يمكنك الحصول على دوسيات الأوائل من مختلف المكتبات التالية

- شارع الجامعة : مكتبة بيانور [0790870907]
- ضاحية الحج حسن - مكتبة أبو طوق - بالقرب من مجمع الجنوب [0796465131]
- جبل عمان - مكتبة الحكيم [0795551535 - 06-4617081]
- جبل الحسين - مكتبة الطلاب - مقابل كلية الحسين [0788711785] - مكتبة جبل الحسين [0795005338] - مكتبة الكتوعة [06-4652139]
- بيادر وادي السير - مكتبة النرجس - اشارة الصناعة بالقرب من ضراغمة [0795633743 - 0787674121] -

مكتبة إقرأ [0777775926] - مكتبة الليث [0797898026]

- المدينة الرياضية - مكتبة المدينة - مقابل مدرسة العباس بن المنذر - هاتف [0795177765]
- طبربور - مكتبة اللوتس - مقابل الهنيني هاتف [0799350333]
- الجاردنز - مكتبة الجاردنز - مقابل البنك الاسلامي [0795605094]
- خلدا - مكتبة خلدا - [795024662] - مكتبة آية - دوار المعارف - [5519438] - مكتبة المونتسيوري - [065514885]
- دوار الكيلو - مكتبة يارا وتمارا [0797240665]
- البقعة - مكتبة الامين - [0796692739] - مكتبة الجاحظ - [0788278134]
- صويلح - مكتبة حمدي هاشم - مقابل الدفاع المدني - [0795858341] مكتبة صويلح
- ابو نصير - مكتبة زيد - مقابل المسجد الكبير [0775555078] - مكتبة العلم نور - السوق التجاري - [0795571721] - مكتبة السلام
- شفا بدران – مكتبة الزمردة - [0798068282-65235340]
- الجبيهة – مكتبة المستقبل
- تلاع العلي - مكتبة زيد الخير - اسواق السلطان [065563055]
- الفحيص – مكتبة هدايا زيد - [0777220028]
- الاشرفية : مكتبة البراعة - [0795733869] - مكتبة الاسراء - شارع التاج - [0796160930]
- أم نوارة – مكتبة المسكاوي - [0795014743]
- أبو علندا - مكتبة رباع [0798032123]
- الهاشمي الشمالي - مكتبة الزنبق - بجانب العنان مول [0795811819] - مكتبة المنفلوطي - مقابل مطعم الهنيني [0785300682]
- جبل النصر - مكتبة الجعبري - مقابل البنك العربي [0796572927] - مكتبة حسن مهنا [0795141054]
- المقابلين - مكتبة أم العرى - بجانب أم قصير الثانوية للبنات - بجانب مياه الأصيل - [0785248672] - الخواجا [0790870907]
- الوحدات - مكتبة الأوابين - مقابل باصات جاوا [0796411812] - مكتبة البراق - [06-4750360] -

مكتبة حمزة [0795890837]- مكتبة البيان [0798753428]

- مرج الحمام - مكتبة أم القرى - بجانب دوار الدلة [0799852188]
- حي نزال - مكتبة طارق بن زياد - مثلث المدارس [0788560076- 0798068282] - مكتبة حي نزال [0799950701]
- الجبل الاخضر - ريفكو : مكتبة ربوع بيسان - بجانب بقالة ابو غربية [0785422488 - 0797014400]
- الذراع الغربي : مكتبة ابو لبة [0796712333] - مكتبة أحمد الجابري [0788119484]
- النزهة : مكتبة زين - 07979272860 - مكتبة عدي فليفل - 0797205620 - مكتبة حسان - 0795993572
- سحاب : مكتبة جهاد - 0777419672
- ماركا الشمالية – مكتبة العوايشة الشارع الرئيسي مقابل مدرسة مصطفى الرفاعي - [0795430252]
- ياجوز : مكتبة صناع الحياة ياجوز - [0788017998] [05-3757033]
- المشيرفة : مكتبة جمال - [0785680565]
- السخنة : مكتبة أنس [78685882]
- الزرقاء - مكتبة الوسام - مجمع السعادة - مقابل حلويات السهل الاخضر - [0799467654] - مكتبة الجذور
- المفرق - مكتبة الطالب المبدع - شارع 20 مقابل مياه راسيل [0797192936]
- مادبا - مكتبة شومان :شارع الملك عبد الله - قرب بنك الإسكان [0777335514] [0798595259]
- اربد : مكتبة اليقين ، مركز نوبل الثقافي - [0795680164] - مكتبة النسيم - [0785135479] - مكتبة البتراء - [0776854986]
- الكرك : مكتبة رم : بالقرب من المسجد العمري
- الرمثا: المكتبة الأولى - [0795223553]
- عجلون : مكتبة الوسام الذهبي - [0777353585] - مكتبة الدلتا - [0796363632] - مكتبة الطريق إلى الحياة - [0777499310]
- جرش : مكتبة الإيمان [0777796356] - عالم الرياضة [0777615009]
- السلط : مكتبة أمين العناسوة - [0777782070] - مكتبة حسين وعمر - [3531444 - 05] - مكتبة المجدلاوي - [0776146993] - مكتبة عبودكو

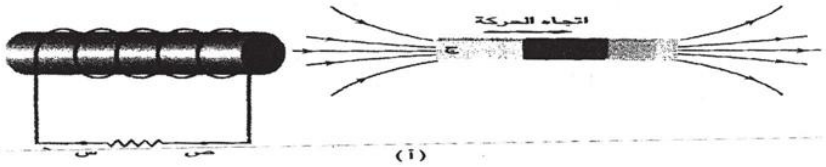
وما بكم من نعمة فمن الله ...

الاسم :

الفيزيـــاء

الفصل الرابع / الوحدة الأولى

الحث الكهرومغناطيسي



محمد دودين

- لا تجعل التاريخ يصنعك . اصنع تاريخك بنفسك -

عندما يمتلك المرء طاقة هائلة فانه يسعى لتفجيرها للوصول الى اقل طاقة وضع والى حالة الاستقرار. لكنه يتفاجئ بالشحنات الهائلة التي تحيط به [اعداء النجاح] والتي لا تدع له مجالا ليتدفق عبرها. فتنخفض قوته الدافعة ويصبح بعدها بطارية فارغة وبلا اهمية في عيون البشرية.

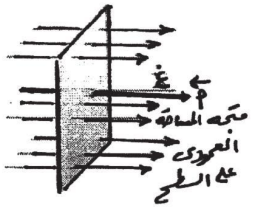
ولا عجب ان يأتي يوم يشحن فيه من جديد وتزداد فولتيته ويفجر القنبلة الهيدروجية برمتها فيترك أثرا عميقا في عيون البشر فتمر بعدها سنين النسبية ليأتي احدهم ويقول :

هنا فجر الطيف ألوانه السبعة. دودينكووو

القسم الأول : التدفق المغناطيسي [Φ]

أولاً التدفق المغناطيسي : عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تخترق سطحا ما على نحو عمودي عليه.

رياضياً $\Phi = غ \ أ \ جتا\theta$



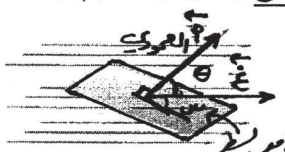
حيث تمثل :

[Φ] = التدفق المغناطيسي ويقاس بوحدة (تسلا .م^2) والتي تسمى [ويبر]

[غ] = شدة المجال المغناطيسي ويقاس بوحدة (تسلا)

[أ] = متجه المساحة : وهو متجه مقداره يساوي مساحة السطح واتجاهه عمودي على السطح للخارج ويقاس بوحدة (م^2)

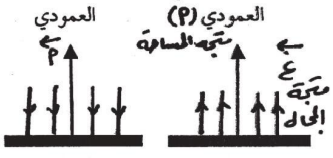
[θ] = الزاوية المحصورة بين اتجاه المجال المغناطيسي واتجاه العمودي على السطح (متجه المساحة) .



وهي θ لحل المسائل ← الوصل مع متجه المساحة (العمودي على السطح) شكراً لتعتمد θ
الوصل مع السطح (مستوى الملف) مشي علينا نتمم θ = ٩٠ - س ← المصنوعة مع السطح

سؤال سطح مساحته ٥٠٠ سم^2، سلط عليه مجال مغناطيسي منتظم شدته ١٠٠ تسلا .

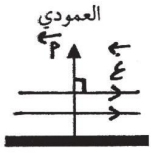
احسب التدفق المغناطيسي في كل من الحالات التالية:



أ) إذا كان اتجاه المجال عمودياً على السطح (اولا: نحو ا لخارج .. ثانيا :نحو الداخل) .

اولاً : $\Phi = غ \ أ \ جتا صفر = ١٠٠ \times ٥٠٠ \times ١٠^{-٤} \times ١ = ٥$ ويبر (اتجاهه للخارج)
(متجه عمودي)

ثانياً : $\Phi = غ \ أ \ جتا ١٨٠ = ١٠٠ \times ٥٠٠ \times ١٠^{-٤} \times -١ = -٥$ ويبر (اتجاهه للداخل)

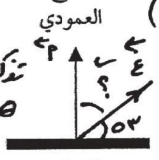


ب) إذا كان اتجاه المجال موازياً للسطح.

$\Phi = غ \ أ \ جتا ٩٠ = ١٠٠ \times ٥٠٠ \times ١٠^{-٤} \times صفر = صفر$ (لا يوجد اتجاه)
(متجه صفري)
(متجه المساحة)

ج) إذا كان اتجاه المجال يصنع زاوية ٦٠ مع العمودي على السطح .

$\Phi = غ \ أ \ جتا ٦٠ = ١٠٠ \times ٥٠٠ \times ١٠^{-٤} \times \frac{١}{٢} = ٢٥$ ويبر
(نصف القيمة العظمى)



د) إذا كان اتجاه المجال يصنع زاوية ٥٣ مع السطح . علماً (جتا٥٣ = ٠,٦ ، جتا٣٧ = ٠,٨)

$\Phi = غ \ أ \ جتا ٢٧ = ١٠٠ \times ٥٠٠ \times ١٠^{-٤} \times \frac{٨}{١٠} = ٤$ ويبر
(قيمة حادية)

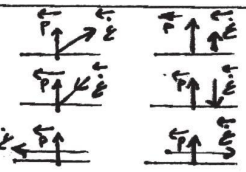
تفكر لحل المسائل اجباري
θ تأخذ من العمودي (P)
θ = ٩٠ - ٥٣ = ٣٧°

لاحظ اه ...!

١ ← يكون التدفق (Φ) موجبا عندما تكون خطوط المجال خارجة من السطح

٢ ← يكون التدفق (Φ) سالبا عندما تكون خطوط المجال داخلة من السطح

٣ ← يكون التدفق (Φ) صفرا عندما تكون خطوط المجال موازية من السطح

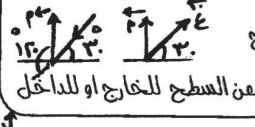


لاحظ اه ...!

١ ← Φ (اكبر ما يمكن) [عندما θ = صفر او θ = ١٨٠] خطوط المجال عمودية على السطح للخارج او للداخل

٢ ← Φ (اقل ما يمكن ينعدم) [عندما θ = ٩٠] خطوط المجال موازية للسطح

٣ ← Φ (ـ القيمة العظمى) [عندما θ = ٦٠ او θ = ١٢٠] خطوط المجال تميل ٣٠ من السطح للخارج او للداخل

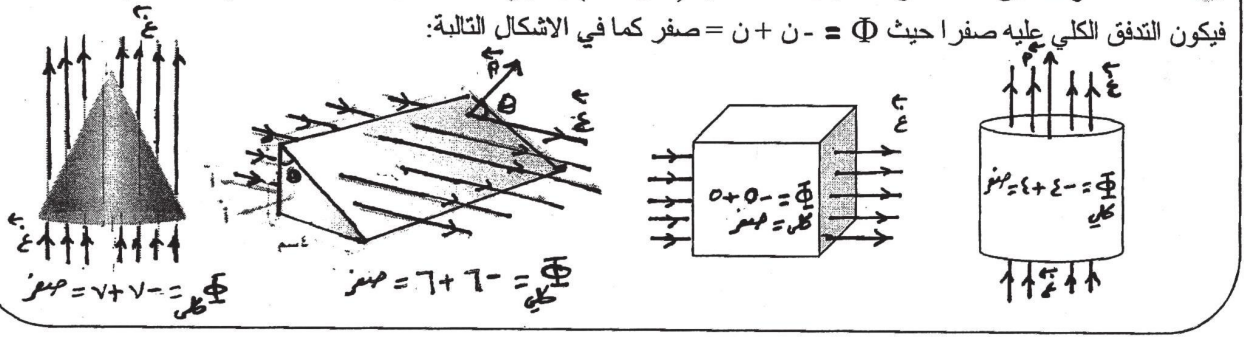


تعليق ...!

التدفق الكلي لخطوط المجال على أي جسم مغلق (مجسم) مغمور كليا في المجال يساوي صفر. علل ؟؟؟

وذلك لان عدد خطوط المجال الداخلة اليه (- ن خط) يساوي عدد الخطوط الخارجة منه (+ ن خط)

فيكون التدفق الكلي عليه صفرا حيث Φ = - ن + ن = صفر كما في الاشكال التالية:



ثانيا العوامل التي يعتمد عليها التدفق المغناطيسي :

سؤال

يمكن تغيير التدفق المغناطيسي الذي يخترق سطح ما (ملف) بثلاث طرق مختلفة . اذكرها ؟

الاجابة - [١] .يتغير التدفق المغناطيسي بتغير المجال المغناطيسي الذي يخترق السطح . [$\Delta\Phi = \Delta$ غ أ جتاθ]

[٢] .يتغير التدفق المغناطيسي بتغير مساحة السطح الذي تخترقه خطوط المجال. [$\Delta\Phi =$ غ Δ أ جتاθ]

[٣] .يتغير التدفق المغناطيسي بتغير جتا الزاوية بين متجه المساحة وخطوط المجال . [$\Delta\Phi =$ غ أ Δ جتاθ]

تعليق ...!

عند حدوث تغير في التدفق ($\Delta\Phi$) الذي يخترق السطح (الملف) فهذا يعني تغير عدد خطوط المجال التي تخترق السطح (تتفاعل معه) اي حدث تفاعل بين الخطوط والسطح المخترق زيادة او نقصان . .

كما يمكن ان يتغير التدفق بتغير عامل واحد فقط او اكثر من عامل معا كما سنلاحظ لاحقا .

القسم الثاني : مفهوم الحث الكهرومغناطيسي وطرق الحصول على قوة دافعة كهربائية حثية:

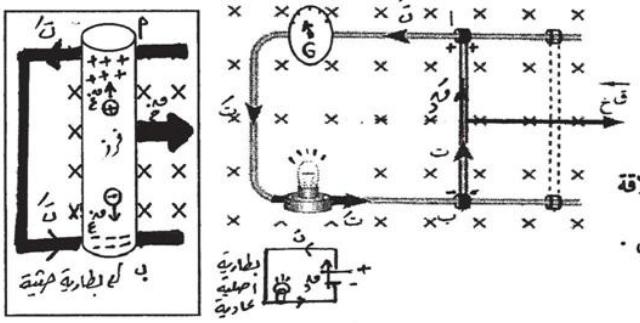
☺ **الحث الكهرومغناطيسي:** ظاهرة توليد قوة دافعة كهربائية حثية (مرور تيار كهربائي حثي) في موصل نتيجة **تغير التدفق** المغناطيسي [Φ] عبره.

تعليق ...! درسنا في الفصل السابق أنه يمكن الحصول على مجال مغناطيسي من تيار كهربائي يمر في موصل.

فهل من الممكن الحصول على تيار كهربائي من مجال مغناطيسي؟ ... تذكر الطبيعة تحب التماثل

☺ الجواب: نعم، شرط أن **يُقطع** الموصل خطوط المجال المغناطيسي أو **تُقطع** خطوط المجال المغناطيسي الموصل.

سؤال في الشكل المجاور (أب) موصل مستقيم ينزلق على سكة على شكل حرف **U** عند تحريك الموصل (أب) نحو اليمين بفعل قوة خارجية يتولد في الموصل تيار حثي.



أولاً: كيف يمكنك تفسير منشأ تولد هذا التيار؟

ثانياً : اذا اعتبرنا المجرى U والموصل يشكلان ملفا فما هي العلاقة بين القوة الدافعة الكهربائية المتولده في الملف والتدفق المغناطيسي .

الإجابة –

أولاً: الموصل (أب) يحتوي شحنات موجبة وسالبة و عند تحريك الموصل (أب) بقوة خارجية نحو اليمين في مجال مغناطيسي سيؤثر هذا المجال بقوة مغناطيسية على الشحنات، وحسب قاعدة اليد اليمنى فإن القوة المغناطيسية ستحرك الشحنات الموجبة باتجاه الطرف (أ) في حين تتحرك الشحنات السالبة(الالكترونات الحرة) نحو الطرف (ب) ونتيجة لعملية **فصل الشحنات** ينشأ فرق في الجهد فيتولد قوة دافعة كهربائية حثيه داخل الموصل، فينشأ عنها تيار حثي.

ثانيا: تبين ان القوة الدافعة الكهربائية تتولد عند **تغير التدفق المغناطيسي** الذي يخترق (يقطع) الدارة .. زيادة او نقصان . حيث مثلا :

- عند تحريك الموصل نحو اليمين تزداد مساحة الملف (Δ أ) التي تخترقها خطوط المجال المغناطيسي فيزداد لذلك التدفق عبر الملف ($\Delta\Phi$)
- عند تحريك الموصل نحو اليسار تقل مساحة الملف (Δ أ) التي تخترقها خطوط المجال المغناطيسي فيقل لذلك التدفق عبر الملف ($\Delta\Phi$)

من الآخر

☺ - يتولد تيار حثي في موصل فلزي (سلك أو هلف) فقط إذا **تغير** التدفق المغناطيسي عبره (زيادة أو نقصان)

☹ - ولا يتولد تيار حثي إطلاقاً عند **ثبوت** التدفق المغناطيسي.

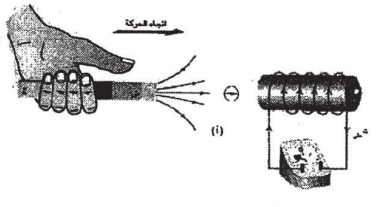
AWA2EL LEARN 2 BE
موقع الأوائل

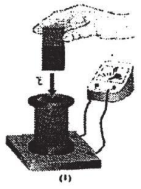
طرق توليد القوة الدافعة الكهربائية الحثية [تيار حثي] في ملف ما ؟

أولاً: بتغير المجال المغناطيسي (المغناطيس) الذي يخترق سطح الملف .. نظرياً

عملياً من خلال: أ. لحظة اقتراب أو ابتعاد مغناطيس

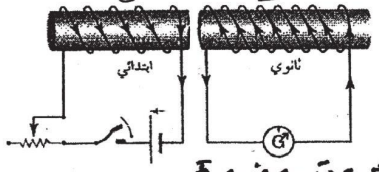
(او لحظة استبدال المغناطيس بآخر أقوى أو اضعف)





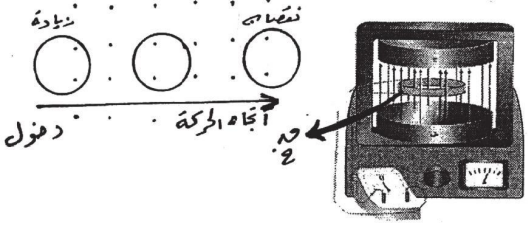
ب . لحظة زيادة التيار أو نقصانه في ملف (مغناطيس صناعي) من خلال :

(لحظة فتح مفتاح دارة أو إغلاقه) او(التحكم في التيار بالريوستات (م:متغيرة))

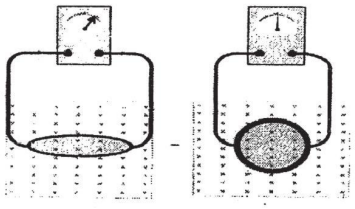


ثانيا: بتغير مساحة الملف التي تخترقها خطوط المجال المغناطيسي .. نظرياً

عملياً من خلال: أ. لحظة إدخال أو إخراج ملف إلى مجال مغناطيسي

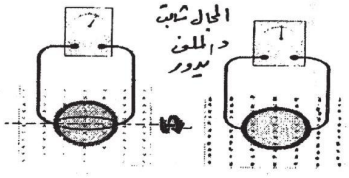


ب. لحظة زيادة مساحة الملف أو نقصانها.



ثالثا: بتغير الزاوية بين المجال ومستوى الملف: نظرياً

عملياً من خلال أ. لحظة دوران الملف



ب. لحظة عكس اتجاه خطوط المجال المغناطيسي

سؤال.. كم كيف يمكن توليد القوة الدافعة الكهربائية الحثية [تيار حثي] في ملف ؟ نظرياً

١. تغير المجال المغناطيسي الذي يخترق سطح الملف . . [$\Delta\Phi = \Delta$ غ أ جتاθ]

٢. تغير مساحة الملف التي تخترقها خطوط المجال المغناطيسي . [$\Delta\Phi = $ غ Δ أ جتاθ]

٣. تغير الزاوية بين خطوط المجال المغناطيسي ومستوى الملف . [$\Delta\Phi = $ غ أ Δ جتاθ]

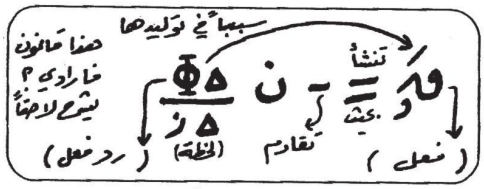
القسم الثالث : قانـــون لنـــز (لتحديد اتجاه التيار الحثي)

لنز الرسام الجكر

سؤال اذكر نص قانون لنز ؟ وبين ما هي أهميته ؟

- **نص قانون لنـــز:** "القوة الدافعة الكهربائية الحثية تنشأ بحيث تقاوم التغير في التدفق المغناطيسي الذي كان سبباً في توليدها عند تلك اللحظة"
- **أهمية قانون لنـــز:** "تكمن أهمية قانون لنـــز في تحديد الأقطاب المغناطيسية الحثية (شَ & جَ)" وبالتالي تحديد اتجاه التيار الحثي .

▣ تفسير وتوضيح قانـــون لنـــــز :



أ اذا كان $\Phi\Delta$ في حالة زيادة.. ستعالج بالنقصان :

فيتولد تيار حثي ينشأ عنه مجال مغناطيسي حثي معاكس للمجال الأصلي يعمل على إنقاص التدفق المغناطيسي عبر الداره . لماذا ؟وذلك لمقاومة الزيادة في التدفق .

زيادة التدفق المغناطيسي ← يولد ← مجال حثي معاكس ← قاعدة الرسم الاولى

حالات الزيادة: [تقرب مغناطيس ، دخول ملف منطقة مجال مغناطيسي ، إغلاق مفتاح دارة ، زيادة تيار دارة ، نقصان مقاومة الدارة]

(معاكسة تزايد التدفق)

ب اذا كان $\Phi\Delta$ في حالة نقصان ..ستعالج بالزيادة :

فيتولد تيار حثي ينشأ عنه مجال مغناطيسي حثي مشابه للمجال الأصلي يعمل على زيادة التدفق المغناطيسي عبر الداره . لماذا ؟وذلك لمقاومة النقصان في التدفق .

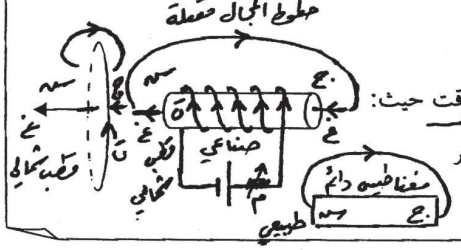
نقصان التدفق المغناطيسي ← يولد ← مجال حثي مشابه ← قاعدة الرسم الثانية

حالات النقصان: [ابتعاد مغناطيس ، خروج ملف منطقة مجال مغناطيسي ، فتح مفتاح دارة ، نقصان تيار دارة ، زيادة مقاومة الدارة]

(معاكسة تناقص التدفق)

... ملاحظـات هامـــة ...

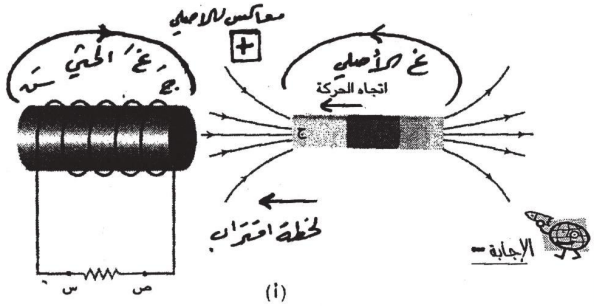
1. قانون لنـــز يفسر ظهور الاشارة السالبة في قانون فارادي الذي سيشرح لاحقا .
2. يمكن اعتبار الملف اللولبي (الحلزوني) & الملف الدائري . مغناطيس كهربائي مؤقت حيث: في قاعدة قبضة اليد اليمنى يشير الإبهام دائما إلى القطب الشمالي ويكون الطرف الآخر قطب جنوبي كما موضح في الشكل .



أمثلة متنوعة على قانون لنز الجكر

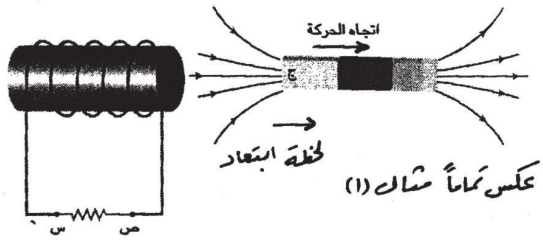
أفكار المسائل
1. اقتراب وابتعاد مغناطيس
2. دخول وخروج ملف في مجال
3. دوائر كهربائية متجاورة
4. إضاءة المصباح

مثال 1 حدد اتجاه التيار الحثي في المقاومة المتصلة بملف لولبي كما في الشكل عند اقتراب المغناطيس إليه مع بيان السبب.



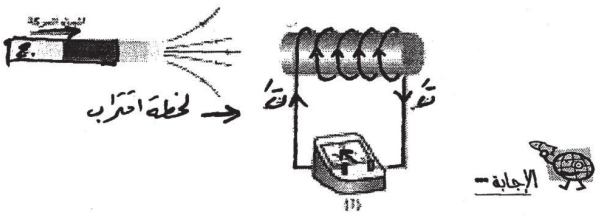
✍ – اقتراب القطب الجنوبي للمغناطيس الذي يخترق الملف ، يؤدي تبعا لقانون لنز الى توليد قوة دافعة كهربائية حثيه في الملف ، فتدفع تيارا حثي يسري في اللفات مولدا مجالا مغناطيسيا حثيا معاكس للمجال للاصلي(الذي سببه) ليقاوم الزيادة (التغير) في التدفق ، وتبعاً لقاعدة قبضة اليد اليمنى يكون اتجاه التيار الحثي في اللفات صاعد للاعلى وفي المقاومة من (ص) إلى (س).

تمرين 1 حدد اتجاه التيار الحثي في المقاومة المتصلة بملف لولبي كما في الشكل عند ابتعاد المغناطيس عنه مع بيان السبب.



عكس تماماً مثال (1)

مثال 2 في الشكل عند اقتراب المغناطيس من الملف اللولبي تولد تيار حثي في الملف كما في الشكل. ما سبب تولد هذا التيار وما نوع القطب المغناطيسي (س)؟



✍ – اقتراب المغناطيس الذي يخترق الملف ، يؤدي تبعا لقانون لنز الى توليد قوة دافعة كهربائية حثيه في الملف ، فتدفع تيار حثي يسري في الملف مولدا مجالا مغناطيسيا حثيا معاكس للمجال للاصلي (الذي سببه) ليقاوم الزيادة (التغير) في التدفق ، وتبعاً لقاعدة قبضة اليد اليمنى يكون الطرف (س) قطب شمالي (ص) قطب جنوبي

وصايا لنز الرسام الجكر ..

لحل المسائل وتحديد (غ ، ت)

١. عند الحدث في السؤال (مهارة شخصية) ← زيادة في ← ت
   نقصان في ← ت
٢. نرسم المجال الأصلي (المؤثر) من س ← ج خارج المؤثر
٣. نرسم المجال الحثي (غ) حسب قواعد الرسم للنز الجكر
   ⊞ : نرسم مجال حثي معاكس للاصلي للمقاومة الزيادة
   ⊞ : نرسم مجال حثي مشابه للاصلي لمقاومة النقصان
٤. نطبق قاعدة قبضة اليد اليمنى حيث الابهام يمثل اتجاه (ت) والاصابع اتجاه (غ)

للتعليل وبيان السبب : (فهم مش بصم)

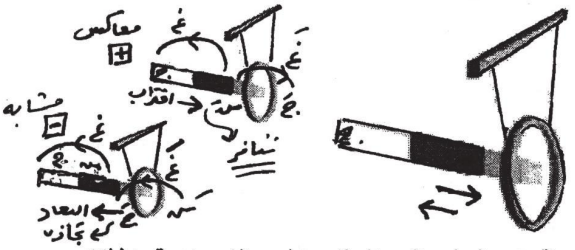
١. عند حدوث (زيادة في المتغير) وحسب قانون لنز تتولد (ت) (معاكسة) ← ت ← غ معاكس للاصلي
وذلك (لمقاومة الزيادة) وبتطبيق قاعدة قبضة اليد...

٢. عند حدوث (نقصان في المتغير) وحسب قانون لنز تتولد (ت) (مشابة) ← ت ← غ مشابه للاصلي
وذلك (لمقاومة النقصان) وبتطبيق قاعدة قبضة اليد...

مثال (٣) يقترب مغناطيس قوي من حلقة ألمنيوم معلقة على نحو حر، كما في الشكل التالي فيلاحظ تنافرها مع المغناطيس:

أ - ما سبب تنافر الحلقة الحرة مع المغناطيس .

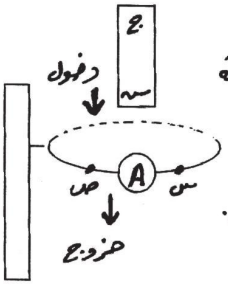
ب - ماذا تتوقع أن يحدث عند ابتعاد المغناطيس عن الحلقة



أ- اقتراب القطب الشمالي للمغناطيس الذي يخترق الحلقة ، يؤدي تبعا لقانون لنـــز الى توليد قوة دافعة كهربائية حثيه في الحلقة ، فتدفع تيارا حثيا ليسري في الحلقة مولدا بحالا مغناطيسيا حثيا معاكس للمجال للاصلي(الذي سببه) ليقاوم الزيادة (التغير) في التحدفق ، يجعل وجه الحلقة القريب من المغناطيس قطبا شماليا حثياً وبسبب الاقطاب المتشابهه تنشأ قوة تنافر بين الحلقة الحرة والمغناطيس مما يجعلها تندفع لليمين .

ب – عند الابتعاد يصبح الطرف القريب للحلقة قطب جنوبي وهذا يعمل على تجاذب الحلقة الحرة وتحركها مع اتجاه المغناطيس

تمرين (٥) يوضح الشكل ملف دائري في المستوى (س ز) حدد اتجاه التيار الحثي المتولد في الحلقة أثناء سقوط المغناطيس نحو الأسفل.



الإجابة –

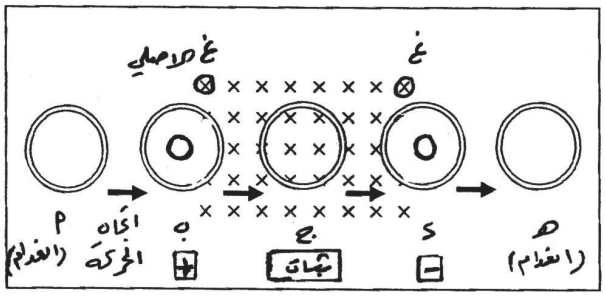
أولاً: لحظة إقتراب المغناطيس من الحلقة فإن هذا يمثل اقتراب قطب شمالي ويحدث زيادة في التدفق ينشأ عنها مجال مغناطيســي حــتى يعاكس اتجاه المجال المغناطيسي فيصبح الطرف العلــوي للحلقــة شمالياً حسب قاعدة قبضة اليد اليمنى يمر تيار حثي من (ص ⟵ س) في الأميتر.

ثانياً: لحظة ابتعاد المغناطيس من الحلقة فإن هذا يمثل

ابتعاد قطب جنوبي ويحدث نقصان ي التدفق ينشأ عنه مجال مغناطيسي يشابه اتجاه المجال المغناطيسي فيصبح الطرف السفلي للحلقة شمالياً فيمر تيار حثي من(س ⟵ ص) في الأميتر.

مثال (٤)

حلقة دائرية من مادة موصلة تدخل تدريجياً في منطقة مجال مغناطيسي منتظم، حدد اتجاه التيار الحثي المتولد في كل حالة، مع بيان السبب:



☹ لا يتولد تيار حثي في كل من الثلاث حالات التالية :

أ-بسبب عدم وجود تغير في التدفق المغناطيسي عبر الملف (غ=٠)

هـ- بسبب عدم وجود تغير في التدفق المغناطيسي عبر الملف (غ=٠)

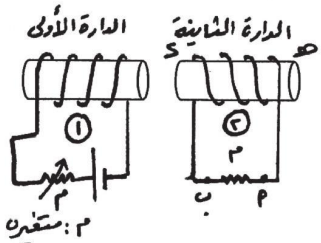
ج. ثبات التدفق حيث (غ) و (أ) و(θ) ثابتة) ← ΦΔ = ثابت.

☺ يتولد تيار حثي في الحالتين :

ب - يتولد تيار حثي بعكس اتجاه عقارب الساعة وذلــك بســبب حدوث زيادة في التدفق عند دخول الملف إلى منطقة المجــال حيــث تغيرت المساحة (Δ أ) وحسب قانون لنــز يتولد في الحلقة مجال حثي معاكس للمجال الأصلي ليقاوم الزيادة (الأصلي ⊗ ، الحثي ⊙)

د. يتولد تيار حثي باتجاه عقارب الساعة وذلــك بســبب حــدوث نقصان في التدفق عند خروج الملف من منطقة المجال حيــث تغــيرت المساحة (Δ أ) وحسب قانون لنــز يتولد في الحلقة مجال حثي مشابه للمجال الأصلي ليقاوم النقصان (الأصلي ⊗ ، الحثي ⊗).

مثال ٥ بالاعتماد على الشكل المجاور، عند لحظة انقاص المقاومة في الدارة الأولى يتولد تيار حثي في الدارة الثانية



أ- ما سبب تولد هذا التيار.

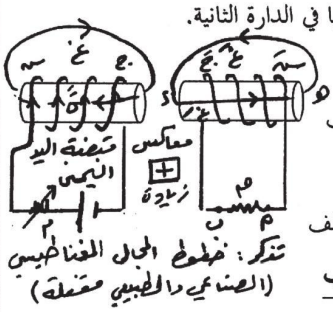
ب- في ضوء قاعدة لنز، حدد اتجاه المجال المغناطيسي الناشئ عن هذا التيار الحثي **داخل** ملف الدارة الثانية

جـ - حدد اتجاه التيار الحثي الناشئ في المقاومة (م)

د- ما القاعدة التي استخدمتها لتحديد اتجاه التيار الحثي.

الإجابة -

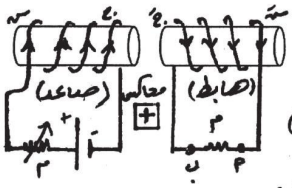
أ - ✍ أ- إنقاص المقاومة يعني زيادة تيارة الدارة الاولى ممايعني زيادة المجال وبالتالي **زيادةالتدفق(حدوث تغير في التدفق)** الذي يخترق الدارة الثانية و تبعا لقانون لنـــز تتولد قوة دافعة كهربائية حثيه في الدارة الثانية ، تدفع تيارا حثيا في الدارة الثانية.



من هـــ الى د خارج ملف الدارة الثانية

ومن د الى هـــ **داخل** ملف الدارة الثانية **وهو المطلوب**

جـــ - اتجاه التيار الحثي في المقاومة (م) يكون من أ ← ب



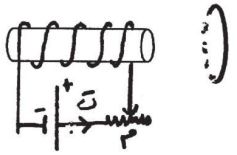
د - يخطط بقاعدة قبضة اليد اليمنى .

✱ استخدامات: (صَح صِح)

١. **قانون لنـــز**: (تحديد الأقطاب المغناطيسية (شَ، جَ)

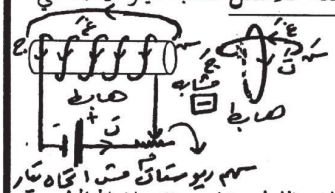
٢. **قاعدة قبضة اليد اليمنى**: تحديد اتجاه التيار الحثي.

مثال ٦ حلقة فلزية مستواها عمودي على هذه الورقة ومجاورة لدارة كهربائية كما في الشكل، أجب:



- عند زيادة المقاومة المتغيرة (م) حدد على الحلقة اتجاه التيار الحثي، علل إجابتك.

✍ أ-زيادة المقاومة يعني نقصان تيارة الملف اللولبي ممايعني نقصان المجال وبالتالي **نقصان التدفق(حدوث تغير في التدفق)** الذي يخترق الحلقة و تبعا لقانون لنـــز تتولد قوة دافعة كهربائية حثيه في الحلقة ، تدفع **تيارا حثيا في الحلقة للاسفل** مشابه لتيار الاصلي للملف اللولبي لمقاومة النقصان .



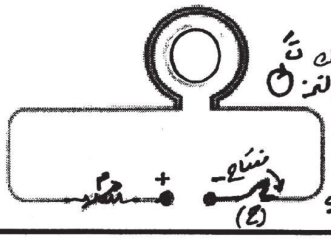
إجابة بديلة بدلالة المجال الحثي .

زيادة المقاومة يعني نقصان تيارة الملف اللولبي ممايعني نقصان المجال وبالتالي **نقصان التدفق(حدوث تغير في التدفق)** الذي يخترق الحلقة و تبعا لقانون لنـــز تتولد قوة دافعة كهربائية حثيه في الحلقة ، تدفع **تيارا حثيا** مولدا مجالا مغناطيسيا حثيـــا **مشـــابه** للمجال للاصلي(الذي سببه) **ليقاوم النقصان** فيصبح الطرف القريب للحلقة قطب جنوبي حثي والطرف البعيد شمالي حثي وبتطبيق قاعدة قبضة اليد اليمنى يكون التيار نحو الاسفل .

تمرين ٥ اذا وضع ملف دائري داخل ملف دائري اكبر يسري فية تيار كهربائي كما في الشكل .اجب عما يلي :

١. ما اتجاه التيار الحثي الذي يسري في الملف الأصغر الداخلي عندما نزيد مقاومة الدارة الكهربائية فسر اجابتك

٢. اذكر طريقتين مختلفتين لتوليد تيار حثي في الملف الداخلي

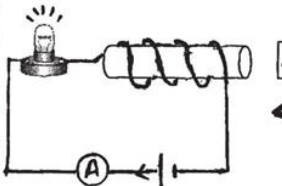


١. ت (مشابه للاصلي ت) وذلك لمقاومة النقصان حسب قانون لنز

٢. اولاً : فتح او غلق مفتاح الدارة (م)

ثانياً : دوران الملف الداخلي

مثال ماذا تتوقع أن يحدث لإضاءة المصباح وقراءة الأميتر في الشكل مع بيان السبب، في الحالات التالية:



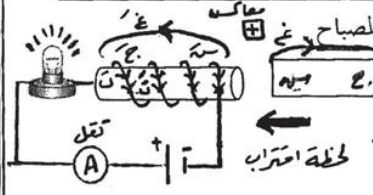
١- في أثناء تقريب القطب الشمالي للمغناطيس في الملف.

٢- في أثناء تقريب القطب الجنوبي للمغناطيس من الملف.

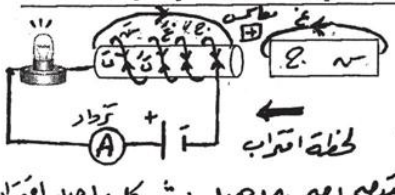
AWAZEL LEARN 2 BE
موقع الأوائل

الاجابة-

أ - أولاً: عند اقتراب القطب الشمالي للمغناطيس من الملف يزداد التدفق المغناطيسي الذي يخترق الملف وتبعا لقانون لنـز تتولد فيه قوة دافعة كهربائية حثية تدفع فيه تيار حثي، يتولد عنه مجال مغناطيسي حثي باتجاه يعاكس المجال الأصلي الذي سببه، ليقاوم الزيادة في التدفق وتبعاً لقاعدة قبضة اليد اليمنى يكون اتجاه التيار الحثي في الملف نحو الأسفل وبنفس اتجاه تيار البطارية فيزداد التيار الكلي في الدارة وبالتالي تزداد قراءة الأميتر & وتزداد إضاءة المصباح



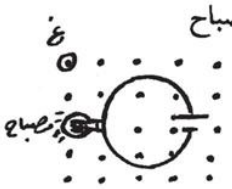
ثانيا: عند اقتراب القطب الجنوبي للمغناطيس من الملف يزداد التدفق المغناطيسي الذي يخترق الملف وتبعا لقانون لنـز تتولد فيه قوة دافعة كهربائية حثية تدفع فيه تيار حثي، يتولد عنه مجال مغناطيسي حثي باتجاه يعاكس المجال الأصلي الذي سببه، ليقاوم الزيادة في التدفق وتبعاً لقاعدة قبضة اليد اليمنى يكون اتجاه التيار الحثي في الملف نحو الاعلى وبعكس اتجاه تيار البطارية فيقل التيار الكلي في الدارة وبالتالي تقل قراءة الأميتر & وتقل إضاءة المصباح



تحذير: المستمع: الي بتبعدهم بعدم بالاصبع مش كل ما حدا اقرب تزداد الاضاءه وكل ما حدا البعد بتعمل لاحظ اقرب بعيد لا مرة تقل (س او ع) مرة تزداد

اختبر نفسك ..

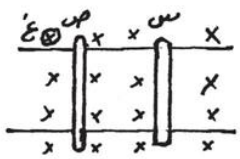
1 - مصباح مضيء يتصل مع حلقة دائرية مغمورة في مجال مغناطيسي منظم عموديا على مستوى الحلقة كما في الشكل المجاور. ماذا يحدث لاضاءة المصباح في كل من الحالتين الآتيين مفسر اجابتك



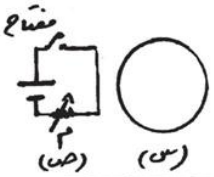
أ- عند حركة الحلقة داخل المجال بحيث يبقى مستواها عموديا على المجال

ب - اثناء خروج الحلقة من المجال.

2 - في الشكل المجاور الموصلين (س) (ص) قابلن للحركة على سلكين متوازيين متعامدين مع مجال مغناطيسي منتظم اذا بدا المجال المغناطيسي بالتاقص تدريجيا صف حركة الموصلين مفسر اجابتك (س،ص) ملفان متجاوران ،



3 - حدد اتجاه التيار الحثي الناشيء في الملف (س) عند إغلاق مفتاح الملف (ص) .



1. ب. لاتغير اضاءة المصباح لأن التدفق ثابت (لم يحدث تغير)
ب. تزداد الأضاءه حيث يقل التدفق الذي يخترق الملف وحسب قانون لنز تتولد قوة تدفع تيار مشابه لاتجاه التيار الاصلي لمقاومة النقص في التدفق وبالتالي يزداد

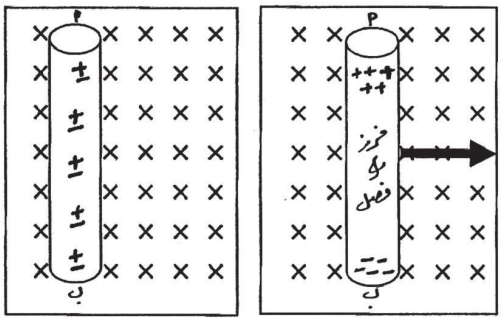
2. حسب قاعدة لنز نتيجة تناقص المجال يتناقص التدفق الذي يخترق الملف وتتولد قوة تدفع تولد غ مشابه للمجال الاصلي (x) وحسب قاعدة قبضة اليد اليمنى تكون اتجاه التيار الحثي (التيار المتولد) مع عقارب الساعة وبالتالي ق س للاسفل و ق ص للاعلى فينشأ قوة تنافر بين الموصلين لذلك س تتحرك نحو اليمين وص نحو اليسار

ق. ت معاكس للاصل ق
لمقاومة الزيادة اي مع عقارب الساعة

القسم الرابع : حساب القوة الدافعة الكهربائية الحثية & قانون فارادي في الحث

أولاً حركة موصل في مجال مغناطيسي منتظم عمودي على خطوط المجال (دارة مفتوحة)

سؤال في الشكل عند تحريك الموصل أب نحو اليمين بسرعة ثابتة (ع) باتجاه عمودي على خطوط المجال المغناطيس يتولد فرق جهد كهربائي وبالتالي مجال كهربائي داخل الموصل، فكيف تفسر ذلك؟



موصل متحرك [جـ أ ب ≠ صفر] موصل ساكن [جـ أ ب = صفر]

الإجابة -

- يحتوي الموصل (أب) على شحنات موجبة وشحنات سالبة وعند تحريك الموصل (أي الشحنات) فإن **المجال المغناطيسي سيؤثر بقوة** مغناطيسية على الشحنات ويحركها.
- وحسب قاعد اليد اليمنى تتحرك الشحنات الموجبة وتتركز عند الطرف (أ) وبالتالي تتحرك الشحنات السالبة وتتركز عند الطرف (ب) ونتيجة لعملية **فصل الشحنات** ينشأ فرق جهد كهربائي بين طرفي الموصل حيث :

(جـ أ > جـ ب) لذلك يتولد مجال كهربائي داخل الموصل يكون اتجاه من أ إلى ب ..
(جـ أ مرتفع، جـ ب منخفض)

... ملاحظات هامة ...

☺ - اثناء سحب الموصل في الشكل السابق .. تتوقف حركة الشحنات الحرة داخل الموصل باتجاه طرفيه بعد فترة .. **فسر ذلك ؟** لحظة تستمر الشحنات بالتحرك عند طرفي الموصل **حتى تتزن** القوة الكهربائية للأسفل مع القوة المغناطيسية للأعلى .

تعليق ! بعد فترة من التحريك (ق ك = ق غ) وعليه يمكن هنا:

1 - حساب مقدار المجال الكهربائي داخل الموصل :

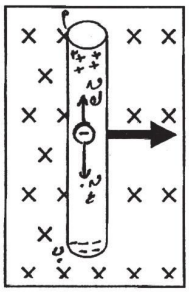
ق ك = ق غ ⟵ مـ شـ = مـ شـ ع غ جا θ (θ = ٩٠)

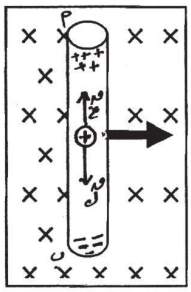
مـ = غ ع غالباً علينا

2 - حساب فرق الجهد الكهربائي بين طرفي الموصل :

جـ أ ب = ف مـ جتا θ لكن ف = ل & θ = صفر . وعليه :

جـ أ ب = ل مـ ⟵ جـ أ ب = ل غ ع

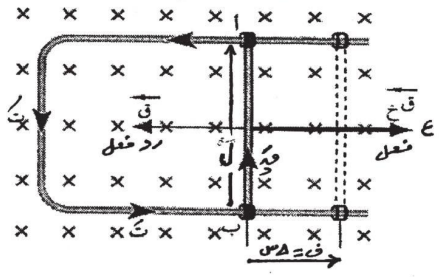




تعليق ! في الشكل السابق تولد فرق في الجهد بين طرفي الموصل ولكن لم يتولد تيار فما التعديل الذي تجريه للحصول على تيار (قوة دافعة حثية)؟ التيار -- **يحتاج دارة مغلقة** ..

ثانياً القوة الدافعة الكهربائية الحثية والتيار الحثي المتولدة في ملف أو موصل جسم (دارة مغلقة)

سؤال في الشكل المجاور (أب) موصل مستقيم ينزلق على سكة على شكل حرف U عند تحريك الموصل (أب) نحو اليمين بسرعة ثابتة بفعل قوة خارجية يتولد في الموصل تيار حثي. أجب عما يأتي:-



اولاً: أثبت أن القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة

في الدارة (الملف) تعطى بالعلاقة : [$ق_د = -ن \frac{\Delta\Phi}{\Delta ز}$]

ثانياً: أثبت أن القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في الموصل أب فقط

تعطى بالعلاقة : [$ق_د = -ل غ ع جا\theta$] الناصر الزوي عنتي محاد جارنا

ثالثاً: إذا علمت أن مقاومة الأسلاك تساوي (م) فما هو مقدار التيار الحثي الذي يسري في الدارة؟

اولاً: (ملف) .. (نبدأ اولاً من الشغل)

$شغ = ق_خ \times ف$ جتا ، حيث $ف = \Delta س$ (الازاحة)

$قدره \times \Delta ز = -ق_خ \times \Delta س \times 1$. $[ق_خ = -ق_ح]$ حسب

$ق_د \times \Delta ز = -(ب ل غ جا 90) \times \Delta س$ قانون نيوتن الثالث

$ق_د \times \Delta ز = -(ل \times \Delta س) غ$. $شغ = قدره \times \Delta ز$

$ق_د \times \Delta ز = -\Phi_ب غ$. $قدره = ق_د$

$ق_د \times \Delta ز = -\Delta\Phi$ ← $\Phi_ب = ب \times \Delta س$

$ق_د = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta ز}$ .. للملف الواحد

$ق_د = -ن \frac{\Delta\Phi}{\Delta ز}$ .. (ن عدد لفات الملف)

($ق_د$): تسمى القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتوسطة (اللحظية) عندما يتحرك الموصل بسرعة ثابتة ..

وعندما $\Delta ز \to$ صفر تسمى $ق_د$ (اللحظية) ..

ثانياً: (موصل مستقيم) نبدأ اولاً من $\Delta\Phi$

$\Delta\Phi = غ \Phi_ب$ جتا θ ..... لكن $\Phi_ب = ب ل \Delta س$

$\Delta\Phi = غ ب ل \Delta س$ ..... بالقسمة على $\Delta ز$

$\frac{\Delta\Phi}{\Delta ز} = غ ب ل \frac{\Delta س}{\Delta ز}$

$\frac{\Delta\Phi}{\Delta ز} = غ ب ل ع$ ..... حيث $\frac{\Delta س}{\Delta ز} = ع$ (سرعة ثابتة)

$-ق_د = غ ب ل ع$ ..... حيث $ق_د = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta ز}$

$ق_د = -ب ل غ ع$ ← ← على اعتبار $ق_د$ كمية متجهة

$ق_د = -ب ل غ ع$ جا θ ..... حيث ع جا θ مسقط ع على غ

ودائماً محمولة على $\theta = 90$

ثالثاً : $ت = \frac{ق_د}{م}$ تذكر : القدرة المستنفذة = $م ت^2$ & تذكر .... الحرارة المتولدة [الطاقة] = قدرة × ز = $م ت^2 ز$

سؤال يعبر عن قانون فارادي في الحث الكهرومغناطيسي رياضياً بالعلاقة : [$ق_د = -ن \frac{\Delta\Phi}{\Delta ز}$] أجب عما يأتي:

١- عبر بالكلمات عن قانون فارادي ٢ - ما هي وحدة قياس كل من [$\Delta\Phi$ ، $ق_د$].. $ق_د \propto \frac{\Delta\Phi}{\Delta ز}$

٣- على ماذا تدل الإشارة السالبة (-) في العلاقة السابقة .

١. **نص قانون فارادي:** أن القوة الدافعة الكهربائية الحثية تتناسب طردياً مع المعدل الزمني للتغير في التدفق المغناطيسي الذي يخترق الدارة الكهربائية.

٢. يقاس بوحدة ($\frac{ويبر}{ث}$) أو(تسلا.$م^2$) وتقاس $ق_د$ بوحدة (**فولت**)

٣. تدل الإشارة السالبة على أن التيار الحثي المتولد في الموصل أو الملف **يقاوم التغير** في التدفق المغناطيسي الذي يخترقه وهذا ما يسمى بـ"قانون لنز" والذي ينص على أن: "القوة الدافعة الكهربائية الحثية تنشأ بحيث **تقاوم التغير** في التدفق المغناطيسي الذي كان سبباً في توليدها"

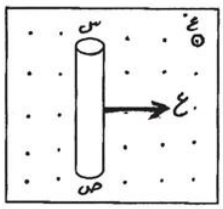
أفكار المسائل

موقع الأوائل

١ ← حركة موصل في مجال مغناطيسي (ضمن دارة مفتوحة)
٢ ← حركة موصل في مجال مغناطيسي (ضمن دارة مغلقة)
٣ ← قانون فاراداي (هلف) ← (مباشر، غير مباشر، رسم بياني)

مثال ١

(س،ص) موصل مستقيم طوله (٠,٥)م، موضوع في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (١٠) تسلا، كما في الشكل. إذا حرك الموصل نحو اليمين بسرعة ثابتة مقدارها ٢م/ث، أجب عما يأتي:



١. ما مقدار المجال الكهربائي داخل الموصل (س،ص).

٢. أحسب فرق الجهد الكهربائي بين طرفي الموصل (جـ س ص).

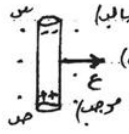
وجهد موزع وقطب كل طرف ؟

١. ..... هـ = غ ع

..... = (١٠) (٢) = ٢٠ (نيوتن/كولوم) او فولت/م

٢. ..... حـ س ص = ل هـ

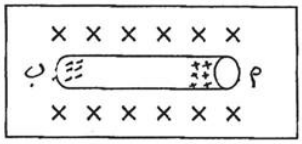
..... = (٠,٥) (٢٠) = ١٠ فولت . (ص: موجب)



تمرين ٥

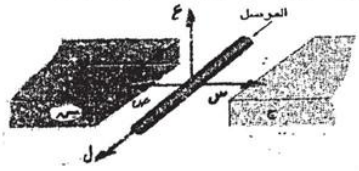
ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة :

• في الشكل المجاور، لكي يصبح الطرف (أ) موجب الجهد بالنسبة للطرف (ب) يجب تحريك الموصل أب إلى جهة:



أ. الشرق ج. الشمال
ب. الغرب د. الجنوب

• ليتولد اكبر فرق جهد بين طرفي الموصل فإنه يتحرك بالإتجاه:

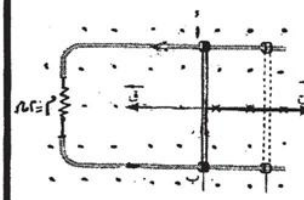


أ. س
ب. ص
جـ. ع
د. ل

(جـ) ٥٠ (د) ١٠ (ج) صفحة ١٢٢

مثال ٢

يبين الشكل المجاور، موصل (أ،ب) طوله (٠,٥) م ينزلق بحرية على سكة موصلة مقاومتها ٢Ω، فإذا كانت كلها موضوعة في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٠,٥) تسلا، باتجاه يتعامد مع سطح الورقة للخارج، وكان الموصل (أ،ب) يتحرك نحو اليمين بسرعة ثابتة ٤م/ث من قبل قوة خارجية. أجب عما يلي:



١. القوة الدافعة الحثية المتولدة في الموصل.

٢. مقدار واتجاه التيار الكهربائي المار في الدارة. داخل وخارج الموصل

٣. مقدار القوة الخارجية المؤثرة في الموصل .

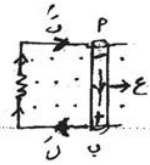
٤. القدرة المستنفذة في الدارة.

٥. الطاقة الحرارية الناتجة في المقاومة م خلال ثانيتين .

١. هـ = -ل غ ع جتا٩٠ ٩٠=٥

= - (٠,٥) (٤) (١)

= - ١ فولت



٢. ت = هـ / م = |-١| / ٢ = ١/٢ أمبير ع

من م الى ب داخل الموصل وعكسه من ب الى م خارج الموصل (+ ← -)

٣. حـ خ = حـ غ معقداراً ولعاكسها اتجاهاً

حـ خ = ت ل غ جتا٩٠

= (١/٢) (٠,٥) (٠,٥) (١) = ١/٨ نيوتن

٤. القدرة المستنفذة = م ت٢ = (٢) (١/٢)٢ = ١/٢ واط

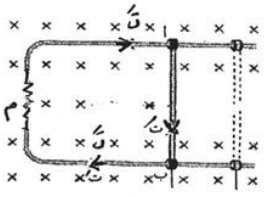
٥. الطاقة الحرارية = قدرة × زمن = ١/٢ × (٢) = ١ جول

تمرين ٥

في الشكل إذا علمت أن:

(ل =٢,١م، غ =٢,٥ تسلا، ت =٠,٥ أمبير، م =٦ Ω)

إحسب مقدار واتجاه السرعة التي يتحرك بها الموصل (أ،ب) حتى يتولد تيار حثي كما في الشكل.



$\varepsilon = -$ ل غ ع جا ٩٠

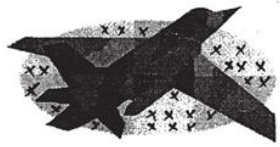
$ت_م = \frac{|\varepsilon|}{م}$ حيث ε لست سالبة

$\frac{٥}{١٠} \times ٦ = ع \times \frac{٢٥}{١٠} \times \frac{١٢}{١٠}$ ($\varepsilon = ت_م$ م) نأخذ مطلق

ع = ١م/ث نحو الغرب (س) .

مثال ٣

طائرة طول جناحيها ٧٠م، تطير أفقياً بسرعة ٣٦٠كم/ساعة، في المجال المغناطيسي الأرضي الذي مركبته العمودية تساوي ٤×١٠^{-٥} تسلا، فما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة بين طرفي جناحيها. أفرض أن الجناحين متعامدين مع المركبة الرأسية العمودية للمجال المغناطيسي الأرضي .. (θ =٩٠)



$\varepsilon = -$ ل غ ع جا ٩٠

$= -$ (٧٠) (٤×١٠^{-٥}) (١٠٠) (١)

$= -٢٨ \times ١٠^{-٢}$

$= -٠,٢٨$ فولت

لكن

ع = ٣٦٠ كم/ساعة

$ع = \frac{١٠٠٠ \times ٣٦٠}{(٦٠ \times ٦٠)}$

ع = ١٠٠م/ث

∴ توضيح .. أثناء طيران الطائرة بشكل أفقي فإنها تكون موازية (لا تقطع) مركبة المجال المغناطيسي الأرضي العمودي . لذلك لا تحل وتستخدم المركبة العمودية

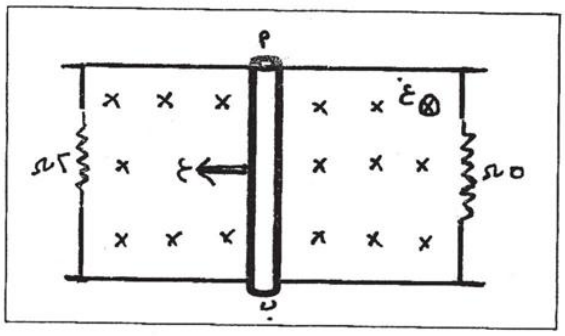
تمرين ٦

وطريقة ..

اثرت قوة على موصل (اب) طوله (٢٠) سم ينزلق على موصلين متوازيين. فحركته بسرعة ثابته (٨) م/ث .باتجاه عمودي على مجال مغناطيسي منتظم مقداره(٢,٥) تسلا كما في الشكل . احسب:

١. التيار الكهربائي الحثي المتولد في كل من المقاومتين (٥ Ω) و (٢ Ω)

٢. مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة في الموصل (أ ب) واتجاهها



١. $\varepsilon = -$ ل غ ع جا θ θ =٩٠

$= -$ (٠,٢٥) (٨) (١)

$= -٢$ فولت

$ت_١ = \frac{|\varepsilon_١|}{م_١} = \frac{٢}{٥} = ٠,٤$ أمبير

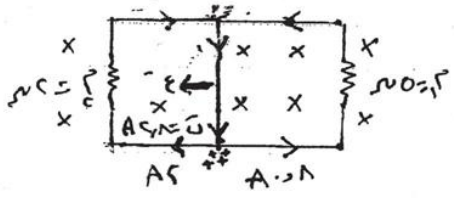
$ت_٢ = \frac{|\varepsilon_٢|}{م_٢} = \frac{٢}{٢} = ١$ أمبير

٢. $ت = ت_١ + ت_٢ = ٠,٤ + ١ = ١,٤$ أمبير

ق = ت ل غ جا ٩٠

$= ١,٤ \times ٠,٢ \times ٢,٥$

= (٠,٧ نيوتن ، س) نحو اليمين



مثال (٤) ملف دائري تغير التدفق المغناطيسي عبره بمقدار ٢٥×١٠^{-٣} ويبر خلال ٥٠ ملي ثانية. إذا كان عدد لفات الملف ٢٠ لفة إحسب مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة فيه.

$$\text{ق}_\text{ح} = -\text{ن} \frac{\Delta\Phi}{\Delta\text{ز}}$$

$$\text{ق}_\text{ح} = -(٢٠) \frac{٢٥ \times ١٠^{-٣}}{٥٠ \times ١٠^{-٣}} = -١٠ \text{ فولت}$$

تمرين (٥) ملف مستطيل الشكل أبعاده ٥سم×٨سم موضوع بحيث يكون مستواه متعامداً مع مجال مغناطيسي، فإذا كان عدد لفات الملف (٥) لفات ومقاومته (١٠) Ω أحسب المعدل الزمني للتغير في المجال المغناطيسي لإحداث تيار حثي في الملف مقداره (٠,١) امبير

$$\text{ق}_\text{ح} = -\text{ن} \frac{\Delta\Phi}{\Delta\text{ز}} \quad \text{لكن } \Delta\Phi = \Delta\text{غ} \cdot \text{م} \cdot \text{جتا}\theta$$

$$\text{ق}_\text{ح} = -\text{ن} \frac{\Delta\text{غ} \cdot \text{م} \cdot \text{جتا}\theta}{\Delta\text{ز}} \quad \text{لكن } \text{ت} = \frac{\text{ق}_\text{ح}}{\text{م}} \Rightarrow \text{ق}_\text{ح} = \text{ت} \cdot \text{م}$$

المعدل الزمني للتغير في المجال المغناطيسي

$$\text{ت} \cdot \text{م} = -\text{ن} \left(\frac{\Delta\text{غ}}{\Delta\text{ز}}\right) \cdot \text{م} \cdot \text{جتا}\theta$$

$$(\frac{١}{١٠})\ ١٠ = -٥ \left(\frac{\Delta\text{غ}}{\Delta\text{ز}}\right) (٥ \times ٨ \times ١٠^{-٤})$$

$$\left(\frac{\Delta\text{غ}}{\Delta\text{ز}}\right) = -٥٠٠ \text{ تسلا/ث}$$

توضيح....: "صح صح"

- التدفق المغناطيسي (Φ) يقاس بوحدة ويبر .
- التغير في التدفق المغناطيسي ($\Delta\Phi$) يقاس بوحدة ويبر.
- المعدل الزمني للتغير في التدفق ($\frac{\Delta\Phi}{\Delta\text{ز}}$) يقاس بوحدة ويبر/ ث.
- المجال المغناطيسي (غ) يقاس بوحدة تسلا.
- التغير في المجال المغناطيسي (Δغ) يقاس بوحدة تسلا.
- المعدل الزمني للتغير في المجال ($\frac{\Delta\text{غ}}{\Delta\text{ز}}$) يقاس بوحدة تسلا/ ث

مثال (٥) $\theta = \text{صفر}$ ($\text{غ} \perp \text{م}$)

يؤثر مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٠,٢ تسلا) عمودياً في مستوى لفات ملف لولبي عدد لفاته (٥٠٠ لفة) ومساحة اللفة الواحدة ١٠٠ سم٢ . أحسب القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة عندما:

١- ينعدم المجال المغناطيسي في أثناء فترة زمنية ٠,١ ث.

٢- ينعكس اتجاه المجال المغناطيسي في أثناء فترة زمنية ٠,١ ث

١.

انعدام المجال المغناطيسي ⇐ $\Delta\text{غ} = -\text{غ}$. وبالتالي حدث تغير في المجال المغناطيسي (Δغ).

سنعود ←

$$\text{ق}_\text{ح} = -\text{ن} \frac{\Delta\Phi}{\Delta\text{ز}}$$

$$= -(٥٠٠) \frac{(-٢ \times ١٠^{-٢})}{(١ \times ١٠^{-١})}$$

$$= +١٠ \text{ فولت}$$

$\Delta\Phi = \Delta\text{غ} \cdot \text{م} \cdot \text{جتا}\theta$

$= (\text{غ}_٢ - \text{غ}_١)(١ \times ١٠^{-٤})(١)$

$= (\text{صفر} - ٠,٢)(١٠^{-٤})$

$\Delta\Phi = -٢ \times ١٠^{-٣}$ ويبر

٢.

انعكاس اتجاه المجال المغناطيسي ⇐ $\theta = ١٨٠$ ، وبالتالي حدث تغير في الزاوية θ ⇐ $\Delta(\text{جتا}\theta)$

$\theta = ٠$ ، $\text{جتا}\theta = ١$ ، $\theta = ١٨٠$ ، $\text{جتا}\theta = -١$

$$\text{ق}_\text{ح} = -\text{ن} \frac{\Delta\Phi}{\Delta\text{ز}}$$

$$= -(٥٠٠) \frac{(-٤ \times ١٠^{-٣})}{(١ \times ١٠^{-١})}$$

$$= +٢٠ \text{ فولت}$$

$\Delta\Phi = \Delta\text{غ} \cdot \text{م} \cdot \Delta(\text{جتا}\theta)$

$= \text{غ} \cdot \text{م} (\text{جتا}\theta_٢ - \text{جتا}\theta_١)$

$= ٠,٢ \times ١٠^{-٤} (\text{جتا}١٨٠ - \text{جتا}٠)$

$= ٢ \times ١٠^{-٣} (-١ - ١)$

$\Delta\Phi = -٤ \times ١٠^{-٣}$ ويبر

تمرين (٦) $\text{R}_\text{ح}$ مسئ خاط

في المثال السابق، إذا تولدت قوة دافعة كهربائية حثية متوسطة مقدارها ١٠ فولت عندما ينعدم المجال المغناطيسي، أحسب مقدار الفترة الزمنية التي حدث فيها إنعدام المجال. (الاجابة : Δز = ٠,١ ث)

تمرين (6) (تفس الفلم) (دريفة) 4.04

ملف مساحة سطحه 10^{-2} م وعدد لفاته ١٠٠ لفة وضع في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٠,٢ تسلا) بشكل يوازي $\theta = 90°$ خطوط المجال. إحسب القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتوسطة التي تتولد في الحالات التالية:

١- عند دوران الملف لمدة (٠,٢ ث) بحيث يصبح مستواه عموديا ($\theta = صفر$) على خطوط المجال المغناطيسي.

٢- عندما تصبح مساحة الملف عشر ($\frac{1}{10}$) ما كانت عليه خلال فترة زمنية = ٠,٣ ث بحيث كانت خطوط المجال المغناطيسي عمودية على مستوى الملف ($\theta = صفر$). ثم احسب مقدار التيار الحثي المتولد في الملف اذا علمت ان مقاومة الملف ٣ Ω .

١

$\varepsilon = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

$= -100 \frac{10^{-3} \times 2}{10^{-1} \times 2}$

$= -1$ فولت

كما نقصان

$\Delta\Phi = غ\ A\ \Delta جتا\theta$

$= غ\ A\ (جتا\theta_2 - جتا\theta_1)$

$= (2) (10^{-2}) (جتا 0° - جتا 90°)$

$= (10^{-3} \times 2) (1 - صفر)$

$\Delta\Phi = 2 \times 10^{-3}$ ويبر

كما زيادة

٢

$\varepsilon = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

$\varepsilon = -100 \frac{2 \times 10^{-4}}{10^{-1} \times 3}$

$\varepsilon = +0,6$ فولت

كما زيادة

$A_2 = \frac{1}{10} \times A_1$

$= 10^{-2} \times 2$ م^2

$\Delta\Phi = غ\ \Delta A\ جتا\theta$

$\Delta\Phi = غ\ A\ جتا\theta$

$= غ\ (A_2 - A_1)\ (1)$

$= 0,2\ (10^{-2} \times 2 - 10^{-2})$

$= 0,2 \times 10^{-2}\ (2-1)$

$= 2 \times 10^{-3}\ (1 - 0,9)$

$= 2 \times 10^{-4}$ ويبر

كما نقصان

$\bar{ت} = \frac{\text{أحدث}}{\Delta t}$

$\bar{ت} = \frac{0,6}{3} = 0,2$ أمبير

مثال (7)

يؤثر مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٠,٤ تسلا) على ملف مكون من (٦٠٠) لفه مساحة اللفة الواحدة (12×10^{-3}) م٢ والزاوية بين متجه المجال ومتجه المساحة (٦٠°) خلال (٠,١ ث) ثم انخفض المجال المغناطيسي الى (٠,١) تسلا واصبحت الزاوية بين متجه المجال ومتجه المساحة صفرا. احسب متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية التولدة في الملف اثناء تلك الفترة الزمنية ؟

هنا يوجد اكثر من تغير !؟ جمع جبرية

$\varepsilon = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ لكنه $\Delta\Phi = ؟$

$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$

$= غ\ A\ جتا\theta_2 - غ\ A\ جتا\theta_1$

$= 0,4 \times 12 \times 10^{-3} \times جتا 0 - 0,4 \times 12 \times 10^{-3} \times جتا 60$

$= 48 \times 10^{-4} - \frac{1}{2} \times 48 \times 10^{-4}$

$\Delta\Phi = 24 \times 10^{-4}$ ويبر

$\varepsilon = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

$= -600 \times \frac{24 \times 10^{-4}}{1 \times 10^{-1}}$

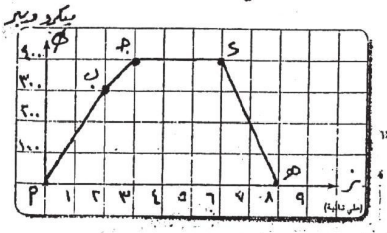
$= 24 \times 10^{-1}$

$= 2,4$ فولت

تذكر عزيزي المستمع .. عند حدوث اكثر من تغير في المتغير نطبق $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = (غ\ A\ جتا\theta)_2 - (غ\ A\ جتا\theta)_1$

ولا نطبق $\Delta\Phi = غ\ A\ \Delta جتا\theta$

مثال ٨ يتغير التدفق المغناطيسي خلال ملف عدد لفاته ١٠٠٠ لفة، حسب المنحنى البياني الموضح في الشكل. مستعيناً بالرسم.



١- أحسب القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتوسطة (ثابتة المقدار)في كل مرحلة من مراحل تغير التدفق.

٢-أرسم خطاً بيانياً يوضح العلاقة بين القوة الدافعة الحثية والزمن.

١. المرحلة: (أ ← ب)

$\text{ق}_\text{ح} = -\text{ن}\left(\frac{\Delta\Phi}{\Delta\text{ز}}\right)$

$\text{ق}_\text{ح} = -١٠٠٠ \times ١٥٠ \times ١٠^{-٣}$

$= -١٥٠$ فولت

$\frac{\Delta\Phi}{\Delta\text{ز}}$ = ميل الخط المستقيم $= \frac{\Delta\Phi}{\Delta\text{ص}} \div \frac{\Delta\text{ز}}{\Delta\text{س}}$

$= \frac{٦٠٠ - ٣٠٠}{(٣ - ٠) \times ١٠^{-٣}}$

$= ١٥٠ \times ١٠^{-٣}$ ويبر/ث

المرحلة: (ب ← ج)

$\text{ق}_\text{ح} = -\text{ن}\left(\frac{\Delta\Phi}{\Delta\text{ز}}\right)$

$= -١٠٠٠ \times ١٠٠ \times ١٠^{-٢}$

$= -١٠٠٠$ فولت

$\frac{\Delta\Phi}{\Delta\text{ز}}$ = ميل الخط المستقيم $= \frac{٦٠٠ - ٣٠٠}{(٦ - ٣) \times ١٠^{-٣}}$

$= ١٠٠ \times ١٠^{-٣}$ ويبر/ث

المرحلة: (ج ← د)

$\text{ق}_\text{ح} = -\text{ن}\frac{\Delta\Phi}{\Delta\text{ز}}$

$\text{ق}_\text{ح}$ = صفر (ثبات في التدفق)

$\frac{\Delta\Phi}{\Delta\text{ز}}$ = ميل الخط المستقيم $= \frac{٦٠٠ - ٦٠٠}{(٨ - ٦) \times ١٠^{-٣}}$

= صفر

المرحلة: (د ← هـ)

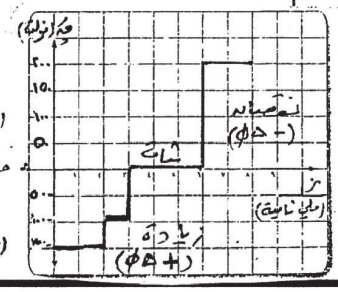
$\text{ق}_\text{ح} = -\text{ن}\frac{\Delta\Phi}{\Delta\text{ز}}$

$= -١٠٠٠ \times (-٢٠٠ \times ١٠^{-٣})$

$= +٢٠٠$ فولت

$\frac{\Delta\Phi}{\Delta\text{ز}}$ = ميل الخط المستقيم $= \frac{(٦٠٠ - صفر) \times ١٠^{-٣}}{(٦ - ٨) \times ١٠^{-٣}} = -٣٠٠$ ويبر/ث

٢. نتذكر .. نتعامل القوة الدافعة الحثية المتوسطة (الثابتة خلال الزمن) ← اختار ثابت

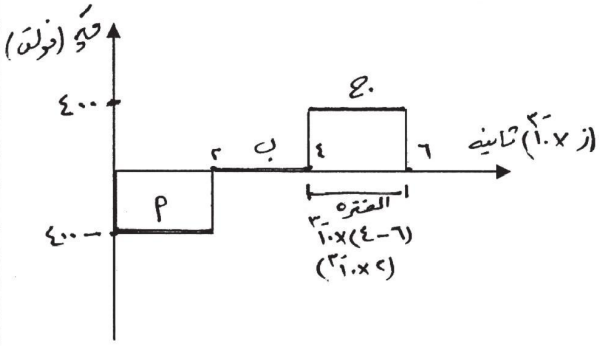


تمرين ٩ بالاعتماد على الرسم البياني التالي الذي يمثل العلاقة بين القوة الدافعة الحثية (ق ح) المتولدة في ملف عدد لفاته $١٠^{٣}$ لفة والزمن (ز) أجب عما يلي:

١- أحسب التغير في التدفق المغناطيسي الذي يعبر الملف في كل مرحلة من المراحل (أ ، ب ،ج).

٢- ارسم خطا بيانيا يوضح العلاقة بين التغير في التدفق (ص) والزمن (س)

٣- ما المرحلة التي يتولد خلالها زيادة في التدفق المغناطيسي ؟



١. $(\text{ق ح})_\text{أ} = -\text{ن}\frac{\Delta\Phi_\text{أ}}{\Delta\text{ز}}$

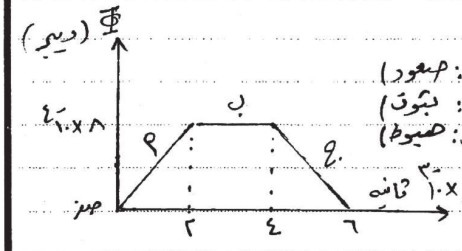
$-٤٠٠ = -(١٠)\frac{\Delta\Phi_\text{أ}}{٣ \times ١٠^{-٢}}$ ⇐ $\Delta\Phi_\text{أ} = ٨ \times ١٠^{-٤}$ ويبر

$(\text{ق ح})_\text{ب} = -\text{ن}\frac{\Delta\Phi_\text{ب}}{\Delta\text{ز}}$

صفر $= -(١٠)\frac{\Delta\Phi_\text{ب}}{٣ \times ١٠^{-٢}}$ ⇐ $\Delta\Phi_\text{ب} =$ صفر

$(\text{ق ح})_\text{ج} = -\text{ن}\frac{\Delta\Phi_\text{ج}}{\Delta\text{ز}}$

$٤٠٠ = -(١٠)\frac{\Delta\Phi_\text{ج}}{٣ \times ١٠^{-٢}}$ ⇐ $\Delta\Phi_\text{ج} = -٨ \times ١٠^{-٤}$ ويبر



٢. أ (زيادة: صعود)
ب (ثبات: بثبوت)
ج (نقصان: هبوط)

٣. المرحلة (أ) حيث ق ح سالبة ← $\Delta\Phi$ (+)

القسم الخامس : ظاهرتي الحث الكهرومغناطيسي

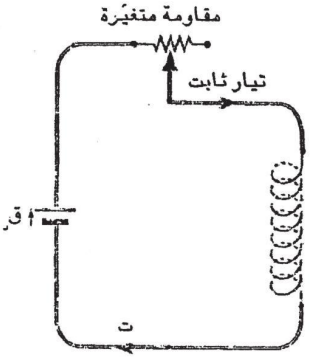
أولاً ظاهرة الحث الذاتي:

❋ " ظاهرة تولد قوة دافعة كهربائية حثيه في داره ملف (محث) نتيجة تغير تيار الداره ذاتها "

✍- المحث : ملف لولبي (حلزوني) له خاصية الحث الذاتي ويرمز له بالدارات بـ ⌇⌇⌇⌇⌇ (ح)

١ تفسير ظاهرة الحث الذاتي -

✍ - الدارة المجاورة تحتوي على بطارية ومقاومة متغيرة وملف لولبي ، يمر فيها تيار ثابت ينشأ عنه مجال مغناطيسي ثابت يولد تدفقاً ثابتاً يخترق الدارة (الملف اللولبي) نفسها .

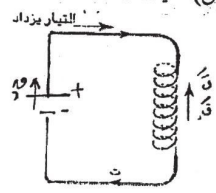


❋ لكن عند **تغير المقاومة** يتغير التيار وبالتالي يتغير التدفق وتبعاً لقانوني فارادي & لنـز ، تتولد قوة دافعة كهربائية حثية في ذات الملف ، تقاوم التغير في التدفق المغناطيسي الذي يخترق الملف .

☺- وتسمى هذه الظاهرة بـ " **ظاهرة الحث الذاتي** "

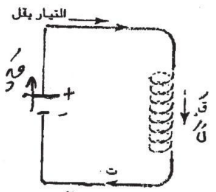
☺- ويسمى الملف اللولبي في هذه الحالة بـ "**المحث** " ويرمز له بالحرف (ح) . وهو يعمل على ابطاء نمو التيار في الدارة وابطاء تلاشيه ..(مقياس للتاخير)

☺- وتسمى القوة الدافعة في هذه الحالة بـ " **القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية**. وهي حالتان : اما ذاتية عكسية (لحظة الزيادة في التدفق) او ذاتية مشابهه طردية (لحظة النقصان في التدفق) حيث :



✍- **اولاً**:عند زيادة تيار الدارة (بإنقاص مقدار المقاومة مثلا او غلق مفتاح الدارة) يحدث **تغير** في التدفق المغناطيسي يولد: (قَ د) اتجاهها **يعاكس** اتجاه (ق د) بطارية لتقاوم الزيادة في التدفق .وتسمى

قَ د: **القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية العكسية**



✍- **ثانياً**:عند نقصان تيار الدارة (بزيادة مقدار المقاومة مثلا او فتح مفتاح الدارة) يحدث **تغير** في التدفق المغناطيسي يولد : (قَ د) اتجاهها **مع** اتجاه (ق د)بطارية لتقاوم النقص في التدفق وتسمى

قَ د : **القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية الطردية** .

لذلك ..✍ تعتبر ظاهرة الحث الذاتي للملف اللولبي (المحث)خاصية طبيعية تمانع بها التغير الحادث للتيار الذي يسري فيها حيث من الطبيعي تقاوم الزيادة بالنقصان وتقاوم النقصان بالزيادة .

... ملاحظـات هامـة ...

١- وجد عملياً أن القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية تتناسب طردياً مع معدل تغير التيار في الدارة ، ويعبر عنه رياضياً على النحو التالي ..

$$\text{ق}_{\text{ذ}} = -\text{ن} \frac{\Delta \Phi}{\Delta \text{ز}} = -\text{ن} \frac{\Delta \text{غ} \, \text{م} \, \text{جتا} \theta}{\Delta \text{ز}}$$ حيث $\Delta \text{غ}$ لولبي $= \text{ن} \, \text{م} \, \Delta \text{ت}$ & $\theta = 0$

$$\text{ق}_{\text{ذ}} = -\text{ن} \frac{\text{ن} \, \text{م} \, \Delta \text{ت} \, \text{م}}{\Delta \text{ز}} \quad (1)$$ حيث: $\text{ن} = \frac{\text{ن}}{\text{ل}}$

$$\text{ق}_{\text{ذ}} = -\text{ن} \, \text{م} \, (\frac{\text{ن}}{\text{ل}})^2 \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ز}} \leftarrow \text{ق}_{\text{ذ}} = -\frac{(\text{م} \, \text{ن}^2)}{\text{ل}} \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ز}}$$ ... المقدار $\frac{\text{م} \, \text{ن}^2}{\text{ل}} = \text{ح}$ (مقدار ثابت يدل على الإبطاء)

$$\leftarrow [\text{ق}_{\text{ذ}} = -\text{ح} \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ز}}]$$ لنز

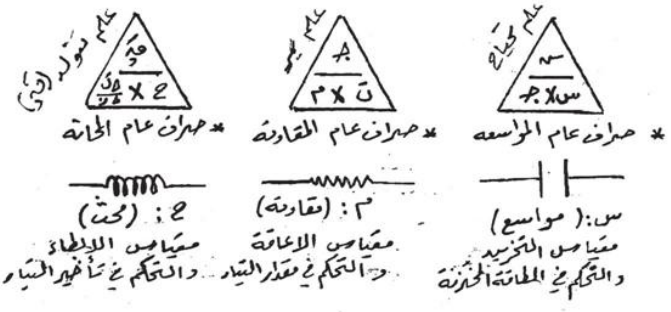
حيث :

ح : معامل الحث الذاتي أو (المحاثة) ، $\text{ح} = \frac{\text{ق}_{\text{ذ}}}{\frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ز}}}$ تقاس المحاثة بوحدة " فولت . ث / أمبير " والتي تسمى [هنـــري] .

٢- [$\text{ق}_{\text{ذ}} = -\text{ح} \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ز}}$] تسمى القوة الدافعة الكهربائية الحثية **الذاتية المتوسطة**

موقع الأوائل

٣- مثل الرسم ..



سؤال

تعطى القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية بالعلاقة : [$\text{ق}_{\text{ذ}} = -\text{ح} \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ز}}$] أجب :

لنز

١- ما دلالة الإشارة السالبة في العلاقة .

٢- وضح المقصود : [" محاثة المحث "] & [الهنري] . ($\text{ح} = \frac{\text{ق}_{\text{ذ}}}{\frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ز}}}$ عندما تتولد)

الإجابة -

١- تعني أن القوة الدافعة الكهربائية الحثية تنشأ بحيث تقاوم التغير في التيار الكهربائي (اي التغير في التدفق) في الدارة حسب قانون لنز .

٢- ☺ **محاثة المحث** : النسبة بين القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية فيه والمعدل الزمني لتغير التيار فيه . $\text{ح} = \frac{\text{ق}_{\text{ذ}}}{\frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ز}}}$ (نسبة)

☺ **الهنري** : محاثة محث تتولد فيه قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية مقدارها واحد فولت عندما يتغير التيار فيه بمعدل واحد أمبير في الثانية .

أمثلة متنوعة على ظاهرة الحث الذاتي

مثال (١)

أ - أثبت أن محاثة محث لولبي "حلزوني" طول محوره (ل)، ومساحة مقطعه (أ) وعدد لفاته (ن) لفة تعطى بالعلاقة [ح = $\frac{\mu_{\text{ن}}^{2} \text{أ}}{\text{ل}}$].

ب - على ماذا تعتمد محاثة المحث اللولبي ؟

أ. $\text{ق}_{\text{ح}} = -\text{ن} \frac{\Delta \Phi}{\Delta \text{ز}}$ ، $\text{ق}_{\text{ح}} = -\text{ح} \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ز}}$ لكن $\text{ق}_{\text{ح}} = \text{ق}_{\text{ح}}$

$-\text{ح} \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ز}} = -\text{ن} \frac{\Delta \Phi}{\Delta \text{ز}}$

$\text{ح} \Delta \text{ت} = \text{ن} \Delta \Phi$

يعتمد ← $\text{ح} = \frac{\text{ن} \Delta \Phi}{\Delta \text{ت}}$ ← هام جداً لحل المسائل (يعتمد)

لكن $\Phi = \text{غ}_{\text{لولبي}} \text{م} \text{جتا} \theta$

$\text{ح} = \frac{\text{ن} \text{غ}_{\text{لولبي}} \text{م} \text{جتا} \theta}{\Delta \text{ت}}$ لكن $\text{غ}_{\text{لولبي}} = \frac{\text{ن}}{\text{ل}}$

$\text{ح} = \frac{\text{ن}^{2} \text{م} \text{جتا} \theta}{\text{ل} \Delta \text{ت}}$

$\left[\text{ح} = \frac{\mu \text{ن}^{2} \text{أ}}{\text{ل}} \right]$ ... لاحظ تعتمد المحاثة على شكل الملف (ابعاده الهندسية)

← خاص فقط بالملف اللولبي

ب - تعتمد محاثة المحث اللولبي على :

١- نفاذية الوسط المغناطيسية . " طردياً "

٢- مربع عدد لفات الملف . " طردياً "

٣- مساحة مقطع الملف . " طردياً "

٤- طول محور الملف . " عكسياً "

Drill

ملف لولبي عدد لفاته (ن) لفة ، ومحاثته (ح) هنري ، إذا زيدت عدد لفاته بنفس اتجاه اللف لتصبح (٢ن) لفة مع بقاء طوله ثابتاً. كم تصبح محاثة المحث الجديد ؟

$\text{ح} = \frac{\mu \text{ن}^{2} \text{م}}{\text{ل}}$ لكن $\text{ن}_{\text{بعد}} = 2\text{ن} \leftarrow \text{ن}^{2}_{\text{بعد}} = 4\text{ن}^{2}$

$\text{ح}_{\text{بعد}} = \frac{\mu \text{ن}^{2}_{\text{بعد}} \text{م}}{\text{ل}} = \frac{\mu (2\text{ن})^{2} \text{م}}{\text{ل}} = 4 \frac{\mu \text{ن}^{2} \text{م}}{\text{ل}} = 4 \text{ح}_{\text{قبل}}$

$\leftarrow \text{ح}_{\text{بعد}} = 4 \text{ح}_{\text{قبل}}$

مثال (٢)

ملف لولبي عدد لفاته ١٠٠ لفة ، وطوله π سم ومساحة مقطعة ٢سم٢ أجب عما يلي :

١- أحسب محاثة الملف إذا كان الملف :

أ - هوائي النواة ($\mu = \mu_{\text{هواء}} = 4\pi \times 10^{-7}$ ويبر/أمبير.م)

ب - حديدي النواة ($\mu = \mu_{\text{حديد}} = 0.002$ ويبر/أمبير.م)

٢- (على اعتبار : أن الملف هوائي النواة) احسب القوة الدافعة الكهربائية الحثية إذا كان التيار الكهربائي المار في الدارة

أ - يتناقص بمعدل ٥٠ أبير/ ث

ب - يتزايد بمعدل ١٠ أبير / ث.

١. أ. $\text{ح}_{\text{هـ}} = \frac{\mu_{\text{هـ}} \text{ن}^{2} \text{م}}{\text{ل}} = \frac{(4\pi \times 10^{-7})(100)^{2}(2 \times 10^{-4})}{\pi \times 10^{-2}} = 8 \times 10^{-5}$ هنري

ب. $\text{ح}_{\text{ح}} = \frac{\mu_{\text{ح}} \text{ن}^{2} \text{م}}{\text{ل}} = \frac{(0.002)(100)^{2}(2 \times 10^{-4})}{\pi \times 10^{-2}} = \frac{4}{\pi} \times 10^{-1}$ هنري

∴ يفضل ان يُلف الملف اللولبي على قطعة حديدية لكي تزداد محاثته حيث ($\mu_{\text{حديد}} > \mu_{\text{هواء}}$)

٢. أ. $\text{ق}_{\text{ح}} = -\text{ح} \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ز}} = -8 \times 10^{-5} (-50) = 4 \times 10^{-3}$ فولت

ب. $\text{ق}_{\text{ح}} = -\text{ح} \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ز}} = -8 \times 10^{-5} (+10) = -8 \times 10^{-4}$ فولت

4.4 (R)

تعريف ٤ ما هو معدل تغير التيار بالنسبة للزمن في ملف محاثته ٠،٠٢ هنري إذا كانت القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة فيه تساوي ٠،٠٦ فولت .

الاجابة ..

$\text{ق د} = -\text{ح} \frac{\text{د ت}}{\text{د ز}}$

$-٠،٠٦ = -(٠،٠٢) \frac{\text{د ت}}{\text{د ز}} \leftarrow \frac{\text{د ت}}{\text{د ز}} = -\frac{٠،٠٦}{٠،٠٢} = -٣$ أمبير/ث

مثال ٥ تناقص التيار في ملف من ٦ أمبير إلى ١ أمبير خلال (٠،١ ث) إذا كانت القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية المتوسطة الناتجة تساوي ٢٠٠ فولت ،

أجب عما يلي :

١ - احسب محاثة المحث .

٢ - احسب التغير في التدفق المغناطيسي إذا علمت أن عدد لفات المحث ٢٠٠ لفة .

١. $\text{ق د} = -\text{ح} \frac{\text{د ت}}{\text{د ز}}$

$٢٠٠ = -\text{ح}(-٥٠)$

$\text{ح} = \frac{٢٠٠}{٥٠} = ٤$ هنري

$\frac{\text{د ت}}{\text{د ز}} = \frac{١-٦}{٠،١} = -٥٠$ أمبير/ث

٢. $\text{ق د} = -\text{ن} \frac{\text{د ف}}{\text{د ز}}$ ... فاراداي ($)

من ١ هـ

$٢٠٠ = -٢٠٠ - = -\frac{\text{د ف}}{٠،١}$

$\text{د ف} = -٠،١$ ويبر

$\frac{\text{د ف}}{\text{د ن}} = \text{ح}$

$٤ = -\frac{\text{د ف}}{(-٦)-١}$

$\text{د ف} = -٢٠٠$

$\text{د ف} = -١$ ويبر

مثال ٦ ملف عدد لفاته (١٠٠) لفة يحمل تيار كهربائي مقداره (٥) أمبير ، فكان التدفق المغناطيسي الذي يعبر (٠،٠١) ويبر احسب ما يأتي .

١ - معامل الحث الذاتي للملف (المحاثة) .

٢ - القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في الملف إذا تلاشى تياره خلال (٠،٥) ثانية .

١. $\text{ح} = \frac{\text{ن ف}}{\text{ت}}$

$\text{ح} = \frac{١٠٠ \times ٠،٠١}{٥}$

$\text{ح} = \frac{١}{٥}$ هنري

٢. $\text{ق د} = -\text{ح} \frac{\text{د ت}}{\text{د ز}} = -\frac{١}{٥} \frac{(٠-٥)}{(٠،٥-٠)} = \frac{١٠}{٥} = ٢$ فولت ← مقدار فقط

4.11 تقص العلم

وزيفة ٧ ملف عدد لفاته (١٠٠ لفة) يمر فيه تيار مقداره ٥ أمبير ، فيحدث تدفق (٥٠ ويبر) إذا عكس اتجاه التيار خلال زمن مقداره (٥و٠ ث) فجد :

١ - القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية المتولدة فيه

٢ - معامل الحث الذاتي له .

١. $\text{ق د} = -\text{ن} \frac{\text{د ف}}{\text{د ز}} = -١٠٠ \frac{(٥٠-٥٠)}{(٠،٥-٠)}$

$= +٢٠٠ \times ٤$ فولت

$\text{ف}_١ = ٥٠$ ويبر

$\text{ف}_٢ = -٥٠$ ويبر

عكس (ت) ← عكس (غ) ←

٢. $\text{ق د} = -\text{ن} \frac{\text{د ف}}{\text{د ز}}$ & $\text{ق د} = -\text{ح} \frac{\text{د ت}}{\text{د ز}}$ ∴ $\text{ق د} = \text{ق د}$

$-\text{ح} \frac{\text{د ت}}{\text{د ز}} = -\text{ن} \frac{\text{د ف}}{\text{د ز}}$

$\text{ح}(٤-) = -١٠٠ \frac{(-٥-٥)}{(٠،٥-٠)}$

$\text{ح} = ١٠٠$ هنري

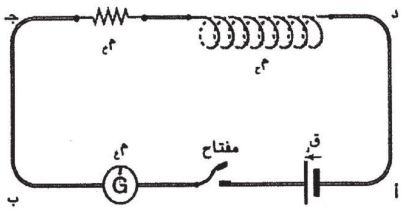
تذكر..

ت (عكس) : ت = -ت

ت (مقدار فقط) : ت = صفر

ب ☺ - تطبيق عملي على ظاهرة الحث الذاتي : [دارة محث و مقاومة]

سؤال يوضح الشكل دارة كهربائية تحتوي محثاً معامل حثه الذاتي (ح) ومقاومة (م) متصلان على التوالي مع مصدر قوة كهربائية (ق د) ومفتاح (ح) تمعن الشكل ثم أجب عما يلي :



١- ما الهدف من دراسة هذه الدارة " فائدتها " .

٢- اثبت أن القوة الدافعة الكهربائية للمصدر تعطى

بالعلاقة : [$ق_د = ح \frac{\Delta ت}{\Delta ز} + ت م_ك$] حيث : $ح \frac{\Delta ت}{\Delta ز} = - ق_{د\ لظ}$

الإجابة -

١- تمثل الدارة دارة حث ذاتي تعمل على إبطاء نمو التيار في الدارة وإبطاء تلاشيه (اضمحلاله)حيث نريد دراسة نمو التيار و اضمحلاله عند غلق مفتاح الدارة وفتحه .

٢- بتطبيق القانون الثاني لكيرتشوف (جـ ii =صفر)عبر الدارة بعد فترة من إغلاق الدارة وعندما يسري فيها تيار نجد أن ..

بطارية + محث + مقاومة = صفر

$ق_د - ح \frac{\Delta ت}{\Delta ز} - ت م_ك = صفر$ ← العامة (١) $ق_د = ح \frac{\Delta ت}{\Delta ز} + ت م_ك$ ← العامة (٢) $ق_د = - ق_{د\ لظ} + ت م_ك$

... ملاحظـــات هامـــة ...

من المعادلة العامة .. [$ق_د = ح \frac{\Delta ت}{\Delta ز} + ت م_ك$] . . [ت: تيار الدارة] & [$\frac{\Delta ت}{\Delta ز}$:معدل (نمو او تلاشي) التيار]

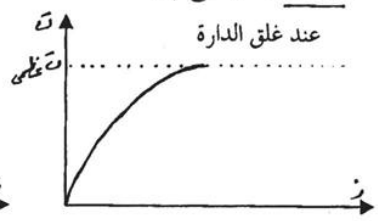
١- حالات الدارة ..

- أولا :لحظة إغلاق الدارة : [ت =صفر] & [$\frac{\Delta ت}{\Delta ز}$ = اكبر مايمكن] $ق_د = ح \left(\frac{\Delta ت}{\Delta ز}\right)_{لظ}$
- ثانيا :بعد الاغلاق بقليل وعندما يسري تيار في الدارة [ت = يزداد] &[$\frac{\Delta ت}{\Delta ز}$= يقل] $ق_د = ح \frac{\Delta ت}{\Delta ز} + ت م_ك$
- ثالثا :عندما يصل التيار الى قيمته العظمى بعد الاغلاق . [ت = اكبر مايمكن] & [$\frac{\Delta ت}{\Delta ز}$=صفر] $ق_د = ت_{عظمى\ م_ك}$

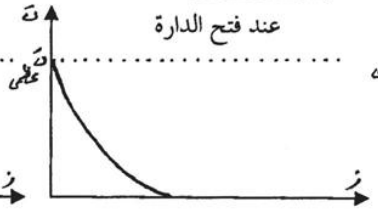
تكتب بسيط

٢ - الرسم البياني ..

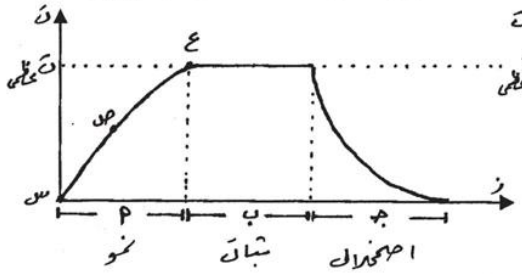
❁ نمو تيار في دارة (ح م)



❁ اضمحلال التيار دارة (ح م)



❁ نمو وثبات واضمحلال التيار دارة (ح م)



٣ - الطاقة المختزنة في المحث ..

- عند حدوث ظاهرة الحث الذاتي في دارة نتيجة نمو التيار فيها فإن ذلك يؤدي إلى زيادة قيمة المجال المغناطيسي وبالتالي زيادة مقدار التدفق المغناطيسي عبر المحث أي نشأ طاقة مغناطيسية تختزن في المحث

تعطى الطاقة المغناطيسية المختزنة في المحث بالعلاقة [$ط_{عظمى} = \frac{١}{٢} ح ت^{٢}_{عظمى}$].

٤ - فرق الجهد بين طرفي المحث .. قراءة الفولتميتر Ⓥ

AWA2EL LEARN 2 BE
موقع الأوائل

❁ اذا كان المحث [غير مثالي]. [$جـ_{محث} = ح \frac{\Delta ت}{\Delta ز} + ت م_{محث}$]

❁ اذا كان المحث [مثالي] . [$جـ_{محث} = ح \frac{\Delta ت}{\Delta ز}$] .. المحث المثالي : $م_{محث}$ = صفر

٥ - قدرة المحث ..

مهم جداً

بضرب المعادلة : $ق_{د} = ح \frac{\Delta ت}{\Delta ز} + ت م$ بالتيار (ت)

$ق_{د} ت = ح \frac{\Delta ت}{\Delta ز} ت + م ت^{٢}$ ←

$[قدرة المحث] = ح \frac{\Delta ت}{\Delta ز} ت$

تذكر: ط = قدرة × ز

ط = قدرة

(مساحة المنطقة) = قدرة = ح ت ت

كمية الشغل في المحث

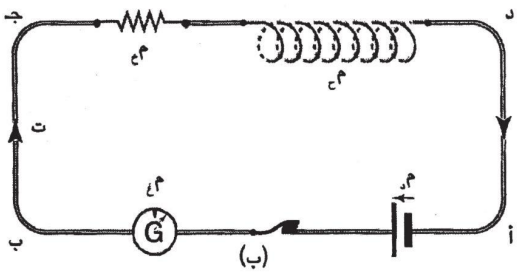
[انواع القدرة] قدرة المصدر = قدرة مختزنة في المحث + قدرة مستهلكة في المقاومة
(انتاج)

٦ - وظيفة المحث [الفائدة].. ❁ إبطاء نمو التيار في الدارة وإبطاء تلاشيه (اضمحلاله) .

أو ❁ " يحول دون مرور التيار أو اضمحلاله بشكل سريع (مفاجئ) حيث ينموا التيار تدريجيا ويتلاشي التيار تدريجاً "

(مراجعة) (2010) شامل..

سؤال الدراة الكهربائية المرسومة جانباً تحتوى على ملف ومقاومة وبطارية ،أجب عما يلي.



١- ما تأثير وجود المحث في الدارة الكهربائية عند إغلاقها .

٢- وضح لماذا لا يصل التيار في الدارة إلى قيمتها العظمى فور إغلاقها

٣- ما العوامل التي يتوقف عليها معدل نمو التيار في الدارة .

٤- ما العلاقة بين محاثة المحث ومعدل نمو التيار (أو اضمحلاله) .

٥- على ماذا تعتمد القيمة العظمى للتيار في الدارة .

٦- على ماذا تعتمد الطاقة المغناطيسية العظمى المختزنة في المحث .

٧- عند فتح داره المحث يتلاشي التيار تدريجياً خلال فترة زمنية (Δ ز) حتى ينعدم. أجب عما يلي .

أ- كيف تفسير ظهور شرارة كهربائية لحظة فتح المفتاح .

ب- على ماذا تعتمد هذه الفترة الزمنية (Δ ز) .

الإجابة -

١- يحول دون مرور التيار في الدارة بشكل سريع ومفاجئ حيث يعمل على نمو التيار وإبطاءه تدريجياً في الدارة .

٢- بسبب ظاهرة الحث الذاتي للمحث ، حيث لحظة إغلاق الدارة الكهربائية ، يبدأ التيار بالنمو في الدارة فيتولد نتيجة لذلك في المحث قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية عكسية ، تعمل على مقاومة نمو التيار في الدارة تدريجياً .

٣- من العلاقة : $[ق_د = ح \frac{\Delta ت}{\Delta ز} + ت م]$

$\frac{\text{ق د - ت م}}{(\text{ح})} = (\frac{\Delta ت}{\Delta ز})$ عكسية

١- مقدار القوة الدافعة الكهربائية ٢- محاثة المحث

٣- مقدار التيار الكهربائي ٤- مقدار المقاومة المكافئة للدارة

٤- معدل نمو التيار يتناسب عكسياً مع محاثة المحث : كلما قلت المحاثة يكون معدل نمو التيار كبير جداً" والعكس صحيح "

٥- من العلاقة ت عظمى = $\frac{\text{ق د}}{\text{م}}$ على ١- القوة الدافعة الكهربائية (طردياً) ٢- مقدار المقاومة المكافئة (عكسياً)

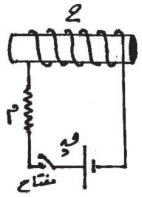
٦- من العلاقة ط = ($\frac{1}{2}$ ح ت^2) ١ - محاثة المحث (طردياً) ٢- مربع قيمة التيار العظمى (طردياً) .

٧- أ- حسب مبدأ حفظ الطاقة. يمكن أن تتحول الطاقة من شكل الى آخر وبما ان المحث يختزن طاقة مغناطيسية فستظهر شرارة كهربائية لحظة فتح الدارة بسبب تولد قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية طردية وبما ان الطاقة محفوظة فانها تتحول من طاقة مغناطيسية الى طاقة كهربائية تظهر على شكل شرارة كهربائية .

ب - تعتمد الفترة الزمنية على كل من ١- محاثة المحث (ح) ٢- المقاومة الكلية للدارة (م)

مثال (١) محث مقاومته ٢ Ω ملفوف حول اسطوانة من الحديد طولها ١٠ سم ونصف قطرها $\frac{1}{\pi}$ سم وعدد لفاته (١٠٠٠) لفه . وصل مع مقاومة مقدارها ٥ Ω . وبطارية قوتها الدافعة الكهربائية ١٦ فولت ومقاومتها الداخلية ١ Ω اذا علمت ان :

($\mu_{\text{حديد}}$ = ٠,٠٠٢ ويبر/ امبير . م) احسب كل من :



١- محاثة المحث .

٢- معدل نمو التيار لحظة غلق الدارة .

٣- اكبر معدل لنمو التيار(القيمة العظمى) .

٤- القيمة العظمى للتيار .

٥- شدة التيار النهائي في الدارة .

٦- معدل نمو التيار عندما يبلغ التيار $\frac{1}{2}$ امبير .

٧- معدل نمو التيار عندما يبلغ التيار نصف قيمته العظمى .

٨- شدة التيار عندما يبلغ معدل نمو التيار ٢ امبير / ث .

٩- شدة التيار عندما يبلغ معدل نمو التيار نصف قيمته العظمى .

١٠- الطاقة المختزنة في المحث عندما يبلغ التيار قيمته العظمى .

١١- الطاقة المختزنة في المحث عندما يبلغ التيار $\frac{1}{3}$ قيمته العظمى.

١٢- الطاقة المختزنة في المحث عندما يبلغ معدل نمو التيار ٤ امبير /ث.

١٣- فرق الجهد بين طرفي المحث :

أ-لحظة غلق الدارة ب – عندما يبلغ التيار ١,٥ امبير .

جـ – عندما يبلغ التيار قيمته العظمى

١٤- قدرة المحث :

أ- لحظة غلق الدارة

ب – عندما يبلغ التيار ٥٠ %من قيمته العظمى

جـ – عندما يبلغ التيار قيمته العظمى

١٥- القوة الدافعة الكهربائية الحثية العكسية المتولدة :

أ- لحظة غلق الدارة

ب – عندما يبلغ التيار ٤٠ %من قيمته العظمى .

جـ – عندما يبلغ التيار قيمته العظمى

---

① $ح = \frac{م ر^2 ط^2 ن}{ل} = \frac{(٢\times١٠^{-٣})(١٠٠٠)^2(\pi)(\frac{1}{\pi}\times١٠^{-٢})^2}{(١٠\times١٠^{-٢})} = ٢$ هنري

② $(\frac{د ت}{د ز})_{\text{عظمى}} = \frac{ج_{\text{عظمى}}}{ح} = \frac{١٦}{٢} = ٨$ (أمبير/ث)

③ $ت_{\text{عظمى}} = \frac{ج_{\text{عظمى}}}{م} = \frac{١٦}{١+٥+٢} = \frac{١٦}{٨} = ٢$ أمبير

⑥ $ج_{\text{ح}} = ح \frac{د ت}{د ز} + ت م$

$١٦ = ٢(\frac{د ت}{د ز}) + ٨\times\frac{1}{2}$ ← $\frac{د ت}{د ز} = ٦$ (أمبير/ث)

⑦ $ج_{\text{ح}} = ح \frac{د ت}{د ز} + ت م$

$١٦ = ٢(\frac{د ت}{د ز}) + ٨\times١$

← $(\frac{د ت}{د ز}) = ٤$ (أمبير/ث)

$ت = \frac{1}{2} ت_{\text{عظمى}}$

$= \frac{1}{2}(٢)$

$= ١$ أمبير

⑧ $ج_{\text{ح}} = ح \frac{د ت}{د ز} + ت م$

$١٦ = ٢\times٢ + ٨(ت)$ ← $ت = \frac{3}{2}$ أمبير

⑨ $ج_{\text{ح}} = ح \frac{د ت}{د ز} + ت م$

$١٦ = ٢\times٤ + ٨(ت)$

← $ت = ١$ (أمبير)

$\frac{د ت}{د ز} = \frac{1}{2}(\frac{د ت}{د ز})_{\text{عظمى}}$

$= \frac{1}{2}(٨)$

$= ٤$ أمبير/ث

⑩ $ط = \frac{1}{2} ح ت^2_{\text{عظمى}}$

$= \frac{1}{2}(٢)(٢)^2$

$= ٤$ جول .

⑪ $ط = \frac{1}{2} ح ت^2$

$= \frac{1}{2}(٢)(\frac{2}{3})^2$

$= \frac{4}{9}$ جول

$ت = \frac{1}{3} ت_{\text{عظمى}}$

$= \frac{1}{3}(٢)$

$= \frac{2}{3}$ أمبير

⑫ $ط = \frac{1}{2} ح ت^2$

$= \frac{1}{2}(٢)(١)^2$

$= ١$ جول

$ت = ؟$ ← $\frac{د ت}{د ز} = ٤$ امبير/ث

من المعادلة العامة ..

$ج_{\text{ح}} = ح \frac{د ت}{د ز} + ت م$

$١٦ = ٢\times٤ + ٨(ت)$

$ت = ١$ أمبير

ملاحظة ...

اذا طلب السؤال حساب الطاقة المغناطيسية المختزنة في المحث ولم يحدد حالة معينة نعتمد ($ت_{\text{عظمى}}$) $ط = \frac{1}{2} ح ت^2_{\text{عظمى}}$

⑭ .. الحث غير مثالي لذلك : ($جـ_{حث} = ح\frac{د ت}{د ز} + ت_{ع} ج_{حث}$) حالة عامة

ا. $جـ_{حث} = ح(\frac{د ت}{د ز})_{عظمى}$ حيث ت = جـ عظمى

$= ٢ (٨) = ١٦$ فولت

ب. $جـ_{حث} = ح\frac{د ت}{د ز} + ت_{ع} ج_{حث}$

$= ٢ \times ٢ + \frac{٣}{٢} \times ٨$

$= ٧$ فولت

$جـ_{حث} = ح\frac{د ت}{د ز} + ت ٣$

$١٦ = ٢ (\frac{د ت}{د ز}) + ٨ \times \frac{٣}{٢}$

$\frac{د ت}{د ز} = ٢$ أمبير/ث

ج. $جـ_{حث} = ت_{عظمى} ج_{حث} = ٢ \times ٢ = ٤$ فولت

⑭ . الحث غير مثالي لذلك : ($المقدرة = ح\frac{د ت}{د ز} ت$) (حالة عامة)

ا. المقدرة = صغرى حيث ت = جـ عظمى

ب. المقدرة $= ح\frac{د ت}{د ز} ت$

$= ٢ \times ٤ \times ١$

$= ٨$ واط

$ت = \frac{جـ_{عظمى}}{م} = \frac{٤}{٢} = ٢$ أمبير

$جـ_{حث} = ح\frac{د ت}{د ز} + ت ٣$

$١٦ = ٢ (\frac{د ت}{د ز}) + ٨ \times ١$

$\frac{د ت}{د ز} = ٤$ أمبير/ث

ج. المقدرة = صغرى $\frac{د ت}{د ز} = ٠$ جـ عظمى

⑮ . بما أن العامة .. $جـ_{حث} = ح\frac{د ت}{د ز} + ت ٣$ لكن $ح\frac{د ت}{د ز} = -جـ_{حث}$

الصورة الثانية للعامة [$جـ_{حث} = -جـ_{ح} + ت ٣$]

ا. $جـ_{حث} = -جـ_{ح} + ت ٣$ لكن ت = جـ عظمى

$١٦ = جـ_{ح} - جـ_{ح} = -١٦$ فولت

← جـ ح ذاتية عكسية

ب. $جـ_{حث} = -جـ_{ح} + ت ٣$ لكن $ت = \frac{٤٠}{١٠٠} \times ت_{عظمى}$

$١٦ = -جـ_{ح} + ٨ \times \frac{٨}{١٠}$ $= \frac{٤٠}{١٠٠} \times ٢$

$١٦ = -جـ_{ح} + ٦,٤$ $= \frac{٨}{١٠}$

← $جـ_{ح} = -٩,٦$ فولت

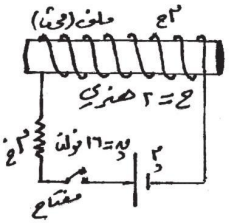
ج. $جـ_{حث} = -جـ_{ح} + ت ٣$ لكن $ت = ت_{عظمى} = ٢$

$١٦ = -جـ_{ح} + ٨ \times ٢$

$جـ_{ح} =$ جـ عظمى (تعدم).

تقويم (٢) ورقة عمل

بالاعتماد على المعلومات المبينة على الدارة الكهربائية :



اولاً : اثبت ان معدل نمو التيار عندما يصل التيار المار فيها الى نصف قيمته العظمى يعطى بالعلاقة :

$[\frac{د ت}{د ز} = \frac{١}{٢} \frac{جـ}{ح}]$

ثانياً : ما المقصود بقولنا [محاثة الحث ٢ هنري]

ثالثاً : احسب معدل نمو التيار في الدارة عندما يصل التيار فيها ربع قيمته العظمى .

اولاً .. $جـ = ح\frac{د ت}{د ز} + ت ٣$ لكن $ت = \frac{١}{٢} ت_{عظمى}$

$جـ = ح\frac{د ت}{د ز} + \frac{١}{٢} ت_{عظمى} ٣$ .. لكن $ت_{عظمى} = \frac{جـ}{م}$

$جـ = ح\frac{د ت}{د ز} + \frac{١}{٢} (\frac{جـ}{م}) ٣$

$جـ - \frac{١}{٢} جـ = ح\frac{د ت}{د ز}$

$\frac{١}{٢} جـ = ح\frac{د ت}{د ز}$ ← $\frac{د ت}{د ز} = \frac{١}{٢} \frac{جـ}{ح}$

ثانياً .. يعني ذلك انه ..

تتولد في الحث قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية مقدارها ٢ فولت . عندما يتغير التيار فيه بمعدل امبير واحد في الثانية . $ح = \frac{|جـ_{حث}|}{|\frac{د ت}{د ز}|}$

ثالثاً .. $جـ = ح\frac{د ت}{د ز} + ت ٣$

$جـ = ح\frac{د ت}{د ز} + \frac{١}{٤} ت_{عظمى} ٣$

$جـ = ح\frac{د ت}{د ز} + \frac{١}{٤} \frac{جـ}{م} ٣$

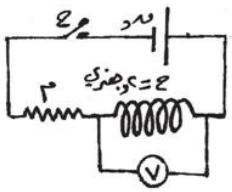
$١٦ = ٢ \times (\frac{د ت}{د ز}) + ١٦ \times \frac{١}{٤}$

$\frac{د ت}{د ز} = \frac{١٢}{٢} = ٦$ أمبير/ث

الفيزيـــاء | محمد دودين | الحث الكهرومغناطيسي

تمرين

في الدارة الكهربائية المجاورة ، إذا علمت أن معدل نمو التيار لحظة غلق الدارة ٦٠ امبير / ثانية والقيمة العظمى للتيار ٢،٤ امبير بإهمال مقاومة كل من البطارية والمحث . احسب



١- مقدار المقاومة (م)

٢- قراءة الفولتميتر عندما يكون تيار الدارة (١) امبير

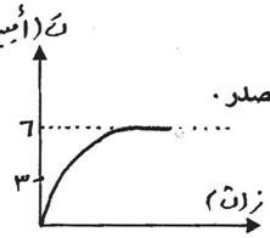
١- شدة التيار في قيمته العظمى في كل من الدارتين ٢ أمبير

٢- محاثة الدارة (ب) اكبر من محاثة الدارة (ا) حيث ان معدل نمو التيار يتناسب عكسيا مع المحاثة فكلما كانت المحاثة اكبر فان معدل نمو التيار في الدارة يقل (اي يحتاج فترة زمنية اكبر) لذل المنحنى (ب) يصل فيه التيار قيمته العظمى بفترة زمنية أطول من المنحنى (ا) لذلك محاثته اكبر .

٣- بالرغم من ان المحاثتين مختلفتين مقدارا إلا أن شدة التيار في قيمته العظمى في كل من الدارتين متساوي حيث ت عظمى = $\frac{\text{جـ}}{\text{م}}$ ولا تعتمد على المحاثة (ح) والتي فائدتها الإبطاء فقط في النمو والتلاشي.

مثال ٤

يبين الرسم البياني الموضح . نمو التيار الكهربائي في دارة حث ذاتي مقاومتها الكلية ٥ Ω ومعامل الحث الذاتي لها ٢ هنري . اوجد مقدار كل من :



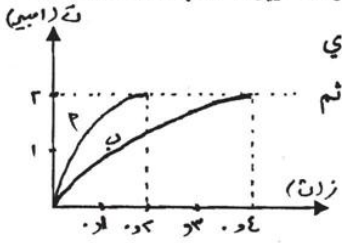
١- القوة الدافعة الكهربائية للمصدر .

٢- الطاقة المختزنة في المحث .

٣- اكبر معدل لنمو التيار .

مثال ٣

يبين الشكل المجاور منحنيين (ا، ب) يمثلان معدل نمو التيار في دارتين مختلفتين تحوي كل منهما محث . تمعن الشكل ثم اجب عما يلي .



١- ما شدة التيار في قيمته العظمى في كل من الدارتين (ا ،ب)

٢- اي من الدارتين تحوي محثا محاثته ابر ،. فسر إجابتك

٣- ماذا تلاحظ ؟