ind(2)} = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$

$$-40 = -M \times 200$$

$$M = \frac{-40}{-200} = 0.2 H$$

3: $I_{const} = \frac{V_{app}}{R} = \frac{100}{20} = 5 A$

4: $M = \sqrt{L_1 \times L_2} \quad 0.2 = \sqrt{0.5 \times L_2}$

$$L_2 = \frac{0.04}{0.5} = 0.08 H$$

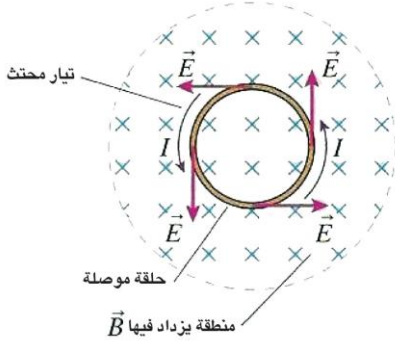
س: أين تستثمر ظاهرة الحث المتبادل

ج: في المحولات الكهربائية وفي جهاز التحفيز المغناطيسي خلال الدماغ

س: وضح كيف يعمل جهاز التحفيز المغناطيسي خلال الدماغ ؟

س: (١٥، ٢٢، ٢٥، ٢٣): وضح كيف تستثمر ظاهرة الحث المتبادل في جهاز التحفيز المغناطيسي خلال الدماغ

ج: يسלט تيار متغير مع الزمن على الملف الابتدائي الذي يمسك منطقة دماغ المريض فالمجال المغناطيسي المتغير المتولد بواسطة هذا الملف يخترق دماغ المريض مولداً ق . د . ك محتثة فيه . وهذه بدورها تولد تياراً محتثاً يشوش الدوائر الكهربائية في الدماغ وبهذه الطريقة تعالج بعض أعراض الأمراض النفسية مثل الكآبة .



س: عند ما ينساب تيار محتث في حلقة موصلة مغلقة ما هي مسببات هذا التيار؟

ج: القوى المغناطيسية تكون مسئولة عن توليد ق.د.ك محتثة الحركية في الموصل المتحرك داخل مجال مغناطيسي ثابت

س: وضح كيف يتولد مجال كهربائي محتث في حلقة موصلة ساكنة موضوعة داخل مجال مغناطيسي منتظم متزايد ؟

ج: عند وضع حلقة موصلة داخل مجال مغناطيسي متزايد منتظم سينساب تيار محتث في الحلقة وفقاً لظاهرة الحث الكهرومغناطيسي أن اتجاه التيار يتحدد وفقاً لقانون لنز وحركة الشحنات داخل الحلقة نتيجة لتولد مجال كهربائي في الحلقة يؤثر باتجاهات مماسية في الحلقة دائماً هذا المجال الكهربائي يسمى المجال الكهربائي المحتث .

س: ما سبب تولد المجال الكهربائي المحتث في الموصلات ؟

ج: يتولد هذا المجال نتيجة تغيرات الحث في الفيض المغناطيسي لوحدة الزمن الذي يخترق الحلقة .

س: (١٦١٥) : هل يمكن للمجال المغناطيسي أن يولد تياراً كهربائياً في حلقة موصلة مغلقة ؟ وضح ذلك ؟

ج: المجال المغناطيسي المتغير الذي يخترق الحلقة الموصلة المغلقة يتسبب في تولد مجال كهربائي محتث داخل الحلقة والذي بدوره يسبب حركة الشحنات داخلها اي ينساب تيار محتث وفقاً لظاهرة الحث الكهرومغناطيسي والذي يتعين اتجاهه وفقاً لقانون لنز

س: ما هو العامل الأساس في نشوء تيار المحتث في حلقة موصلة ساكنة داخل مجال مغناطيسي متغير المقدار .

ج: المجال الكهربائي المحتث المتولد في داخل معدن الحلقة ؟

ملاحظة: كل المجالات الكهربائية التي تنشأ بواسطة الشحنات الكهربائية الساكنة تدعى {مجالات كهربائية مستقرة} أما المجالات التي تنشأ بواسطة التغيرات الحاصلة في الفيض المغناطيسي تسمى { المجالات الكهربائية الغير مستقرة }.

س: ((ما المقصود بالمجال الكهربائي غير المستقر)) (١٦١٤) (٢٥)

س: أذكر بعض التطبيقات العملية على المجالات الكهربائية المحتثة ؟

ج: ١: السيارات المهجنة التي تمتلك كلا المحركين أ: محرك كارولين ب: محرك كهربائي . والتيارات المحتثة الناتجة في دوائرها الكهربائية تستثمر في إعادة شحن بطارية السيارة .

٢: في بعض الطائرات التي تستثمر التيارات المحتثة المتولدة في دوائرها الكهربائية في بقاء تشغيل محركها حتى بعد عطل أي نظام كهربائي فيها .

س: (٢٠١٥) قارن بين المجالات الكهربائية المستقرة وغير المستقرة

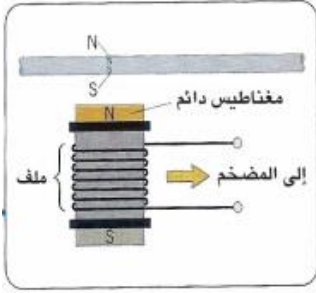
المجالات الكهربائية غير المستقرة	المجالات الكهربائية المستقرة
تنشأ بواسطة التغيرات الحاصلة بالمجالات المغناطيسية	تنشأ بواسطة الشحنات الكهربائية المستقرة
متغيرة المقدار والاتجاه	ثابتة المقدار والاتجاه
تعتمد على مقدار التغير بالمجال المغناطيسي لوحدة الزمن	يعتمد مقدارها على مقدار الشحنة المولدة لها

س: أذكر بعض التطبيقات لظاهرة الحث الكهرومغناطيسي ؟



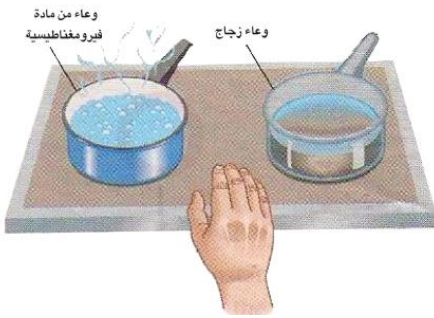
ج: ١: بطاقة الائتمان : عملها : عند تحريك البطاقة (تخزن المعلومات) الممغنطة أمام ملف سلكي يستحث تيار كهربائي ثم يضخم هذا التيار ويحول إلى نبضات للفولطية تحتوي المعلومات

س: (٢٠١٥): وضع كيف يتم التعرف على المعلومات المخزونة في بطاقة الائتمان (٢٠١٥) : كيف تعمل بطاقة الائتمان وفقاً لظاهرة الحث الكهرومغناطيسي في اظهار المعلومات؟



٢: القيثارة الكهربائي : عمله: أوتار القيثارة معدنية مصنوعة من مواد فيرو مغناطيسية تتمغنط في أثناء اهتزازها بواسطة ملفات سلكية يحتوي بداخلها ساق مغناطيسية توضع هذه الملفات في مواضع مختلفة تحت الأوتار المعدنية للقيثارة وعندما تهتز هذه الأوتار تستحث تياراً كهربائياً متناوباً تردده يساوي تردد الوتر المهتز ثم يوصل إلى مضمخ .

س: (٢٣١٥): وضع كيف تستثمر ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي في الطباخ الحثي؟



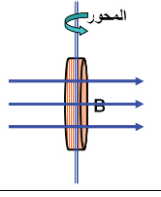
٣: الطباخ الحثي: تستثمر ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي في هذا النوع من الطباخات إذ يوضع تحت السطح العلوي للطباخ ملف سلكي ينساب فيه تيار متناوب ويحث هذا التيار مجالاً مغناطيسياً متناوباً ينتشر نحو الخارج وبمرور التيار المتناوب خلال قاعدة الإناء المعدني تتولد تيارات دوامة في قاعدة الإناء وبذلك تسخن قاعدة الإناء فيغلي الماء الذي بداخله .

أهم قوانين الفصل الثاني (الحث الكهرومغناطيسي)

$F_B = qvB \sin \theta$	θ الزاوية المحصورة بين متجه السرعة ومتجه المجال المغناطيسي	القوة المغناطيسية	1
$vB\ell = \Delta V = \epsilon_{\text{motional}}$	$I = \frac{vB\ell}{R}$	ق.د.ك. محتثة والتيار لسلك مستقيم	2
$\phi_B = BA \cos \theta$	θ الزاوية المحصورة بين متجه المساحة ومتجه المجال المغناطيسي	الفيض المغناطيسي (الواشح) (المخترق)	3
$\epsilon_{\text{ind}} = -N \left(\frac{\Delta \phi_B}{\Delta t} \right)$	$\epsilon_{\text{ind}} = NBA\omega \sin(\omega t)$	ق د ك محتثة للملف	4
$\epsilon_{\text{ind}} = NBA\omega \sin(\omega t)$	$I_{\text{instantinus}} = \frac{NBA\omega \sin(\omega t)}{R}$	ق د ك محتثة والتيار المحتث للمولد	5
$I_{\text{instantinus}} = I_{\text{max}} \sin(\omega t)$ Ac	$I_{\text{average}} = 0.636 I_{\text{max}}$ Dc	التيار الآني للمولد التناوب ومتوسط قيمة التيار المستمر	6
$\epsilon_{\text{back}} = -N \frac{\Delta \phi_B}{\Delta t} = NBA\omega$	$I = \frac{\Delta V_{\text{applied}} - \epsilon_{\text{back}}}{R}$	ق د ك محتثة مضادة والتيار في المحرك	7
$\epsilon_{\text{ind}} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$	$\epsilon_{\text{ind}} = -N \frac{\Delta \phi_B}{\Delta t}$	ق د ك محتثة ذاتية في ملف	8
$\epsilon_{\text{ind}(2)} = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t (1)}$	$\epsilon_{\text{ind}(2)} = -N_2 \frac{\Delta \phi_B}{\Delta t 2}$	ق د ك محتثة في الحث المتبادل	9
$PE = \frac{1}{2} \times L I^2$		الطاقة المخزنة في الملف	10

(٢١ ٢٤): نفس السؤال ولكن تقليل القطر الى ثلث ما كان عليه و الخيارات $a: \frac{3}{2}\epsilon_{max}$ $b: \frac{1}{4}\epsilon_{max}$ $c: \frac{3}{2}\epsilon_{max}$ $d: (3)\epsilon_{max}$.

س: (٢٤ ٢٤): عندما يدور ملف دائري حول محور شاقولي موازي لوجه الملف داخل مجال مغناطيسي كثافة فيضيه منتظمة (B) أفقية تولد أعظم مقدار للقوة الدافعة الكهربائية الحثية (ϵ_{max}) وعند زيادة عدد لفاته الى ثلاثة أمثال ما كانت عليه وتقليل قطره إلى ثلث ما كان عليه ومضاعفة التردد الدوراني للملف. فأما المقدار الأعظم للقوة الدافعة الكهربائية سيكون .



$a: \frac{2}{3}\epsilon_{max}$ $b: \frac{1}{4}\epsilon_{max}$ $c: \frac{3}{2}\epsilon_{max}$ $d: (3)\epsilon_{max}$.

$$\epsilon_{max2} = N_2 B A_2 \omega_2 = (3N) B \left(\frac{1}{3}r\right)^2 \pi (2\omega) = \frac{3}{2} N B r^2 \pi \omega = \frac{3}{2} \epsilon_{max1}$$

٧: (٢٤ ٢٤) تحقق 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 .

٨: (٢٤ ٢٤، ٢٠ ٢٤، ٢١ ١٥) مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية على طرفي ساق موصلة تتحرك نسبة لجال مغناطيسي في حالة سكون لا يعتمد على :

a: طول الساق . **b: قطر الساق.** c: وضعية الساق للفيض المغناطيسي. D: كثافة الفيض المغناطيسي

٩: عندما تقل السرعة الزاوية لدوران ملف نواة المحرك الكهربائي نتيجة لزيادة الحمل الموصل مع ملفه تتسبب في هبوط مقدار: (٢٤ ٢٤، ١٤ ١٤)

a: القوة الدافعة الكهربائية المضادة . **b: الفولطية الموضوعة على طرفي ملف النواة .** c: التيار المنساب في دائرة المحرك . d: فرق الجهد الضائع (IR) بين طرفي ملف النواة

$$\epsilon_{back} = \Delta V_{applied} - IR$$

ازدياد مقدار الحمل الموصل مع ملف المحرك يتسبب في هبوط مقدار (ϵ_{back}) وان مقدارها يعتمد على مقدار سرعة دوران النواة (ω) على وفق العلاقة الآتية $\epsilon_{back} = NAB\omega$ لذا عندما تقل (ω) تتسبب في هبوط ϵ_{back}

١٠: (ت ٢٢) يمكن أن يستحث تيار كهربائي في حلقة موصلة ومقفلة في العمليات التالية ما عدا واحدة منها هي .

a: حلقة موصلة ومقفلة تدور حول محور مواز لمستواها وعمودي على فيض مغناطيسي دائم

b: وضع حلقة موصلة ومقفلة ومتجه مساحتها مواز لفيض مغناطيسي متغير لوحدة الزمن

c: وضع حلقة موصلة ومقفلة ومتجه مساحتها عمودي لفيض مغناطيسي متغير لوحدة الزمن.

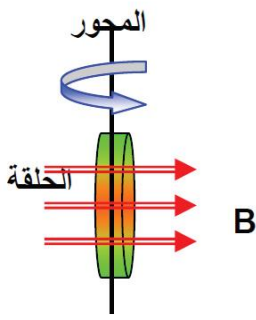
D: حلقة موصلة ومقفلة ومتجه مساحتها مواز لفيض مغناطيسي منتظم كبست من جانبيها المتقابلين.

١١: وحدة قياس كثافة الفيض المغناطيسي هي: ((١٥ ١٥))

a: $\frac{\text{Weber}}{s}$ b: Weber c: $\frac{\text{Weber}}{m^2}$ d: Weber . s

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

١٢: في الشكل المجاور عندما تدور حلقة موصلة حول محور شاقولي مواز لوجهها ومار بمركزها والمحور عمودي على فيض مغناطيسي أفقي منتظم فإن قطبية ق. د. ك محتثة تكون دالة جيبيية تتغير مع الزمن وتنعكس مرتين كل



a: دورة واحدة **b: ربع دورة** **c: نصف دورة** **d: دورتين.**

١٣: معامل الحث الذاتي لا يعتمد على: (٢٠ ٢٥، ١٩ ٢٥، ١٦ ١٥، ١٤ ٢٥) (٢٠ ٢٥)

a: عدد لفات الملف **b:** الشكل الهندسي للملف
c: المعدل الزمني للتغير في التيار المناسب في الملف **d:** النفوذية المغناطيسية لوسط جوف الملف.

س٢: علل:

١: 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. (٢٠ ٢٥، ١٧ ٢٥، ١٤ ٢٥)

ج: يتوهج المصباح عند فتح دائرته (الحالة الأولى) بسبب تلاشي التيار الى الصفر بسرعة كبيرة لتولد فجوة في المفتاح مما يؤدي الى توليد قوة دافعة كهربائية محتثة ذاتية كبيرة في الملف تجهز المصباح بفولطية تكفي لتوهجه اما عند غلق المفتاح لا يتوهج المصباح لأن الفولطية على طرفيه غير كافية وتمثل الفرق بين الفولطية الموضوعة والقوة الدافعة الكهربائية المحتثة الذاتية والأخيرة تعمل على عرقلة نمو التيار

٢: (١٤ ١٥، ٢٠ ٢٥، ٢٢ ٢٥) يغلي الماء داخل الإناء المعدني موضوع على السطح العلوي لطباخ حثي ولا يغلي الماء الذي في إناء زجاجي موضوع مجاور له وعلى السطح العلوي للطباخ نفسه .

ج: يوضع تحت السطح العلوي للطباخ 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 عازلة) فلا تتولد فيه حرارة فلا يسخن الماء الموضوع فيه .

س: (١٦ ٢٥): لا نشعر بسخونة السطح العلوي للطباخ الحثي عند لمسها باليد

ج: لأن السطح العلوي للطباخ الحثي صنع من مادة عازلة فلا ينساب فيها تيارات دوامة ولا تتولد حرارة

٣: إذا تغير تيار كهربائي مناسب في أحد ملفين متجاورين يتولد تيار محتث في الملف الآخر (٢٠ ١٩ ١٥)

(١٤ ٢٥) ماذا يحصل ولماذا: لو تغير التيار المناسب في أحد ملفين متجاورين؟

علل: (١٥ ٢٥، ١٥ ٢٥، ١٥ ٢٥، ٢٢ ١٥) : عند تغير تيار في ملف يتولد تيار محتث في ملف مجاور له؟

ج: التيار المتغير بالملف الابتدائي يسبب فيض مغناطيسي متغير وهذا الفيض المتغير يخترق الملف الثانوي فيتولد قوة دافعة كهربائية محتثة تسبب انسياب تياراً محتثاً فيه وفقاً لظاهرة الحث الكهرومغناطيسي (الحث المتبادل بين ملفين متجاورين) .

س٣: (١٥ ١٥، ١٨ ٢٥، ٢٠ ٢٥، ٢١ ٢٥) وضح كيف يمكنك عملياً معرفة إذا كان مجال مغناطيسي أو كهربائي موجود في حيز معين

ج: يتم ذلك بقذف جسيم مشحون داخل المجال ، فإذا انحرف الجسيم بموازاة المجال فإن المجال الموجود في الحيز هو مجال كهربائي . أما إذا انحرف الجسيم المشحون باتجاه عمودي على المجال فإن المجال الموجود هو مجال مغناطيسي .

س٤: عند دوران ملف مساحة اللفة الواحدة فيه (A) بسرعة زاوية (ω) داخل مجال مغناطيسي كثافة الفيض (B) منتظمة فإن الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف 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 [$\epsilon_{ind} = NB\omega A \sin(\omega t)$] وضح ذلك بطريقة رياضية .

ج: الفيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة الواحدة من الملف عند أي لحظة زمنية يعطى بالعلاقة التالية

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{A} = BA \cos(\omega t)$$

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -BA\omega \sin(\omega t) \quad \text{لأن مشتقة } [\Delta \cos(\omega t) = -\omega \sin(\omega t)]$$

$$\epsilon_{ind} = -N \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t} = -N \{-BA\omega \sin(\omega t)\} \quad \text{حيث أن } \omega = 2\pi f$$

$$\epsilon_{ind} = NBA\omega \sin(\omega t) \quad \text{عندما } \sin(\omega t) = 1 \quad \text{فإن } \epsilon_{max} = NBA\omega$$

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

س٥: ما المقصود **بالمجالات الكهربائية غير المستقرة** ؟

ج: هي مجالات كهربائية تنشأ بوساطة التغيرات الحاصلة في المجال المغناطيسي (أي أن المجال المغناطيسي المتغير يولد مجالاً كهربائياً متغيراً ومتوافقاً معه بالطور) كما يحصل في تولد الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ .

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

س٦: (١٤، ١٥، ١٨) اذكر بعض المجالات التي تستثمر فيها التيارات الدوامة . ووضح كل منها .

س٧: (٢٠) كيف تستثمر التيارات الدوامة في مكابح بعض القطارات الحديثة ؟ وضح ذلك ؟

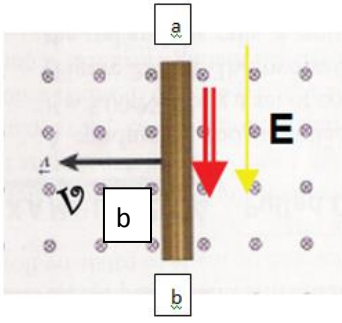
ج: تستثمر ١: في مكابح القطارات الحديثة .

(توضع ملفات سلكية يعمل كل منها كمغناطيس كهربائي مقابل القضبان للسكة) ففي الحركة الاعتيادية لا ينساب تيار كهربائي في تلك الملفات . ولإيقاف القطارات يدفع تيار كهربائي في تلك الملفات وهذا التيار يولد مجالاً مغناطيسياً قوياً يمر خلال القضبان الحديدية للسكة . ونتيجة للحركة النسبية بين المجال المغناطيسي والقضبان تتولد تيارات دوامة فيها ووفقاً لقانون لنز تولد هذه التيارات مجالاً مغناطيسياً يعرقل تلك الحركة وهو السبب في تولدها فيتوقف القطار .

٢: في كاشفات المعادن المستعملة حديثاً في نقاط التفتيش الأمنية وخاصة المطارات .

تعمل وفقاً لظاهرة الحث الكهرومغناطيسي والتي تسمى غالباً الحث النبضي . إذ يحوي جهاز كاشف المعادن ملفين سلكيين أحدهما يستعمل كمرسل والآخر مستقبل ، يُسلط تيار متناوب على ملف الإرسال والذي يولد مجالاً مغناطيسياً متناوباً وهذا المجال المتغير ع الزمن يحث تياراً في ملف الاستقبال ويقاس مقدار هذا التيار ابتداء في حالة عدم وجود أي مادة بين الملفين عدا الهواء . وعند مرور أي جسم موصل بين المستقبل والمرسل سوف يستحث تياراً بشكل تيارات دوامة في الجسم الموصل فتعمل التيارات الدوامة المحتثة المتولدة على عرقلة التغير في الفيض المغناطيسي المتولد في ملف الاستقبال وهذا يتسبب في تقليل التيار الابتدائي المقاس في الملف المستقبل في حالة وجود الهواء بين الملفين ويعطي الجهاز صوت منبه يدل على وجود القطع المعدنية في ملابس الشخص .

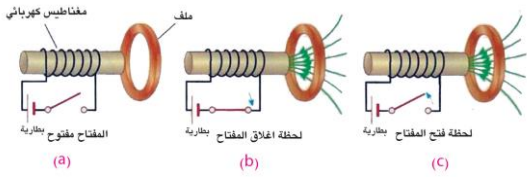
٣: للسيطرة على الإشارات الضوئية المنصوبة في تقاطعات بعض الطرق البرية



س٧: إذا تحركت الساق الموصلة (ab) في الشكل المجاور في مستوي 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 إذا تحركت الساق نحو اليمين وداخل المجال المغناطيسي نفسه ينعكس اتجاه المجال الكهربائي في داخلها باتجاه الطرف (a) . ما تفسير ذلك ؟

ج : عندما تكون حركة الساق نحو اليسار عمودياً على الفيض المغناطيسي فان القوة المغناطيسية 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 b) وبانعكاس اتجاه حركة الساق (نحو اليمين) ينعكس اتجاه (F_B) لذلك تتجمع الشحنات الموجبة في الطرف b والسالبة في الطرف a لذا يكون اتجاه المجال E من (b نحو (a)

س٨: عين اتجاه التيار المحتث في الملف السلكي في الأشكال الثلاث في أعلاه والناظر من جهة الملف اليسار.



a: دائرة مفتوحة لا ينساب تيار في الملف السلكي .

b: لحظة الغلق ينمو التيار في الملف الواقع جهة اليمين فيكون طرف الملف الحلقي جنوبي لأنه قريب من القطب الجنوبي للملف السلكي . ووفقاً لقانون

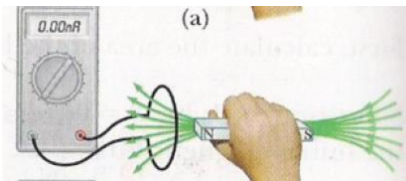
لنر (يسبب إضعاف للفيض) ويكون اتجاه التيار في الملف الحلقي باتجاه دوران عقارب الساعة للناظر من جهة اليسار .

c: لحظة الفتح يتلاشى المجال في الملف الابتدائي ووفقاً للنز يكون الطرف القريب من الملف الابتدائي قطب شمالي فيكون اتجاه التيار المحتث في الملف الحلقي عكس دوران عقارب الساعة .

س٩: افترض أن الملف والمغناطيس الموضح في الشكل المجاور ، كل منهما يتحرك بالسرعة نفسها نسبة إلى الأرض هل أن المقياس أميتر الرقمي (أو الكلفانومتر) مربوط مع الملف يشير إلى انسياب تيار في الدائرة ؟ وضع ذلك ج : لا يشير إلى مرور تيار في الملف ينتج عن تغير الفيض من قبل المغناطيس لأن لهما نفس السرعة

ولعدم توافر حركة نسبية بين المغناطيس والحلقة تسبب تغيراً في الفيض المغناطيسي لوحد الزمن.

س١٠: (٢٢ ٢٥): ما الكميات الفيزيائية التي تقاس



a: Weber ⇔ الفيض المغناطيسي (Φ_B)

b: $\frac{\text{Weber}}{m^2}$ ⇔ كثافة الفيض المغناطيسي (B)

c: weber/s ⇔ المعدل الزمني لتغير الفيض المغناطيسي ($\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$)

d: Tesla ⇔ كثافة الفيض المغناطيسي (B)

e: Henry ⇔ معامل الحث الذاتي (L) أو المتبادل (M)

س١١: (٢٥، ١٦، ٢٤، ٢٠) كيف تعمل التيارات الدوامة على كبح اهتزاز الصفيحة المعدنية المهتزة عمودياً على مجال مغناطيسي منتظم؟

ج: بسبب تولد التيارات المحتثة الدوامة في الصفيحة والتي تعمل على توليد مجال مغناطيسي محتث B_{ind} معاكس لاتجاه المجال المغناطيسي المؤثر (B) ونتيجة لذلك تتولد قوة مغناطيسية معرقلة لاتجاه حركة الصفيحة داخل المجال المغناطيسي فتعمل على كبح اهتزازها (على وفق قانون لنز)

س١٢: شريحة نحاس وضعت بين قطبي مغناطيس كهربائي كثافة فيضه منتظمة كبيرة بمستوى شاقولي ومستوي الصفيحة عمودياً على الفيض المغناطيسي. وعندما سحبت الصفيحة أفقياً بسرعة معينة لإخراجها من المجال وجد أن عملية السحب تتطلب تسليط قوة معينة ويزداد مقدار القوة الساحبة بازدياد مقدار تلك السرعة ما تفسير الحالتين؟

ج: نتيجة للحركة النسبية بين الصفيحة المعدنية و الفيض المغناطيسي تتولد تيارات دوامة في سطح الصفيحة المعدنية على وفق قانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي تتولد قوة مغناطيسية F_B معرقلة لاتجاه حركة الصفيحة على وفق قانون لنز. وبازدياد مقدار تلك السرعة تزداد القوة المغناطيسية F_B حيث بزيادة سرعة سحب الصفيحة يزداد المعدل الزمني لتغير التيار خلال الصفيحة فتزداد ق د ك محتثة ويزداد مقدار التيارات الدوامة وتزداد F_B مما يستوجب زيادة القوة الساحبة س: (١٦، ١٥) ماذا يحصل ولماذا لو سحبت صفيحة نحاس بين قطبي مغناطيس كهربائي كثافة فيضه منتظمة؟

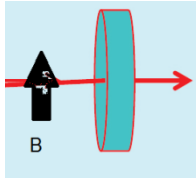
ستعاني من قوة معرقلة لحركتها بسبب حدوث تيارات دوامة في الصفيحة المعدنية تولد قوة مغناطيسية (F_B) تعمل باتجاه معاكس لحركة الصفيحة لعرقلة حركتها وفقاً لقانون لنز تعمل على اعاقه حركة الصفيحة او ايقافها؟

س: (٢٥، ١٤، ٢٠) علام يعتمد مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحركية على طرفي ساق موصلة تتحرك عمودياً على اتجاه كثافة الفيض المغناطيسي؟

ج: ١: سرعة حركة الساق داخل المجال المغناطيسي ٢: طول الساق ٣: كثافة الفيض المغناطيسي (المجال المغناطيسي)

س١٣: في الشكلين المجاورين سلك نحاسي وحلقة من نحاس مغلقة. في أي وضعية ينساب تيار محتث في الحلقة عندما ما يتراد التيار الكهربائي المنساب في السلك في كل من الحالتين؟ وضج ذلك؟

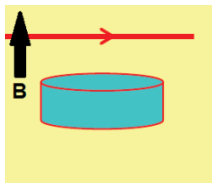
شكل a لا يتولد تيار محتث لعدم تولد ق د ك محتثة لأن الفيض المتزايد يكون موازياً للحلقة فلا يتوفر فيض مغناطيسي يخترق الحلقة. والزاوية بين متجه المساحة (\vec{A}) وكثافة الفيض المغناطيسي (\vec{B}) تساوي 90°



الشكل a

$$\Phi_B = B \cos \theta = B \cos 90 = BA \times 0 = 0$$

شكل b يكون اتجاه التيار المحتث باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة. لأن المجال المغناطيسي حول السلك يخترق الحلقة ويكون اتجاهه نحو الأعلى و متزايداً



الشكل b

$$\Phi_B = B \cos \theta = B \cos 0 = BA \times 1 = BA \quad \text{أعظم مقدار}$$

س٤١: يتوافر لك سلك ذي طول ثابت وترغب في الحصول على مولد بسيط بجهدك بأعظم مقدار (ق د ك) . هل يتطلب منك أن تجعل السلك بشكل ملف ذو لفة واحدة دائرية الشكل ؟ أم ملف ذو لفتين دائرية الشكل ؟ أم ملف ذو ثلاث لفات دائرية الشكل ؟ عند تدوير الملف الذي تحصل عليه بسرعة زاوية معينة داخل مجال مغناطيسي منتظم ثابت ؟ وضع إجابتك .

ج: لفة واحدة أفضل إذا كان طول السلك ثابت لأن تأثير زيادة المساحة أكبر من تأثير عدد اللفات في أعظم مقدار للقوة الدافعة الكهربائية

$$\varepsilon_{ind} = NBA\omega \sin(\omega t) \varepsilon_{ind} \propto NA \quad \text{بقية العوامل ثابتة}$$

$$\ell = 2\pi r \quad \text{طول المحيط في الحالة الأولى (لفة واحدة) = القطر} \times \text{النسبة الثابتة}$$

$$\frac{1}{2}\ell = 2\pi r_2 \quad \left(\text{في حالة لفتين} \right) \frac{\ell}{2} = \frac{2\pi r_1}{2\pi r_2} \Rightarrow \frac{2}{1} = \frac{r_1}{r_2} \quad \therefore r_2 = \frac{1}{2}r_1$$

$$\frac{\varepsilon_{ind 1}}{\varepsilon_{ind 2}} = \frac{N_1 A_1}{N_2 A_2} = \frac{N_1 \pi r_1^2}{N_2 \pi r_2^2} = \frac{N_1 r_1^2}{N_2 r_2^2} = \frac{1 \times r_1^2}{2 \times \left(\frac{1}{2}r_1\right)^2} = \frac{1}{2} \times 4 = 2 \quad \therefore \varepsilon_2 = \frac{1}{2}\varepsilon_1$$

وبنفس الطريقة يمكن أثبات أن القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في حالة ثلاث لفات تقل إلى ثلث ما كانت عليه في حالة لفة واحدة. لذا نجعل السلك بشكل ملف ذي لفة واحدة دائرية ليتم تجهيز أعظم مقدار للقوة الدافعة الكهربائية محتثة.

س١٥: (٢٣ ١٥ ، ١٤ ٢٥) : في معظم الملفات يصنع القلب بشكل سيقان متوازية من الحديد المطاوع معزولة عن بعضها البعض ومعزولة عزلاً كهربائياً ومكبوسة كبساً شديداً بدلاً من القلب من الحديد المطاوع مصنوع كقطعة واحدة . ما الفائدة العملية من ذلك .



ج: تقليل الخسائر بالطاقة الكهربائية الناتجة من تأثير التيارات الدوامية . وبذلك تقل الطاقة الحرارية الناتجة عن التيارات الدوامية مما يزيد في كفاءة المحولة مثلاً ولا تسرع في تلفها .

مسائل الفصل الثاني

س١: ملف سلكي دائري عدد لفاته (٤٠) لفة ونصف قطره (30cm) وضع بين قطبي مغناطيس كهربائي فإذا تغيرت كثافة الفيض المغناطيسي المارة خلال الملف من (0.0 T) إلى (0.5 T) خلال زمن قدره (4s) ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف عندما يكون **a**: متجه مساحة الملف بموازاة متجه كثافة الفيض المغناطيسي. **B**: متجه كثافة الفيض المغناطيسي يصنع زاوية قياسها ٣٠° مع مستوي الملف .

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

$$A:\varepsilon_{ind} = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -N \frac{A \cdot \Delta B}{\Delta t} = -40 \times \frac{0.09 \times \pi \times 0.5}{4} \cos 0 = -0.45\pi \text{ Volt}$$

$$B:\varepsilon_{ind} = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -N \frac{A \cdot \Delta B}{\Delta t}$$

$$\varepsilon_{ind} = -40 \times \frac{0.09 \times \pi \times 0.5}{4} \cos 60 = -0.45\pi \times \frac{1}{2} = -0.225\pi \text{ Volt}$$

س٢: (١٩٢٥، ٢٠، ٢٢٢٤) ملف لوليد دراجة هوائية قطره (4cm) وعدد لفاته (50) لفة يدور داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه $(\frac{1}{\pi}T)$ وكان أعظم مقدار للفولطية المحتثة على طرفي الملف (16V) والقدرة العظمى للجهازة للحمل المربوط مع المولد (12W). ما مقدار: ١: السرعة الزاوية التي تدور بها نواة المولد. ٢: المقدار الأعظم للتيار المنساب في الحمل

$$1: \varepsilon_{ind} = NBA\omega$$

$$16 = 50 \times \frac{1}{\pi} \times (0.02)^2 \times \pi \times \omega$$

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

$$\omega = \frac{16}{2 \times 10^{-2}} = 800 \text{ rad/s}$$

$$2: P_{max} = V_{max} \times I_{max}$$

$$12 = 16 \times I_{max} \quad I_{max} = \frac{12}{16} = 0.75 \text{ Amper}$$

س٣: (١٤٢٥) ملف سلكي مستطيل الشكل عدد لفاته (٥٠) لفة وأبعاده (4cm, 10cm) يدور بسرعة زاوية منتظمة مقدارها (15π) rad/s داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه (0,8 Wb/m²) أحسب:

١. المقدار الأعظم للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف .
٢. القوة الدافعة الكهربائية الآنية المحتثة في الملف بعد مرور (1/90 s) من الوضع الذي كان مقدارها=صفرأ

$$1: \varepsilon_{ind} = NBA\omega = 50 \times 0.8 \times 15\pi \times 40 \times 10^{-4} = 2.4\pi \text{ Volt}$$

$$2: \varepsilon_{int} = \varepsilon_{max} \sin(\omega t)$$

$$\varepsilon_{int} = 2.4\pi \times \sin(15\pi \times \frac{1}{90}) = 2.4\pi \times \sin \frac{\pi}{6} = \frac{1}{2} \times 2.4\pi = 1.2\pi \text{ Volt}$$

س٤: في الشكل المجاور حلقة موصلة دائرية مساحتها (626cm²) ومقاومتها (9Ω) موضوعة في مستوي الورقة، سلط عليها مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه (0,15T) باتجاه عمودي على مستوي الحلقة بحيث الحلقة من جانبيها بقوتي شد متساويتين فبلغت مساحتها (26cm²) خلال فترة زمنية (0,2s) أحسب مقدار التيار المحتث في الحلقة

$$\varepsilon_{ind} = -N \frac{B\Delta A}{\Delta t} = -1 \frac{0.15 \times (26 - 626) \times 10^{-4}}{0.2} = 45 \times 10^{-3} = 0.045V$$

$$I = \frac{\varepsilon_{ind}}{R} = \frac{0.045}{9} = 0.005 \text{ Amper}$$



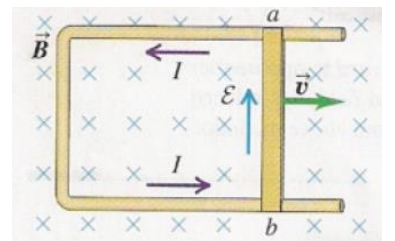
س٥: (٢٢٢٤) أفرض أن الساق الموصلة في الشكل طولها (0.1m) ومقدار السرعة التي يتحرك بها (2.5m/s) والمقاومة الكلية للدائرة (الساق والسكة) مقدارها (0.03Ω) وكثافة الفيض المغناطيسي (0,6T) أحسب مقدار: ١: القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الساق ٢: التيار المحتث في الحلقة ٣: القوة الساجبة للساق ٤: القدرة المتبددة في المقاومة الكلية للدائرة

$$1: \varepsilon_{emotional} = vBL \sin \theta = 0.6 \times 0.1 \times 2.5 \times \sin 90 = 0.15V$$

$$2: I_{ind} = \frac{\varepsilon_{emotional}}{R} = \frac{0.15}{0.03} = 5 \text{ Amper}$$

$$3: F = I \times \ell \times B = 5 \times 0.1 \times 0.6 = 0.3 \text{ N}$$

$$4: P = I^2 R = 25 \times 0.03 = 0.75 \text{ Watt}$$



س٦: (ت ٢٠، ١٥، ٢١): إذا كانت الطاقة المغناطيسية المختزنة في ملف تساوي (360 J) عندما كان التيار المنساب فيه (20A) أحسب: ١: مقدار معامل الحث الذاتي للملف. ٢: معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف إذا انعكس التيار خلال (0.1s).

$$1: PE = \frac{1}{2} L \times I^2 \Rightarrow 360 = \frac{1}{2} \times L \times (20)^2$$

$$L = \frac{360}{200} = 1.8 H$$

$$2: \Delta I = I_2 - I_1 = -20 - (+20) = -40 \text{ Amper}$$

$$\varepsilon_{ind} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} = -1.8 \times \frac{-40}{0.1} = +720 \text{ Volt}$$

س٧: ملفان متجاوران بينهما ترابط مغناطيسي تام، كان معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي (0.4H) ومقاومته (16Ω) ومعامل الحث الذاتي للملف الثانوي (0.9H). والفولطية الموضوعة في دائرة الملف الابتدائي (200V). أحسب التيار الآني والمعدل الزمني لتغير التيار في دائرة الملف الابتدائي لحظة ازدياد التيار فيها إلى (80%) من مقداره الثابت. والقوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الملف الثانوي في تلك اللحظة.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{200}{16} = 12.5 \text{ Amper} \quad \text{التيار الآني} = 12.5 \times 0.8 = 10 \text{ Amper}$$

$$V_{net} = V_{applid} - \varepsilon_{ind} = V_{applid} - L \frac{\Delta I}{\Delta t} = I_{inst} R$$

$$200 - 0.4 \times \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0.8 \times IR \quad (IR = V_{app} = 200)$$

$$200 - 0.4 \times \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0.8 \times 200$$

$$200 - 160 = 0.4 \times \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{40}{0.4} = 100 \frac{\text{Amper}}{s}$$

بما أن الملفان بينهما ترابط مغناطيسي تام (تواشج تام) (اقتران تام)

$$\therefore M = \sqrt{L_1 \times L_2} = \sqrt{0.4 \times 0.9} = \sqrt{0.36} = 0.6 H$$

$$\varepsilon_{ind} = -M \frac{\Delta I}{\Delta t_1} = -0.6 \times 100 = -60 \text{ Volt}$$

س٨ (١٥، ١٣): ملفان متجاوران ملفوفان حول حلقة من الحديد المطاوع، ربط بين طرفي الملف الابتدائي بطارية فرق الجهد بين طرفيها (80V) ومفتاح على التوالي، فإذا كان معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي (0.4H) ومقاومته (16Ω) أحسب مقدار: ١: المعدل الزمني لتغير التيار في دائرة الملف الابتدائي لحظة إغلاق الدائرة

٢: معامل الحث المتبادل بين الملفين إذا تولدت قوة دافعة كهربائية محتثة بين طرفي الملف الثانوي مقدارها (50V) لحظة إغلاق المفتاح في دائرة الملف الابتدائي. ٣: التيار الثابت في دائرة الملف الابتدائي بعد إغلاق الدائرة

$$1: V_{net} = V_{applid} - \varepsilon_{ind} = V_{applid} - L \frac{\Delta I}{\Delta t} = I_{inst} R$$

$$80 - 0.4 \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0 \times 16 = 0$$

$$80 = 0.4 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{80}{0.4} = 200 \frac{A}{sec}$$

$$2: \mathcal{E}_{ind2} = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$-50 = -M \times 200$$

$$\therefore M = \frac{-50}{-200} = 0.25 \text{ H}$$

$$3: I = \frac{V_{app}}{R} = \frac{80}{16} = 5 \text{ Amper}$$

س: (١٤ ٢٤ ٢٤) ملف مقاومته (12Ω) وكانت الفولطية الموضوعة في دائرته (240V) ومقدار الطاقة المغناطيسية المخزنة في الملف عند ثبوت التيار (360J) أحسب مقدار ١: معامل الحث الذاتي للملف ٢: القوة الدافعة الكهربائية على طرفي الملف لحظة غلق الدائرة ٣: المعدل الزمني لتغير التيار لحظة ازدياد التيار في الدائرة إلى (80%) من مقداره الثابت

$$1: R = \frac{V}{I} \rightarrow I = \frac{V}{R} = \frac{240}{12} = 20 \text{ Amper}$$

$$PE = \frac{1}{2} L \times I^2 \Rightarrow 360 = \frac{1}{2} \times L \times (20)^2 \Rightarrow L = \frac{360}{200} = 1.8 \text{ H}$$

$$2: V_{net} = V_{applid} - \mathcal{E}_{ind} = V_{applid} - L \frac{\Delta I}{\Delta t} = I_{inst} R$$

$$240 - \mathcal{E}_{ind} = 0 \times 12 = 0$$

$$\mathcal{E}_{ind} = 240 \text{ v}$$

$$3: V_{net} = V_{applid} - \mathcal{E}_{ind} = V_{applid} - L \frac{\Delta I}{\Delta t} = I_{inst} R$$

$$240 - 1.8 \times \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0.8 \times IR$$

$$240 - 1.8 \times \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0.8 \times 240$$

$$240 - 192 = 1.8 \times \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{48}{1.8} = 26.7 \frac{A}{sec}$$

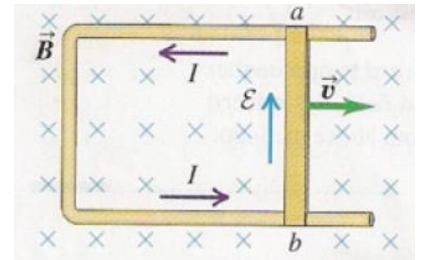
س: (١٤ ٢ ٢٤) في الشكل المجاور افرض أن الساق الموصلة طولها (0.2m) ومقدار السرعة التي يتحرك بها (3m/s) والمقاومة الكلية للدائرة (السلك والسكة) مقدارها (0.3Ω) وكثافة الفيض المغناطيسي (0.8T) أحسب مقدار :
١: القوة الدافعة الكهربائية المتنته على طرفي الساق ٢: التيار الحث في الحلقة ٣: القوة الساحبة للساق ٤: القدرة المتبددة في المقاومة الكلية للدائرة .

$$1: \mathcal{E}_{motional} = vBL \sin \theta = 0.8 \times 0.2 \times 3 \times \sin 90 = 0.48V$$

$$2: I_{ind} = \frac{\mathcal{E}_{motional}}{R} = \frac{0.48}{0.3} = 1.6 \text{ Amper}$$

$$3: F = I \times \ell \times B = 1.6 \times 0.2 \times 0.8 = 0.256N$$

$$4: P = I^2 R = 1.6^2 \times 0.3 = 0.768 \text{ Watt}$$



س: (١٤) ملف يتألف من (60) لفة متماثلة ونصف قطر (20 cm) وضع بين قطبي مغناطيس كهربائي فإذا تغيرت كثافة الفيض المغناطيسي المارة خلال الملف من (0.0T إلى 0.5T) خلال زمن (πs) ، ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف عندما يكون (انتبه المفروض أن يقول خلال لفة واحدة)

١. متجه مساحة اللفة الواحدة من الملف بموازاة متجه كثافة الفيض المغناطيسي
٢. متجه كثافة الفيض المغناطيسي يصنع زاوية قياسها (30°) مع مستوى الملف.

$$\text{Sol: 1: } \varepsilon_{ind} = - \left(N \frac{\Delta \phi_B}{\Delta t} \right) = -N \left(\frac{A \Delta B}{\Delta t} \right) \cos \theta$$

$$\varepsilon_{ind} = -N \frac{A \Delta B}{\Delta t} = -60 \times \frac{400 \pi \times 10^{-4} \times (0.5-0)}{\pi} \cos 0 = -1.2 \text{ V}$$

$$\text{2: } \varepsilon_{ind} = -N \frac{A \Delta B}{\Delta t} = -60 \times \frac{400 \pi \times 10^{-4} \times (0.5-0)}{\pi} \cos 60 = -1.2 \times 0.5 = -0.6 \text{ V}$$

س: (٢٥ ١٤) إذا كانت الطاقة المخزنة في ملف تساوي (0.02J) عندما كان التيار المناسب فيه (4A) جد مقدار الحث الذاتي للمحث ٢: معدل قوة دافعة كهربائية إذا انعكس التيار خلال (0.25s)؟

$$\text{١: } PE = \frac{1}{2} L I^2$$

$$0.02 \text{ J} = \frac{1}{2} \times L \times (4)^2$$

$$L = 2.5 \times 10^{-3} \text{ H}$$

$$\text{2: } \varepsilon_{ind} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} = -L \frac{I_2 - I_1}{\Delta t} = -2.5 \times 10^{-3} \times \frac{-4-4}{0.25} = 0.08 \text{ V}$$

س: (١٤ ١٥) ملفان متجاوران بينهما ترابط مغناطيسي تام معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي (0.4H) ومقاومته (15Ω) ومعامل الحث الذاتي للملف الثانوي (0.9H) والفولطية الموضوعة في دائرة الملف الابتدائي (60V). أحسب

١. المعدل الزمني لتغير التيار في دائرة الملف الابتدائي لحظة ازدياد التيار فيها الى (80%) من مقداره الثابت
٢. القوة الدافعة الكهربائية على طرفي الملف الثانوي في تلك اللحظة.

$$\text{1: } I = \frac{V}{R} = \frac{60}{15} = 4 \text{ A}$$

$$80\% I = 0.8 \times 4 = 3.2 \text{ A}$$

$$I_{inst} R = V_{app} - \varepsilon_{ind} \quad \Rightarrow \quad 3.2 = 60 - 0.4 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$48 = 60 - 0.4 \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad \Rightarrow \quad \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{12}{0.4} = 30 \text{ A/sec}$$

$$\text{2: } \varepsilon_{ind 2} = -M \frac{\Delta I}{\Delta t_1} = -\sqrt{0.9 \times 0.4} \times 30 = -0.6 \times 30 = -18 \text{ V}$$

س: (١٤ ١٥) ساق طولها (2m) تتحرك بانطلاق (12 m/s) باتجاه عمودي على مجال مغناطيسي منتظم كثافته فيضه (0.2T) . ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحركية على طرفي الساق ؟

$$\varepsilon_{motional} = vBL = 12 \times 0.2 \times 2 = 4.8 \text{ V}$$

س: (١٤٢٥) ملف معامل حثه الذاتي (2.5mH) وعدد لفاته (600) لفة ينساب فيه تيار مستمر (5A) أحسب :

١. مقدار الفيض الذي يخترق اللفة الواحدة .
٢. الطاقة المخزنة في المجال الكهربائي للملف .
٣. معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف إذا انعكس اتجاه التيار خلال (0.2s) .

$$1: N \phi = LI \Rightarrow 600 \times \phi = 2.5 \times 10^{-3} \times 5$$

$$\phi = \frac{12.5 \times 10^{-3}}{600} \text{ Web} \quad \text{الفيض الذي يخترق اللفة الواحدة}$$

$$2: PE = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} \times 2.5 \times 10^{-3} \times (5)^2 = 0.03125J$$

$$3: \varepsilon_{ind} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} = -L \frac{I_2 - I_1}{\Delta t} = -2.5 \times 10^{-3} \times \frac{-5 - 5}{0.2} = 0.125 V$$

س: (١٤٢٥) ملف لوليد دراجة هوائية نصف قطره (2cm) وعدد لفاته (100) لفة يدور داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه ($\frac{1}{\pi} T$) وكان أعظم مقدار للفولطية المحتثة على طرفي الملف (32V) والقدرة العظمى المجهزة للحمل مربوط مع المولد (24W) ما مقدار ؟
١: السرعة الزاوية التي تدور بها نواة المولد . ٢: المقدار الأعظم للتيار المنساب في الحمل .

$$1: \varepsilon_{ind} = NBA\omega$$

$$32 = 100 \times \frac{1}{\pi} \times (0.02)^2 \times \pi \times \omega$$

$$32 = 100 \times 4 \times 10^{-4} \omega$$

$$\omega = \frac{32}{4 \times 10^{-2}} = 800 \text{ rad/s}$$

$$2: P_{max} = V_{max} \times I_{max}$$

$$24 = 32 \times I_{max}$$

$$I_{max} = \frac{24}{32} = 0.75 \text{ Amper}$$

س: (١٥١٥) ملف عدد لفاته (٥٠) لفة ومساحة اللفة الواحدة ($25cm^2$) يدور داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه ($\frac{2}{\pi} T$) وبسرعة زاوية منتظمة مقدارها ($10\pi \frac{rad}{sec}$) احسب: ١: أعظم مقدار للقوة الدافعة الكهربائية متولدة في الملف ٢: القوة الدافعة الكهربائية المحتثة الأنوية المتولدة في الملف بعد مرور ($\frac{1}{60} s$) من الوضع الذي كان مقدارها يساوي صفراً.

$$1: \varepsilon_{ind} = NBA\omega$$

$$\varepsilon_{ind} = 50 \times \frac{2}{\pi} \times 25 \times 10^{-4} \times 10\pi$$

$$\varepsilon_{ind} = 2.5 V$$

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

$$2: \varepsilon_{ind} = 2.5 \sin(10\pi \times \frac{1}{60})$$

$$\varepsilon_{ind} = 2.5 \times \sin \frac{\pi}{6}$$

$$\varepsilon_{ind} = 2.5 \times 0.5 = 1.25 \text{ V}$$

س: (١٥ ٢٤) حلقة موصلة دائرية مساحتها (520 cm²) ومقاومتها (5Ω) موضوعة في مستوى الورقة سطر عليها مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه (0.15T) باتجاه عمودي على مستوى الحلقة ، سحبت الحلقة من جانبيها بقوتي شد متساويتين فبلغت مساحتها (20 Cm²) خلال فترة زمنية (0.3 s) أحسب مقدار التيار المحتث في الحلقة .

$$\varepsilon_{ind} = -N \frac{\Delta \phi_B}{\Delta t} = -\frac{\Delta AB \cos \theta}{\Delta t} = -\frac{(20-520)10^{-4} \times 0.15 \times 1}{0.3} = +0.025 \text{ V}$$

$$I = \frac{\varepsilon_{ind}}{R} = \frac{0.025}{5} = 0.005 \text{ A}$$

س: (١٥ ٢٥) إذا كانت الطاقة المغناطيسية المخزنة في ملف تساوي (75J) عند ما كان التيار المنساب فيه (10A) ، أحسب مقدار ١: معامل الحث الذاتي للمحث ٢: معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف إذا انعكس التيار خلال (0.2s) .

$$1: PE = \frac{1}{2} LI^2$$

$$75 = \frac{1}{2} \times L \times 100$$

$$L = \frac{75}{50} = 1.5 \text{ H}$$

$$2: \varepsilon_{ind} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} = -1.5 \frac{-20}{0.2} = 150 \text{ V}$$

س: (١٦ ٢٥) ملف معامل حثه الذاتي (0.1H) وعدد لفاته (400) لفة ينساب فيه تيار مستمر (2A) أحسب مقدار ١: الفيض المغناطيسي الذي يخترق لفة واحدة ٢: الطاقة المخزنة في المجال المغناطيسي للملف ٣: القوة الدافعة الكهربائية إذا انعكس التيار خلال (0.2 sec)

$$Sol: 1: N \phi = LI \Rightarrow 400 \times \phi = 0.1 \times 2$$

$$\phi = \frac{0.2}{400} = 5 \times 10^{-4} \text{ Web}$$
 الفيض الذي يخترق اللفة

$$2: PE = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} \times 0.1 \times (2)^2 = 0.2 \text{ J}$$

$$3: \varepsilon_{ind} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} = -L \frac{I_2 - I_1}{\Delta t} = -0.1 \times \frac{-4}{0.2} = 2 \text{ V}$$

س: (١٧ ٢٥) ملف معامل حثه الذاتي (5 m H) ينساب فيه تيار مستمر (8 A) أحسب مقدار :

١: الطاقة المخزنة في المجال المغناطيسي للملف

٢: معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف إذا انعكس اتجاه التيار خلال (0.5 sec)

$$1: PE = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-3} \times 64 = 160 \times 10^{-3} = 0.16 \text{ J}$$

$$2: \varepsilon_{ind} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} = -L \frac{I_2 - I_1}{\Delta t} = -5 \times 10^{-3} \times \frac{-8 - 8}{0.5} = 0.16 \text{ V}$$

س: (١٦ ٢٥): ملف معامل حثه (0.4H) ومقاومته (20 Ω) وضعت عليه فولتية مستمرة مقدارها (200V) أحسب مقدار المعدل الزمني لتغير التيار: لحظة اغلاق الدائرة: b: لحظة ازدياد التيار الى (40%) من مقداره الثابت ؟

$$\mathbf{a:} \quad V_{net} = V_{applid} - \varepsilon_{ind} = V_{applid} - L \frac{\Delta I}{\Delta t} = I_{inst} R$$

$$0 = V_{applid} - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$V_{applid} = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$200 = 0.4 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{200}{0.4} = 500 \frac{A}{sec}$$

$$\mathbf{b} : \quad V_{net} = V_{applid} - \varepsilon_{ind}$$

$$I_{inst} R = V_{applid} - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$40\% IR = V_{applid} - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$40\% V_{applid} = V_{applid} - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

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

$$0.4 \times \frac{\Delta I}{\Delta t} = 200 - 80$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{120}{0.4} = 300 \frac{A}{sec}$$

س: (١٦ ١٥): ملف سلكي دائري نصف قطره (2 cm) وعدد لفاته (١٠٠) لفة يدور داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافته فيضه (T) $\frac{1}{2\pi}$ بسرعة زاوية منتظمة مقدارها (15πrad/sec) وكان أظلم مقدار التيار المنساب في العمل (0.5A) أحسب :
١: المقدار الأظلم للقوة الدافعة الكهربائية الحثية في الملف ٢: القدرة العظمى للجهد العمل الحثية مع الملف.

$$\mathbf{1:} \quad \varepsilon_{ind} = NBA\omega = 100 \times \frac{1}{2\pi} \times 0.02^2 \pi \times 15\pi = 0.3\pi \text{ V}$$

$$\mathbf{2:} \quad p_{max} = I \times V = 0.5 \times 0.3\pi = 0.15\pi \text{ watt}$$

س: (١٧١٥) ملفان متجاوران ملفوفان حول حلقة مغلقة من الحديد المطاوع ربط بين طرفي الملف الابتدائي بطارية فرق الجهد بين قطبيها (40 V) ومفتاح على التوالي فإذا كان معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي (0.1 H) ومقاومته (20Ω) ومعامل الحث الذاتي للملف الثانوي (0.4 H) جد مقدار ١: معامل الحث المتبادل بين الملفين ٢: المعدل الزمني لتغير التيار في دائرة الملف الابتدائي لحظة الافلاق ٣: القوة الدافعة الكهربائية بين طرفي الملف الثانوي لحظة افلاق دائرة الملف الابتدائي ٤: التيار الثابت في دائرة الملف الابتدائي بعد افلاق الدائرة .

$$1: M = \sqrt{L_1 \times L_2} = \sqrt{0.1 \times 0.4} = \sqrt{0.04} = 0.2 H$$

$$2: V_{net} = V_{applid} - \epsilon_{ind}$$

$$I_{inst}R = V_{applid} - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$0 = 40 - 0.1 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{40}{0.1} = 400 \frac{A}{s}$$

$$3: \epsilon_{ind} = -M \frac{\Delta I}{\Delta t} = -0.2 \times 400 = 80 V$$

$$4: I = \frac{V}{R} = \frac{40}{20} = 2 A$$

س: (١٧١٥): ملف معامل حثه الذاتي (0.5H) وضعت عليه فولتية مستمرة مقدارها (100V) فكان مقدار التيار الثابت المناسب في دائرة الملف بعد افلاق الدائرة (5A) ، احسب مقدار 1: المعدل الزمني لتغير التيار في الملف لحظة افلاق الدائرة. 2: المعدل الزمني لتغير التيار في الملف لحظة ازدياد التيار الى (3A) .

$$1: V_{net} = V_{applid} - \epsilon_{ind}$$

$$0 = V_{applid} - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$V_{applid} = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$100 = 0.5 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{100}{0.5} = 200 \frac{A}{s}$$

$$2: V_{net} = V_{applid} - \epsilon_{ind}$$

$$I_{inst}R = V_{applid} - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$3 \times \frac{V_{app}}{I} = 100 - 0.5 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$3 \times \frac{100}{5} = 100 - 0.5 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{100-60}{0.5} = 80 \frac{A}{s}$$

- س: (١٨ ١٥) ملف معامل حثه الذاتي (1.8 mH) وعدد لفاته (600) لفة ينساب فيه تيار مستمر (20A) ، أكتب :
 ١: مقدار الفيض المغناطيسي الذي يخرق اللفة الواحدة . ٢: الطاقة المخزنة في المجال المغناطيسي للملف
 ٣: معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف إذا انعكس اتجاه التيار خلال (0.1s)

$$1: N \phi = LI \Rightarrow 600 \times \phi = 1.8 \times 10^{-3} \times 20$$

$$\phi = \frac{1.8 \times 20 \times 10^{-3}}{600} = 6 \times 10^{-5} \text{ Web} \quad \text{الفيض الذي يخرق اللفة الواحدة}$$

$$2: PE = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} \times 1.8 \times 10^{-3} \times (20)^2 = 0.36 \text{ J}$$

$$3: \varepsilon_{ind} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} = -L \frac{I_2 - I_1}{\Delta t} = -1.8 \times 10^{-3} \times \frac{-20 - 20}{0.1} = 0.72 \text{ V}$$

- س: (١٨ ١٥) أفرض أن الساق الموصلة في الشكل المجاور طولها (0.1m) ومقدار السرعة التي يتحرك بها (2.5m/s) وباتجاه عمودي مجال مغناطيسي منتظم (0.6T) على سكة بشكل حرف (U) (U) أكتب مقدار: ١: التيار المحتث في الحلقة إذا كانت المقاومة الكلية للدائرة (الساق والسكة) مقدارها (0.03Ω) ٢: القوة الساحبة للساق ٣: القدرة المتبددة في المقاومة الكلية للدائرة .

$$1: \varepsilon_{motional} = vBL \sin \theta = 0.6 \times 0.1 \times 2.5 \times \sin 90 = 0.15 \text{ V}$$

$$2: I_{ind} = \frac{\varepsilon_{motional}}{R} = \frac{0.15}{0.03} = 5 \text{ Amper}$$

$$3: F = I \times \ell \times B = 5 \times 0.1 \times 0.6 = 0.3 \text{ N}$$

$$4: P = I^2 R = 25 \times 0.03 = 0.75 \text{ Watt}$$

- س: (١٨ ٢٤) ملف سلكي دائري عدد لفاته (30) لفة ونصف قطره (20cm) وضع بين قطبي مغناطيس كهربائي فإذا تغيرت كثافة الفيض المغناطيسي المارة خلال الملف من (0.0 T) إلى (0.8 T) خلال زمن قدره (2πs) ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف عندما يكون

a: متجه مساحة الملف بموازاة متجه كثافة الفيض المغناطيسي .

b: متجه كثافة الفيض المغناطيسي يصنع زاوية قياسها 37° مع مستوى الملف .

$$\text{Sol: a: } A = \pi r^2 = \pi \times (0.2)^2 = \pi \times 0.04 = 0.04\pi \text{ m}^2$$

$$A: \varepsilon_{ind} = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = -N \frac{A \cdot \Delta B}{\Delta t} = -30 \times \frac{0.04 \times \pi \times 0.8}{2\pi} \cos 0 = -0.48 \text{ Volt}$$

$$B: \varepsilon_{ind} = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = -N \frac{A \cdot \Delta B}{\Delta t}$$

الزاوية بين متجه المساحة ومتجه المجال المغناطيسي 90 - 53 = 37°

$$\varepsilon_{ind} = -30 \times \frac{0.04 \times \pi \times 0.8}{2\pi} \cos 37 = -0.48 \times 0.8 = -0.384 \text{ Volt}$$

س: (١٨١٥) ملفان متجاوران بينهما ترابط مغناطيسي تام معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي (0.32H) ومقاومته (16Ω) ومعامل الحث الذاتي للملف الثانوي (0.5H). والفولطية الموضوعة في دائرة الملف الابتدائي (128V). أحسب القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة على طرفي الملف الثانوي

1: لحظة اغلاق مفتاح دائرة الملف الابتدائي. 2: لحظة وصول التيار في دائرة الملف الابتدائي الى (٧٥٪) من مقداره الثابت.

1: في دائرة الملف الابتدائي لحظة اغلاق المفتاح $I_{inst} = 0$

$$\varepsilon_{ind} = V_{app}$$

$$-L \frac{\Delta I}{\Delta t} = V_{app}$$

$$-0.32 \frac{\Delta I}{\Delta t} = -128$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{128}{0.32} = 400 \frac{A}{s}$$

$$\varepsilon_{ind 2} = -M \frac{\Delta I}{\Delta t_1} = -\sqrt{0.32 \times 0.5} \times 400 = -0.4 \times 400 = -160 V$$

2: $V_{app} - \varepsilon_{ind} = I_{inst} R$

$$128 - 0.32 \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0.75 IR$$

$$128 - 0.75 \times 128 = 0.32 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$0.32 \frac{\Delta I}{\Delta t} = 128 - 96$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{32}{0.32} = 100 \frac{A}{s}$$

$$\varepsilon_{ind 2} = -M \frac{\Delta I}{\Delta t} 1 = -\sqrt{0.32 \times 0.5} \times 100 = -0.4 \times 100 = -40 V$$

س: (١٩١٥) ملف معامل حثه الذاتي (0.5H) ومقاومته (20Ω) والفولطية الموضوعة في دائرة الملف (100V) جد مقدار 1: المعدل الزمني لتغير التيار لحظة اغلاق الدائرة. 2: التيار الثابت المناسب في الدائرة بعد اغلاق الدائرة. 3: المعدل الزمني لتغير التيار لحظة ازدياد التيار الى (٨٠٪) من مقداره الثابت ؟

1: لحظة الغلق $V_{applied} = \varepsilon_{ind}$

$$V_{applied} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow 100 = 0.5 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\therefore \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{100}{0.5} = 200 \frac{Amper}{s}$$

2: عندما يبلغ التيار مقداره الثابت فإن $\varepsilon_{ind} = 0$ لأن $\Delta I = I_2 - I_1 = 0$ لأن $I_1 = I_2$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{100}{20} = 5 A$$

3: نطبق $I_{inst} = 80\% I$ عندما

$$V_{net} = V_{applied} - \varepsilon_{ind} = I_{inst} R$$

$$100 - L \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0.8 IR$$

$$100 - 0.5 \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0.8 \times 100 \Rightarrow 100 - 0.5 \times \frac{\Delta I}{\Delta t} = 80$$

$$100 - 80 = 0.5 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$20 = 0.5 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{20}{0.5} = 40 \frac{A}{sec}$$

في (١٨٢٥) : ملف معامل حثه الذاتي (0.4 H) ومقاومة الدائرة (20 Ω) والفولطية المستمرة الموضوعة (200 V) أحسب مقدار المعدل الزمني لتغير التيار: 1: لحظة إغلاق الدائرة 2: عندما يبلغ التيار مقداره الثابت 3: لحظة ازدياد التيار الى (60 %) من مقداره الثابت (على فرض أن المقاومة الداخلية للبطارية مهملة)

$$1: V_{net} = V_{applied} - \epsilon_{ind} \Rightarrow 0 = V_{applied} - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$V_{applied} = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$200 = 0.4 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{200}{0.4} = 500 \frac{A}{s}$$

$$2: V_{net} = V_{applied} - \epsilon_{ind}$$

$$IR = V_{applied} - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$V_{applied} = V_{applied} - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$-L \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0 \quad L \neq 0$$

$$\therefore \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0$$

$$3: V_{app} - \epsilon_{ind} = I_{inst} R$$

$$200 - 0.4 \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0.6 IR$$

$$200 - 0.6 \times 200 = 0.4 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$0.4 \frac{\Delta I}{\Delta t} = 80$$

$$\therefore \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{80}{0.4} = 200 A/s$$

س (٢٥ ، ١٩ ، ٢٤ ، ٢١) : ملف لوليد دراجة هوائية قطره (4cm) وعدد لفاته (٢٠٠) لفة يدور داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة الفيض ($\frac{1}{2\pi}T$) وكان أعظم مقدار للفولطية المحتثة على طرفي الملف (32V) والقدرة العظمى المجهزة للحمل المربوط مع المولد (12W) . ما مقدار ١ : السرعة الزاوية التي تدور بها نواة المولد . ٢ : المقدار الأعظم للتيار المناسب في الحمل

$$1: \varepsilon_{ind} = NBA\omega$$

$$32 = 200 \times \frac{1}{2\pi} \times (0.02)^2 \times \pi \times \omega$$

$$32 = 200 \times 2 \times 10^{-4} \omega$$

$$\omega = \frac{32}{4 \times 10^{-2}} = 800 \text{ rad/s}$$

$$2: P_{max} = V_{max} \times I_{max}$$

$$12 = 32 \times I_{max}$$

$$I_{max} = \frac{12}{32} = 0.375 \text{ Amper}$$

س (١٥ ، ٢٠) : ملفان متجاوران بينهما ترابط مغناطيسي تام كان معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي (0.4H) ومعامل الحث الذاتي للملف الثانوي (0.9H) . والفولطية الموضوعة في دائرة الملف الابتدائي (200V) . أحسب : ١ : المعدل الزمني لتغير التيار في دائرة الملف الابتدائي لحظة ازدياد التيار فيها إلى (80%) من مقداره الثابت . ٢ : القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الملف الثانوي في تلك اللحظة .

$$V_{net} = V_{applid} - \varepsilon_{ind} = V_{applid} - L \frac{\Delta I}{\Delta t} = I_{inst} R$$

$$200 - 0.4 \times \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0.8 \times IR$$

$$200 - 0.4 \times \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0.8 \times 200$$

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

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{40}{0.4} = 100 \frac{\text{Amper}}{s}$$

بما أن الملفان بينهما ترابط مغناطيسي تام (تواشج تام) (اقتران تام)

$$\therefore M = \sqrt{L_1 \times L_2} = \sqrt{0.4 \times 0.9} = \sqrt{0.36} = 0.6 \text{ H}$$

$$\varepsilon_{ind} = -M \frac{\Delta I}{\Delta t_1} = -0.6 \times 100 = -60 \text{ Volt}$$

س: (٢٥ ٢٠): ملفان متجاوران بينهما ترابط مغناطيسي تام كان معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي (0.2H) ومقاومته (16Ω) ومعامل الحث الذاتي للملف الثانوي (0.45H) والفولطية الموضوعة في دائرة الملف الابتدائي (80V) أحسب المعدل الزمني لتغير التيار في دائرة الملف الابتدائي لحظة ازدياد التيار فيها الى (60%) من مقداره الثابت والقوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الملف الثانوي في تلك اللحظة .

$$V_{applied} - \varepsilon_{ind} = I_{inst}R$$

$$80 - 0.2 \frac{\Delta I}{\Delta t} = 60\%IR$$

$$80 - 0.6 \times 80 = 0.2 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$80 - 48 = 0.2 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$32 = 0.2 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{32}{0.2} = 160 \frac{A}{s}$$

$$\varepsilon_{ind 2} = \sqrt{M} \frac{\Delta I}{\Delta t_1} = \sqrt{L_1 L_2} \frac{\Delta I}{\Delta t_1} = \sqrt{0.2 \times 0.45} \times 160 = \sqrt{0.09} \times 160 = 0.3 \times 160 = 48 V$$

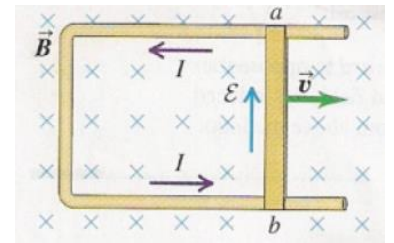
س: (٢٥ ٢١): افرض أن الساق الموصلة في الشكل المجاور طولها (0.4m) ومقدار السرعة التي يتحرك بها (5m/s) والمقاومة الكلية للدائرة (الساق والسكة) مقدارها (100Ω) وكثافة الفيض المغناطيسي (0.5T) أحسب مقدار: ١: القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الساق ٢: التيار المحتث في الحلقة ٣: القوة الساجبة للساق ٤: القدرة المتبددة في المقاومة الكلية للدائرة .

$$1: \varepsilon_{motional} = vBL \sin \theta = 5 \times 0.5 \times 0.4 = 1 V$$

$$2: I_{ind} = \frac{\varepsilon_{motional}}{R} = \frac{1}{100} = 0.01 \text{ Amper}$$

$$3: F = I \times \ell \times B = 0.01 \times 0.4 \times 0.5 = 0.002 N$$

$$4: P = I^2 R = 0.0001 \times 100 = 0.01 \text{ Watt}$$



س: (٢٥ ٢٢) ملف سلكي دائري عدد لفاته (60) لفة ونصف قطره (20cm) وضع بين قطبي مغناطيس كهربائي فإذا تغيرت كثافة الفيض المغناطيسي المارة خلال الملف من (0.0 T) إلى (0.5 T) خلال زمن قدره (πs) ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف عندما يكون

a: متجه مساحة اللفة الواحدة بموازاة متجه كثافة الفيض المغناطيسي.

b: متجه كثافة الفيض المغناطيسي يصنع زاوية قياسها 30° مع مستوي الملف .

$$Sol: a: A = \pi r^2 = \pi \times (0.2)^2 = \pi \times 0.04 = 0.04\pi m^2$$

$$A: \varepsilon_{ind} = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = -N \frac{A \Delta B}{\Delta t} = -60 \times \frac{0.04 \times \pi \times 0.5}{\pi} \cos 0 = -1.2 \text{ Volt}$$

$$B: \varepsilon_{ind} = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = -N \frac{A \Delta B}{\Delta t}$$

الزاوية بين متجه المساحة ومتجه المجال المغناطيسي $90 - 30 = 60^\circ$

$$\varepsilon_{ind} = -60 \times \frac{0.04 \times \pi \times 0.5}{\pi} \cos 60 = -1.2 \times 0.5 = -0.6 \text{ Volt}$$

س: (٢١١٥) ملفان متجاوران ملفوفان حول حلقة من الحديد المطاوع، ربط بين طرفي الملف الابتدائي بطارية فرق الجهد بين طرفيها (80V) ومفتاح على التوالي، فإذا كان معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي (0.4H) ومقاومته (16Ω) أحسب مقدار:
١: المعدل الزمني لتغير التيار في دائرة الملف الابتدائي لحظة إغلاق الدائرة ٢: معامل الحث المتبادل بين الملفين إذا تولدت قوة دافعة كهربائية محتثة بين طرفي الملف الثانوي مقدارها (40V) لحظة ازدياد التيار الى (60%) من مقداره الثابت ٣: معامل الحث الذاتي للملف الثانوي؟

$$1: V_{net} = V_{applid} - \varepsilon_{ind} = V_{applid} - L \frac{\Delta I}{\Delta t} = I_{inst} R$$

$$80 - 0.4 \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0 \times 16 = 0$$

$$80 = 0.4 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{80}{0.4} = 200 \frac{A}{sec}$$

$$2: V_{net} = V_{applid} - \varepsilon_{ind} = V_{applid} - L \frac{\Delta I}{\Delta t} = I_{inst} R$$

$$60\% V_{applid} = V_{applid} - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$0.6 \times 80 = 80 - 0.4 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$48 = 80 - 0.4 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$80 - 48 = 0.4 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{32}{0.4} = 80 \frac{A}{s}$$

$$\varepsilon_{ind2} = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$-40 = -M \times 80$$

$$M = 0.5 H$$

$$M = \sqrt{L_1 L_2}$$

$$0.5 = \sqrt{0.4 L_2}$$

$$L_2 = \frac{0.25}{0.4} = \frac{5}{8} = 0.625 H$$

س (٢٢) ملف لوليد كهربائي دائري الشكل مساحته $(4\pi \times 10^{-4} m^2)$ وعدد لفاته (60) لفة يدور داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه $(\frac{1}{\pi} T)$ بسرعة زاوية مقدارها $(500 \frac{rad}{sec})$ وكان أعظم مقدار للتيار المنساب في الحمل (0.5 A) ما مقدار: أعظم مقدار للفولطية المحتثة على طرفي الملف. ٢. المقدار الأعظم للقدررة للجهدة للحمل الربوط مع المولد؟

$$1: \varepsilon_{ind} = NBA\omega$$

$$\varepsilon_{ind} = 60 \times \frac{1}{\pi} \times 4\pi \times 10^{-4} \times 500$$

$$\varepsilon_{ind} = 12 V$$

$$2: P_{max} = V_{max} \times I_{max}$$

$$P_{max} = 12 \times 0.5 = 6 \text{ watt}$$

مثال ٢: حلقة دائرية موصلة قطرها (0.6 m) وضعت داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه (0.2 T) ويتجه باتجاه مواز لمتجه مساحة الحلقة (A) ((متجه المساحة هو المستقيم العمودي على مساحة الحلقة))

a: أحسب مقدار الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة ؟

b: ما مقدار الفيض المغناطيسي على فرض أن الحلقة دارت باتجاه عكس دوران عقارب الساعة لحين صارت متجه مساحة الحلقة (A) يصنع زاوية $\theta = 60^\circ$ مع اتجاه كثافة الفيض المغناطيسي (B)

$$Sol: A = \pi r^2 = \pi (0.6)^2 = 1.13 m^2$$

a: لحساب الفيض المغناطيسي عندما $(\theta = 0^\circ)$ نطبق

$$\Phi_B = BA \cos 0 = 0.2 \times 1.13 \times 1 = 2.26 \text{ Weber}$$

b: بعد دوران الحلقة

$$\Phi_B = BA \cos 60 = 2.26 \times 0.5 = 1.13 \text{ Weber}$$

س: (٢٢) ملفان متجاوران ملفوفان حول حلقة مغلقة من الحديد المطاوع ربط بين طرفي الملف الابتدائي بطارية فرق الجهد بين قطبيها (60 V) ومفتاح على التوالي فإذا كان معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي (0.1 H) ومقاومته (8 Ω) ومعامل الحث الذاتي للملف الثانوي (0.4 H) جد مقدار المعدل الزمني لتغير التيار والقوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الملف الثانوي ١. لحظة افلاق دائرة الملف الابتدائي ٢. لحظة ازدياد التيار في دائرة الملف الابتدائي الى (80%) من مقداره الثابت ٣. معامل الحث المتبادل بين الملفين .

$$1: V_{net} = V_{applied} - \varepsilon_{ind}$$

$$I_{inst}R = V_{applied} - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$0 = 60 - 0.1 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{60}{0.1} = 600 \frac{A}{s}$$

$$\varepsilon_{ind} = -M \frac{\Delta I}{\Delta t} = -0.2 \times 600 = -120 V$$

$$2: I_{inst}R = V_{applied} - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$



$$0.8I_{cont} \times R = V_{applied} - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$0.8 \times 60 = 60 - 0.1 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$0.1 \frac{\Delta I}{\Delta t} = 60 - 48$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{12}{0.1} = 120 \text{ A/s}$$

$$\varepsilon_{ind} = -M \frac{\Delta I}{\Delta t} = -0.2 \times 120 = -24 \text{ V}$$

$$3: M = \sqrt{L_1 \times L_2} = \sqrt{0.1 \times 0.4} = \sqrt{0.04} = 0.2 \text{ H}$$

س ٢٢ ١٥: ملف يتألف من (50) لفة متماثلة ومساحة اللفة الواحدة (20cm^2) كانت المقاومة الكلية في الدائرة (50Ω) وضع بين قطبي مغناطيس كثافة الفيض منتظمة بحيث مستوي الملف يصنع زاوية قياسها (30°) مع اتجاه كثافة الفيض المغناطيسي، فإذا تغيرت كثافة الفيض المغناطيسي الذي يترق اللفة الواحدة من (0.8T إلى 0.08T) خلال زمن قدره (3.6) ملي ثانية، فما مقدار التيار المناسب في الدائرة؟

$$A = 20 \text{ cm}^2 \times 10^{-4} = 0.002 \text{ m}^2$$

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

$$\varepsilon_{ind} = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = -N \frac{A \Delta B \cos 60}{\Delta t} = -50 \times \frac{0.002 \times (0.08 - 0.8) \times 0.5}{3.6 \times 10^{-3}} = 10 \text{ Volt}$$

$$I_{ind} = \frac{\varepsilon_{ind}}{R} = \frac{10}{50} = 0.2 \text{ A}$$

س: (٢٢ ١٥): ملف معامل حثه الذاتي (0.4H) وعدد لفاته (400 لفة) ينساب فيه تيار مستمر (6A) أحسب

١ مقدار الفيض المغناطيسي الذي يترق اللفة الواحدة ٢: الطاقة المخزنة في المجال المغناطيسي للملف ٣: معدل قوة دافعة كهربائية محتثة في الملف اذا انعكس اتجاه التيار خلال (0.2 s)

$$1: N \phi = L I \Rightarrow 400 \times \phi = 0.4 \times 6$$

$$\phi = \frac{0.4 \times 6}{400} = 6 \times 10^{-3} \text{ Web} \quad \text{الفيض الذي يترق اللفة الواحدة}$$

$$2: PE = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} \times 0.4 \times (6)^2 = 7.2 \text{ J}$$

$$3: \varepsilon_{ind} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} = -L \frac{I_2 - I_1}{\Delta t} = -0.4 \times \frac{-6 - 6}{0.2} = 24 \text{ V}$$

س: (٢٢ 2٤) حلقة موصلة دائرية مساحتها (640 cm^2) ومقاومتها (5Ω) موضوعة في مستوى الورقة سطر عليها مجال مغناطيسي منتظم كثافة الفيض (0.2T) باتجاه عمودي على مستوى الحلقة، سحبت الحلقة من جانبيها بقوتي شد متساويتين فبلغت مساحتها (40 cm^2) خلال فترة زمنية (0.4 s)، أحسب مقدار التيار المحتث في الحلقة.

$$\varepsilon_{ind} = -N \frac{\Delta \phi_B}{\Delta t} = -\frac{\Delta AB \cos \theta}{\Delta t} = -\frac{(40 - 640) 10^{-4} \times 0.2 \times 1}{0.4} = +0.03 \text{ V}$$

$$I = \frac{\varepsilon_{ind}}{R} = \frac{0.03}{5} = 0.006 \text{ A}$$

س: (٢٢٢٥) ملف معامل حثه الذاتي (0.2H) ومقاومة الدائرة (10Ω) سلطت عليه فولتية مستمرة (50V) أحسب المعدل الزمني للتغير بالتيار في الحالات التالية 1: لحظة افلاق الدائرة 2: عندما يبلغ التيار مقداره الثابت 3: لحظة ازدياد التيار الى (80%) من مقداره الثابت .

$$1: V_{net} = V_{applied} - \epsilon_{ind}$$

$$I_{inst}R = V_{applied} - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$0 = 50 - 0.2 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{50}{0.2} = 250 \frac{A}{s}$$

$$\epsilon_{ind} = -M \frac{\Delta I}{\Delta t} = -0.2 \times 600 = -120 V$$

$$2: V_{net} = V_{applied} - \epsilon_{ind}$$

$$IR = V_{applied} - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$L \frac{\Delta I}{\Delta t} = V - V = 0$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = 0$$

$$3: I_{inst}R = V_{applied} - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$0.8I_{cont} \times R = V_{applied} - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$0.8 \times 50 = 50 - 0.2 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$0.2 \frac{\Delta I}{\Delta t} = 50 - 40$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{10}{0.2} = 50 A/s$$

أسئلة واجبات

- س١: ملف مقاومته 12Ω ومعامل حثه الذاتي $0.2 H$ ربط إلى مصدر مستمر فرق جهده الكهربائي $24 V$ جد 1: ق د ك محتثة 2: القيمة الآتية للتيار عندما يصبح المعدل الزمني للتيار $48 \frac{Amper}{s}$ ؟ ج ($-9.6 \ \backslash \ 1.2$)
- س٢: وضعت فولتية مستمرة قدرها $24V$ على طرفي ملف مقاومته 20Ω ومعامل حثه الذاتي $0.1H$ أحسب ق د ك محتثة و المعدل الزمني لتغير التيار لحظة وصول التيار نصف مقداره الثابت؟ ج ($12 V \ \backslash \ 120 \frac{Amper}{s}$)
- س٣: ملف معامل حثه الذاتي $0.4 H$ وعدد لفاته 1250 لفة ومقاومته 50Ω موصول بطرفي مصدر مستمر الفولتية $25V$ أحسب المعدل الزمني لتغير التيار والمعدل الزمني لتغير الفيض المغناطيسي 1: لحظة غلق الدائرة 2: عند وصول التيار 50% من مقداره الثابت ج ($0.01 \ \backslash \ 0.02 \ \backslash \ 62.5 \ \backslash \ 31.25$)
- س٤: ملف عدد لفاته 900 لفة تولد فيه فيضاً مغناطيسياً مقداره $0.5 mWb$ بوساطة تيار $3A$ أحسب 1: معامل الحث الذاتي للملف 2: معدل الفولتية المحتثة المتولدة في الملف عندما يتغير التيار فيه من $5A$ إلى صفر خلال ms ؟ ج ($750 v \ \backslash \ 0.15H$)
- س٥: ملف عدد لفاته 100 لفة ومعامل حثه الذاتي $0.1 H$ ومقاومته 25Ω ربط بطرفي مصدر تيار مستمر $25V$ احسب 1: المعدل الزمني لتغير التيار لحظة غلق الدائرة 2: المعدل الزمني لتغير الفيض المغناطيسي عند وصول التيار 40% من مقداره الثابت ؟ ج ($0.15 \ | \ 250$)

س٦: ملف مقاومته 24Ω ومعامل حثه الذاتي $0.5H$ ربط إلى مصدر تيار مستمر فرق جهده $48V$ احسب ١: ق د ك محتثة ٢: التيار الآني عندما يصبح المعدل الزمني لتغير التيار $\frac{Amper}{s}$ 60 ؟ ج $(-75,300)$

س٧: ملف معامل حثه الذاتي $0.04H$ ومقاومته 12Ω وعدد لفاته 200 لفة طبقت عليه فولطية مستمرة $60V$ احسب ١: المعدل الزمني لتغير التيار: ٢: المعدل الزمني لتغير الفيض خلال لفة واحدة ٣: التيار الآني لحظة وصول الفولطية المحتثة 20% من فولطية المصدر؟ ج $(300 \ 0.06 \ 4)$

س٨: ملف معامل حثه الذاتي $0.4H$ يتصل بطرفي مصدر فولطية مستمرة فإذا بلغ المعدل الزمني لتغير التيار $90 \frac{Amper}{s}$ لحظة بلوغ التيار 70% من مقدار الثابت ما مقدار فولطية المصدر وما مقدار ق د ك محتثة على طرفي ملف آخر يحيط بالملف الأول لحظة غلق الدائرة إذا كان معامل الحث المتبادل بين الملفين $1.4H$ ؟ ج $(-120,420)$

س٩: ملفان بينهما تواشج تام معامل الحث الذاتي للأول $0.75H$ يتصل بمصدر فولطية مستمرة $60V$ ومقاومة للملف الثانوي 40Ω ويتصل بكلفانومتر مقاومته 10Ω وعندما وصل التيار الابتدائي 75% من مقداره الثابت أشار الكلفانومتر لتيار $0.2A$ احسب ١: معامل الحث المتبادل بين الملفين ٢: معامل الحث الذاتي للملف الثانوي ج $(0.5 \ 1/3)$

س١٠: وضعت فولطية مستمرة على طرفي ملف مكان المعدل الزمني لتغير التيار فيه $150 \frac{Amper}{s}$ لحظة وصول ق د ك محتثة 60% من الفولطية الموضوعه فما المعدل الزمني لتغير التيار في الملف لحظة وصول ق د ك محتثة 20% من الفولطية الموضوعه وما مقدار النسبة بين التيار الآني في الحالة الأولى والثانية؟

س١١: ملفان متجاوران معامل الحث المتبادل لهما $0.2H$ وضعت فولطية مستمرة $30V$ على طرفي الابتدائي الذي مقاومته 10Ω وعدد لفاته 200 لفة ففي اللحظة التي أصبح فيها التيار الآني في الابتدائي $2A$ تولدت ق د ك محتثة في الملف الثانوي $20V$ احسب ١: معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي ٢: المعدل الزمني لتغير الفيض في الملف الثانوي ٣: معامل الحث الذاتي للملف الثانوي افرض التواشج تام؟ $(0.1, 0.05, 0.4)$

س١٢: ملفان متجاوران لهما قلب مشترك مغلق تغير التيار في دائرة الابتدائي من 8 إلى $3A$ خلال نصف ثانية فكان معدل ق د ك محتثة متولده على طرفي الثانوي $20mV$ احسب ١: معامل الحث المتبادل بين الملفين ٢: مقدار تغير الفيض المغناطيسي في الملف الثانوي الذي عدد لفاته 200 لفة .؟

أختبر نفسك بعد أكمال مراجعة الفصل

- ١: إذا تحرك جسيم مشحون بين صفيحتي متسعة مشحونة وعمودياً على مجالها الكهربائي فإنه سيتحرك باتجاه..... المجال الكهربائي متأثراً بقوة تتوقف على.....؟
- ٢: عندما يتحرك جسيم مشحون وعمودياً على مجال مغناطيسي منتظم فإن اتجاه حركته سوف يكون باتجاه..... المجال المغناطيسي متأثراً بقوة تتوقف على.....
- ٣: تستثمر قوة لورنتز في..... وهي محصلة القوتين الكهربائية والمغناطيسية المؤثرة في..... تتحرك على مجالين كهربائي ومغناطيسي ويستخرج مقدارها وفق العلاقة التالية.....
- ٤: إذا ترك مغناطيس دائم يسقط سقوطاً حراً في داخل حلقة مغلقة من الألمنيوم وكان قطبه الشمالي مقرباً من الحلقة فإن اتجاه التيار المحتث في الحلقة يكون باتجاه..... عقارب الساعة بالنسبة للناظر من الأعلى والقطب الشمالي للحلقة يكون..... من القطب الشمالي للساق المؤثرة؟
- ٥: العامل الأساس لتوليد ق د ك محتثة في ملف هو حصول..... الملف.
- ٦: الذي يحدد القطبية الكهربائية لساق موصلة تتحرك داخل مجال مغناطيسي منتظم بسرعة ثابتة هو.....
- ٧: ساق معدنية تتحرك عمودياً على مجال مغناطيسي منتظم يستمر تكديس الشحنات المختلفة على طرفي الساق حتى تتساوى.....
- ٨: ساق موصلة تتحرك بسرعة ثابتة على سكة موصلة بشكل حرف C وباتجاه..... للمجال المغناطيسي المنتظم ودخله لا تتولد قوة دافعة كهربائية حركية ولا يتولد تيار محتث .

- ٩: المركبة لكثافة الفيض المغناطيسي المتغير التي تخترق مساحة حلقة موصلة هي التي تحدد مقدار التغير بالفيض المغناطيسي خلال الحلقة .
- ١٠ : يتغير الفيض الذي يخترق الحلقة المغلقة والموصلة في حالة تغير أحد العوامل التالية . ١ :
٢ :
٣ :
- ١١ : الإشارة السالبة في قانون لنز تحدد نوع
- ١٢ : عند تحريك مغناطيس دائم بين حلقتين معدنيتين إحداها مغلقة والأخرى مفتوحة ومحوره عمودي على مساحة الحلقتين يتولد في كلاهما ولا يتولد في الحلقة
- ١٣ : يعد قانون لنز وسيلة لتعيين
- ١٤ : عند ابتعاد أو اقتراب ملف ينساب فيه تيار مستمر عن ملف ساكن جزء من دائرة كهربائية مغلقة يكون الإبهام باتجاه المجال المغناطيسي للتيار المتولد في الملف عند تحديد القطبية الكهربائية للملف الساكن.
- ١٥ : المجالات الكهربائية الناتجة عن التغيرات في الفيض المغناطيسي تدعى
- ١٦ : عند دخول صفيحة معدنية داخل مجال مغناطيسي منتظم اتجاهه بعيداً عن الناظر تتولد فيها تيارات تدعى واتجاهها ويكون القطب الشمالي للصفيحة الناظر.
- ١٧ : تصنع الأوتار في الفيثار الكهربائي من مادة فيرو مغناطيسية من أجل في أثناء اهتزازها.

الأجوبة

- ١: موازياً تتوقف على مقدار شحنة الجسيم و المجال الكهربائي $(F_E = q E)$
- ٢: عمودياً ويدور بمستوى دائري عمودي على المجال المغناطيسي
- شحنة الجسيم وسرعته والمجال المغناطيسي $(\vec{F}_B = q \vec{v} \times \vec{B})$
- ٣: أنبوبة الأشعة الكاثودية في تحديد مسار الألكترونات شحنة تتحرك عمودياً $F_{لورنز} = F_B + F_E$
- ٤: معاكس لحركة عقارب الساعة والقطب الشمالي للحلقة قريباً من القطب الشمالي للساق المغناطيسية .
- ٥: تغير الفيض المغناطيسي الذي تخترق الملف لوحدة الزمن
- ٦ : ١ : اتجاه المجال المغناطيسي ٢ : اتجاه حركة الساق المعدنية
- ٧: تتساوى القوة المغناطيسية والكهربائية المؤثرة في الشحنات الكهربائية .
- ٨: بموازاة
- ٩: الشاقولية $(B \cos \theta)$
- ١٠ : ١ : المجال المغناطيسي ٢ : مساحة اللفة أو الملف ٣ : الزاوية بين متجه المساحة واتجاه المجال المغناطيسي
- ١١: نوع القطبية الكهربائية المتولدة ومنها اتجاه التيار المحتث المتولد.
- ١٢ : قوة دافعة كهربائية محتثة ولا يتولد تيار محتث في الحلقة المفتوحة
- ١٤ : اتجاه التيارات المحتثة .
- ١٥ : المجالات المحتثة أو المجالات الغير مستقرة .
- ١٦ : محتثة ، معاكس لحركة عقارب الساعة ، قريباً

س١: ما المقصود بقوة لورنتز؟: وأين تستثمر ؟

س٢: ماذا يحصل ولماذا؟ لجسيم موجب الشحنة عندما يتحرك بسرعة ثابتة باتجاه عمودي على خطوط مجال كهربائي منتظم

س٣: لماذا يتأثر الجسيم المشحون بقوة كهربائية بتأثير المجال الكهربائي

س٤: وضح كيف يتأثر جسيم شحنته موجبة عندما يقذف باتجاه عمودي على خطوط مجال مغناطيسي كثافة فيضه (\vec{B}) بسرعة (\vec{v}) .

س٥: لماذا يتأثر الجسيم المشحون بشحنة كهربائية بقوة مغناطيسية بتأثير المجال المغناطيسي ؟

س٦: ماذا يحصل ولماذا إذا تحرك جسيم مشحون بشحنة موجبة $(+q)$ باتجاه عمودي على خطوط مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه (\vec{B}) .

س٧: إذا تحرك جسيم مشحون بشحنة موجبة باتجاه عمودي على مجال كهربائي منتظم سيتأثر بقوة كهربائية بمستوى مواز لخطوط المجال الكهربائي .

س٨: وضح كيف يمكنك عملياً معرفة فيما إذا كان مجالاً مغناطيسياً أم مجالاً كهربائياً موجود في حيز معين ؟

س٩: هل يتولد تيار محتث عند وضع مغناطيس ساكن داخل ملف؟ ولماذا وضح ذلك.

س١٠: ما شرط تولد تيار كهربائي محتث في ملف قربه مغناطيس ؟ ولماذا وضح ذلك.

س١١: لو دفع القطب الشمالي للساق مغناطيسية نحو ملف موصل طرفاه لكلفانومتر وبموازاة محوره وإذا ثبتت الساق المغناطيسية مع بقاء القطب الشمالي مواجهاً لوجه الملف، ثم لو دفع الملف نحو الساق هل سينعكس اتجاه التيار أم يكون نفس اتجاه التيار المتولد في الحالة الأولى .فسر ذلك؟

س١٢: ما هو استنتاج فراداي ؟

س١٣: ما هو العامل الأساس لتوليد التيار المحتث في دائرة مغلقة ؟

س١٤: ماذا يقصد بالقوة الدافعة الكهربائية الحركية ؟

س١٥: ماذا يحصل للشحنات الكهربائية داخل ساق موصلة تتحرك عمودياً داخل مجال مغناطيسي منتظم؟

س١٦: ما حاصل لو تساوت القوة التي يؤثر بها المجال الكهربائي مع القوة التي يؤثر بها المجال المغناطيسي على الشحنات الكهربائية داخل ساق موصلة متحركة داخل مجال مغناطيسي منتظم ؟

س١٧: اشتق معادلة القوة الدافعة الكهربائية الحركية $(\mathcal{E}_{\text{emotional}})$ على ساق تتحرك داخل مجال مغناطيسي منتظم بسرعة خطية منتظمة؟

س١٨: علام يعتمد مقدار فرق الجهد الكهربائي بين طرفي ساق تتحرك عمودياً على مجال مغناطيسي منتظم؟

س١٩: علام يعتمد اتجاه القطبية الكهربائية ل $(\mathcal{E}_{\text{emotional}})$ لساق موصلة تتحرك داخل مجال مغناطيسي منتظم

س٢٠: ما المقصود بالقوة الدافعة الكهربائية الحركية .

س٢١: ما الإجراء العملي المطلوب اتخاذه لكي ينساب تياراً محتثاً في ساق موصلة تتحرك داخل مجال مغناطيسي منتظم ؟

س٢٢: هل تنعكس القطبية للقوة الدافعة الكهربائية الحركية إذا انعكس اتجاه حركة السلك واتجاه المجال المغناطيسي؟

س٢٣: هل ينساب تيار محتث في الساق الموصلة لو تحركت باتجاه موازي المجال المغناطيسي وضح ذلك؟

س٢٤: عند تحريك ساق موصلة داخل مجال مغناطيسي هل يعني ذلك انجاز شغل؟ مامصير الطاقة المنتقلة في الساق الموصلة؟

س٢٥: ما هو العامل الأساس لتوليد قوة دافعة كهربائية محتثة في حلقة موصلة او ملف سلكي؟ وما طرق تحقيق ذلك؟

س ٢٦: اذكر نص قانون فراادي في الحث الكهرومغناطيسي مع ذكر العلاقة الرياضية س: (ت ٢٣) ما المقصود بقانون فراادي

س ٢٧: ما هي العوامل التي تسبب التغير بالفيض الذي يخترق الحلقة ؟

س ٢٨: ماذا يحصل إذا تغير الفيض المغناطيسي لوحدة الزمن الذي يخترق حلقة موصلة

س ٢٩: ما هي وحدات الفيض المغناطيسي (p) في النظام الدولي للوحدات الأساسية : ما وحدات المعدل الزمني للتغير بالفيض المغناطيسي $\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$ ؟

س ٣٠: ما الذي يتطلب توافره في دائرة مقفلة لتوليد a: تيار كهربائي b: تيار محتث

س ٣١: ما المقصود بقانون لنز؟

س ٣٢: كيف يمكن للتيار المحتث في حلقة أن يولد مجالاً مغناطيسياً محتثاً يعاكس بتأثيره المسبب الذي ولده؟ وضح ذلك

س ٣٣: ما الفائدة العملية من قانون لنز؟

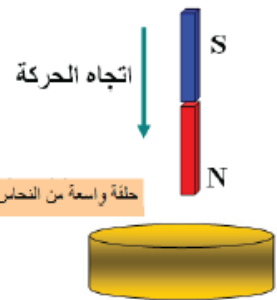
س ٣٤: هل يعد قانون لنز تطبيقاً لقانون حفظ الطاقة وضح ذلك؟

س ٣٥: ساق مغناطيسية سقطت سقوطاً حراً نحو الأسفل وهي بوضع شاقولي وتحتها حلقة واسعة من النحاس مقفلة ومثبتة أفقياً (باهمال مقاومة الهواء)

هل أن تعجيل هذه الساق نحو الأسفل يساوي بالمقدار لتعجيل الجاذبية الأرضية؟ وضح ذلك هل تتولد في الحلقة قطبية مغناطيسية .

عين اتجاه القوة المغناطيسية التي تؤثر فيها الحلقة على الساق .

هل ينساب تيار في الحلقة وما نوعه ، عين اتجاهه أن تولد بالنسبة للناظر من الأعلى



س ٣٦: حلقة من النحاس دائرية الشكل مقفلة حركت أفقياً نحو اليمين بسرعة ثابتة مرت حول ساق مغناطيسية مثبتة بوضع أفقي وعبرتها من قطبها الجنوبي نحو الشمالي عين اتجاه التيار المحتث في الحلقة بالنسبة للناظر من الجهة التي بدأت منها الحلقة في حركتها عند

اقتربها من الساق لحين ولوج الساق المغناطيسية فيها

ابتعادها عن الساق

وضح هل يتولد تيار محتث في الحلقة أثناء مرورها في المنطقة الوسطية للساق وما السبب؟

س ٣٧: ما الفرق بين المجال المغناطيسي المؤثر و المجال المغناطيسي المحتث ؟

س ٣٨: ما شرط تولد (ق.د.ك) محتثة في ملف دون وجود فيض مغناطيسي خارجي ؟

س ٣٩: كيف يحصل تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف ؟

س ٤٠: عرف ظاهرة الحث الذاتي ؟

س ٤١: اشتق المعادلة لحساب مقدار ق.د.ك محتثة ذاتية في ملف ؟

س ٤٢: ماذا يمثل مقدار معامل الحث الذاتي لملف ؟

س ٤٣: كيف يمكن التخلص من ظاهرة الحث الذاتي في المقاومات المصنوعة من الأسلاك .

س ٤٤: لو سلطت فولتية متناوبة على طرفي ملف سلكي هل تتولد على طرفي الملف ق. د. ك محتثة ذاتية ؟ وضح ذلك ؟

س ٤٥: ملف تجويفه هواء ربط بأسلاك توصيل إلى مصباح كهربائي ومفتاح ومصدر فولتية مستمرة ماذا يحصل لتوهج المصباح في كل حالة من الحالات التالية مع ذكر السبب؟

عند غلق المفتاح

إدخال ساق حديد مطاوع في تجويف الملف ثم غلق المفتاح

سحب الملف من طرفيه وجعله سلك مستقيم .

س٤٦: هل يتسبب المحث في ضياع أو استهلاك الطاقة الكهربائية وهل يتسبب الملف في استهلاك الطاقة الكهربائية
وضح ذلك

س٤٧: ماذا يحصل بين حلقتي موصلتين مقلتين متجاورتين أو بين ملفين متجاورين لو تغير التيار المناسب في أحدهما ؟

س٤٨: علام يعتمد معامل الحث المتبادل بين ملفين ملفوفين حول قلب من الحديد المطاوع مغلق (كما في المحولة)

س٤٩: متى يحصل الاقتران التام بين الملفين ؟

س٥٠: أين تستثمر ظاهرة الحث المتبادل

س٥١: وضح كيف يعمل جهاز التحفيز المغناطيسي خلال الدماغ ؟

س٥٢: وضح كيف يتولد مجال كهربائي محث في حلقة موصلة ساكنة موضوعة داخل مجال مغناطيسي منتظم متزايد ؟

س٥٣: هل يمكن للمجال المغناطيسي أن يولد تياراً كهربائياً في حلقة موصلة مغلقة ؟ وضح ذلك ؟

س٥٤: ((ما المقصود بالمجال الكهربائي غير المستقر))

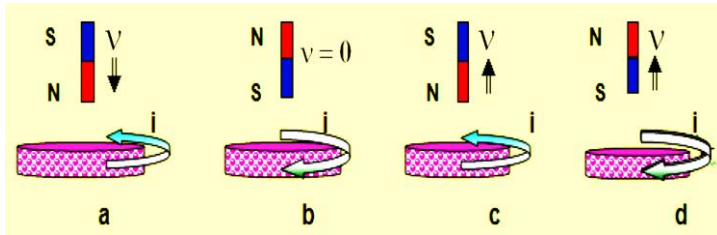
س٥٥: قارن بين المجالات الكهربائية المستقرة وغير المستقرة

س٥٦: وضح كيف يتم التعرف على المعلومات المخزونة في بطاقة الائتمان

كيف تعمل بطاقة الائتمان وفقاً لظاهرة الحث الكهرومغناطيسي في اظهر المعلومات؟

س٥٧: أختَر العبارة الصحيحة لكل من العبارات الآتية .

س٥٧: أختَر العبارة الصحيحة لكل من العبارات الآتية .



١: أي من الأشكال الآتية يبين فيه الاتجاه الصحيح

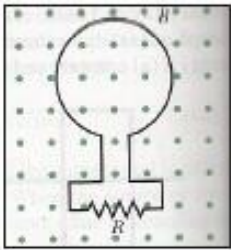
للتيار الكهربائي المحث في الحلقة الموصلة .

٢: في الشكل المجاور حلقة من النحاس وضعت في مستوى

الورقة وموصولة مع مقاومة (R) سبط مجال مغناطيسي

باتجاه عمودي على الورقة . خارجاً من الورقة . في أي حالة من الحالات الآتية ينساب تيار محث في

المقاومة (R) اتجاهه من اليسار نحو اليمين ؟



a: عند تزايد الفيض المغناطيسي المار خلال الحلقة b: عند تناقص الفيض المغناطيسي المار خلالها

c: عند ثبوت الفيض المغناطيسي المار خلال الحلقة . d: جميع الاختيارات السابقة

٣: عند سقوط ساق مغناطيسية خلال حلقة واسعة من الألمنيوم موضوعة أفقياً بواسطة حامل تحت الساق فإذا نظرت إلى

الحلقة من فوقها وباتجاه سهم لتحديد اتجاه التيار المحث فيها . فإن اتجاه التيار المحث في الحلقة يكون

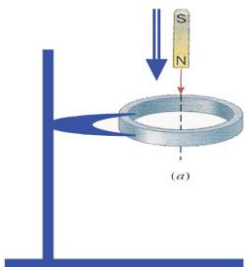
a: دائماً باتجاه دوران عقارب الساعة . b: دائماً باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة .

c: باتجاه دوران عقارب الساعة ثم يكون صفرأ للحظة ثم ينعكس باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة .

d: باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة ثم يكون صفرأ للحظة ثم ينعكس باتجاه عقارب الساعة .

٤: عند سقوط الساق المغناطيسية خلال حلقة من الألمنيوم غير مغلقة موضوعة أفقياً تحت ساق .

a: تتأثر الساق بقوة تنافر في أثناء اقترابها من الحلقة ، ثم تتأثر بقوة تجاذب أثناء ابتعادها عن الحلقة



b: تتأثر الساق بقوة تجاذب في أثناء اقترابها من الحلقة ، ثم تتأثر بقوة تنافر أثناء ابتعادها عن الحلقة

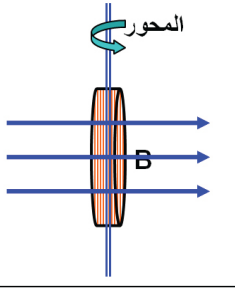
c: لا تتأثر الساق بأي قوة في أثناء اقترابها من الحلقة ، أو في أثناء ابتعادها عن الحلقة .

d: تتأثر الساق بقوة تنافر في أثناء اقترابها من الحلقة ، وكذلك تتأثر بقوة تنافر أثناء ابتعادها عن الحلقة .

٦: عندما يدور ملف دائري حول محور شاقولي موازي لوجه الملف داخل مجال مغناطيسي كثافة فيضه

منتظمة (B) أفقية تولد أعمق مقدار للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ϵ_{max}) وعند زيادة عدد لفات الملف إلى ثلاثة أمثال ما كانت عليه وبتقليل قطر الملف إلى نصف ما كان عليه ومضاعفة التردد الدوراني للملف . فإن المقدار الأعمق للقوة الدافعة الكهربائية سيكون .

$$a: \left(\frac{3}{2}\right)\epsilon_{max} : b: \epsilon_{max}\left(\frac{1}{4}\right) : c: \left(\frac{1}{2}\right)\epsilon_{max} : d: (3)\epsilon_{max} .$$

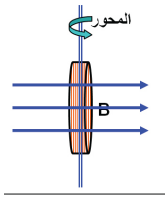


س: عندما يدور ملف دائري حول محور شاقولي موازي لوجه الملف داخل مجال مغناطيسي كثافة فيضه

منتظمة (B) أفقية تولد أعمق مقدار للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ϵ_{max}) وعند زيادة عدد لفات الملف إلى ثلاثة أمثال ما كانت عليه وتقليل قطره إلى ثلث ما كان عليه ومضاعفة التردد الدوراني للملف . فإن المقدار الأعمق للقوة الدافعة الكهربائية سيكون .

$$a: \left(\frac{2}{3}\right)\epsilon_{max} : b: \epsilon_{max}\left(\frac{1}{4}\right) : c: \left(\frac{3}{2}\right)\epsilon_{max} : d: (3)\epsilon_{max} .$$

لفاته إلى للملف. فإن



٧: 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 .

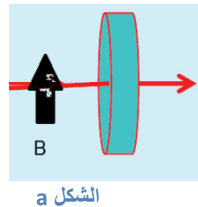
٨: مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي ساق موصلة تتحرك نسبة لجال مغناطيسي في حالة سكون لا يعتمد

على: a: طول الساق . b: قطر الساق . c: وضعية الساق للفيض المغناطيسي. D: كثافة الفيض المغناطيسي

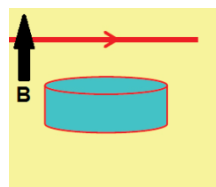
س٨٥: علل: ١: يتوهج مصباح النيون المربوط على التوازي مع ملف بضوء ساطع لبرهة قصيرة من الزمن لحظة فتح المفتاح على الرغم من فصل البطارية عن الدائرة ولا يتوهج عند إغلاق المفتاح .

٢: إذا تغير تيار كهربائي منسب في أحد ملفين متجاورين يتولد تيار محتث في الملف الآخر

س٥٩: في الشكلين المجاورين سلك نحاسي وحلقة من نحاس مقلدة . في أي وضعية ينساب تيار محتث في الحلقة عندما يتزايد التيار الكهربائي المنسب في السلك في كل من الحالتين ؟ وضح ذلك ؟



الشكل a



الشكل b