

الصف الثاني عشر علمي

الفيزياء

ادارة محمد الحث والكهر ومغناطيسي

شرح مبسط للمفاهيم

امثلة متنوعة واسئلة خارجية

حلول لجميع اسئلة الكتاب واسئلة الوزارة

إعداد : الاستاذ لؤي حمد الله

0798280877

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
اللَّهُمَّ صَلِّ وَسَلِّمْ وَبَارِكْ عَلَى نَبِيِّكَ مُحَمَّدٍ
وآلِهِ الطَّيِّبِينَ الطَّاهِرِينَ

والله اعلم
بما نزلنا من كتابك
والله اعلم
بما نزلنا من كتابك

2019 / 2020

الحث الكهرومغناطيسي

تعتبر البطارية احد مصادر التيار الكهربائي، وفيها تتحول الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية تعطينا تياراً كهربائياً، ولكن التيار الناتج من البطاريات ذو مقدار صغير في معظم الاحيان وكذلك فان الطاقة الكيميائية الموجودة في البطاريات تنفذ بسرعة مما يجعل البطاريات تحتاج الى اعادة شحن بشكل مستمر حتى تتمكن من تشغيل الاجهزة الكهربائية قد وجد العلماء ان توليد تيار كهربائي بشكل مستمر وبمقدار اكبر يحتاج الى طريقة ذات جدوى اكبر من استخدام البطاريات (الطاقة الكيميائية)، مما جعل بعض العلماء يفكرون بالعلاقة بين المغناطيس والكهرباء وكان معروفاً في ذلك الوقت ان مرور تيار كهربائي في موصل يؤدي الى تولد مجال مغناطيسي حول هذا الموصل فكان السؤال الذي يراود العلماء هل نستطيع عكس العملية ؟ اي هل يمكن توليد تيار كهربائي من المجال المغناطيسي وكانت الاجابة نعم، حيث اكتشف العالم فارداي ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي التي استطاع من خلالها توليد تيار كهربائي يسمى **التيار الحثي** وذلك بتحويل الطاقة الحركية الى طاقة كهربائية مما قاد العلماء بعد ذلك الى انتاج طاقة كهربائية بكميات كبيرة جداً مما سهل عملية اىصال التيار الكهربائي الى كل مكان .

ولكي نستطيع تفسير ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي يجب اولاً دراسة التدفق المغناطيسي.

التدفق المغناطيسي

سؤال 1: عرف خطوط المجال المغناطيسي، واذكر الفائدة من استخدامها؟

هي خطوط وهمية تمثل مسار قطب شمالي افتراضي موضوع في مجال مغناطيسي ، وتساعدنا خطوط المجال على تحديد مقدار واتجاه المجال عند اي نقطة .

ويكون اتجاه خطوط المجال دائماً من القطب الشمالي الى الجنوبي ، ويمكن تمثيل المجال المغناطيسي بواسطة هذه الخطوط .

سؤال 2: عرف التدفق المغناطيسي؟

هو عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تخترق سطحاً ما عمودياً عليه ويرمز له بالرمز (Φ)

رياضياً: $\Phi = \text{غ.أ} = \text{غ} \times \text{أ جتا} \theta$ ، حيث :

غ: مقدار المجال المغناطيسي

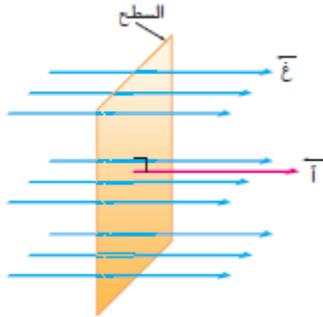
أ: متجه المساحة وهو متجه مقداره مساوي لمساحة السطح الذي تخترقه خطوط المجال، واتجاهه عمودي على السطح الخارج منه.

θ : الزاوية بين اتجاه المجال المغناطيسي ومتجه المساحة

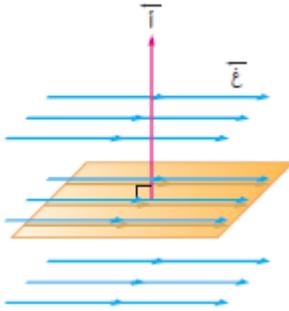
والتدفق المغناطيسي كمية قياسية تقاس بوحدة (تسلا/م²) وتسمى في النظام العالمي للوحدات **ويبر حيث:**

الويبر: التدفق المغناطيسي عبر وحدة المساحة من سطح ما عندما يخترقه عمودياً مجال مغناطيسي مقداره 1 تسلا.

سؤال 3: متى يكون التدفق المغناطيسي لملف مغمور في مجال مغناطيسي اكبر ما يمكن ومتى ينعدم التدفق المغناطيسي؟



- 1- يكون التدفق المغناطيسي اكبر ما يمكن عندما يكون مستوى الملف عمودياً على اتجاه المجال المغناطيسي حيث تكون الزاوية بين (غ ، أ) صفر ° ، 180° اي ان متجه المساحة يكون موازياً لاتجاه المجال المغناطيسي كما في الشكل المجاور.
تذكر :جتا(صفر) = 1 ، جتا (180) = -1



- 2- ينعدم التدفق المغناطيسي عندما يكون مستوى الملف موازي لاتجاه المجال المغناطيسي وتكون الزاوية بين (غ،أ) 90° اي ان متجه المساحة عمودي على اتجاه المجال المغناطيسي كما في الشكل المجاور .
تذكر : جتا 90° = صفر

ملاحظات مهمة :

- 1- كلمة اختراق تعني ان تدخل خطوط المجال سطح الملف المغمور في المجال المغناطيسي من جهة وتخرج من الجهة المقابلة لها ، ولذلك عندما يكون مستوى الملف موازياً لاتجاه خطوط المجال المغناطيسي فان الخطوط لا تخترق سطح الملف مما يجعل قيمة التدفق المغناطيسي تساوي صفر.
- 2- عندما تكون قيمة التدفق سالبة فهذا يعني ان خطوط المجال اخترقت سطح الملف داخلة فيه وليست خارجه منه وهذا لا يؤثر على قيمة التدفق وانما يدل على اتجاه اختراق الخطوط لسطح الملف.

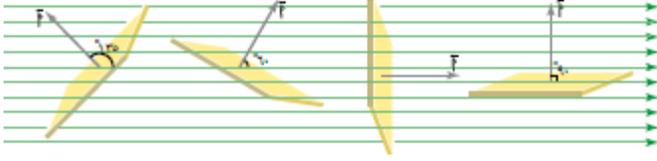
بشكل عام نلاحظ ما يلي:

- 1- $\Phi < 0$ صفر، عندما تكون خطوط المجال خارجة من السطح.
 - 2- $\Phi > 0$ صفر، عندما تكون خطوط المجال داخلة الى السطح.
 - 3- $\Phi = 0$ صفر، عندما تكون خطوط المجال عمودية على متجه المساحة اي موازية للسطح.
- سؤال 4: اذكر العوامل التي يعتمد عليها التدفق المغناطيسي عبر سطح مغمور في مجال مغناطيسي؟**
- 1- مقدار المجال المغناطيس 2- مساحة الملف 3- الزاوية بين اتجاه المجال والعمودي على المساحة θ

سؤال 5: ماذا نعني بقولنا ان التدفق المغناطيسي عبر سطح مغمور في مجال مغناطيسي يساوي 5 ويبر؟

هذا يعني ان مجالاً مغناطيسياً مقداره (5 تسلا) يخترق وحدة المساحة من هذا السطح عمودياً عندما يكون مغموراً في المجال المغناطيسي.

سؤال 6: احسب التدفق المغناطيسي عبر سطح مساحته (0.25)م² ، مغمور في مجال مغناطيسي مقداره (4 تسلا) عندما يكون متجه المساحة :



1- عمودياً على اتجاه المجال المغناطيسي

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos \theta = 4 \times 0.25 \times \cos 90^\circ = 0$$

2- موازياً لاتجاه المجال المغناطيسي

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos \theta = 4 \times 0.25 \times \cos 0^\circ = 1 \text{ ويبر}$$

3- يصنع زاوية 60° مع اتجاه المجال

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos \theta = 4 \times 0.25 \times \cos 60^\circ = 0.5 \times 1 = 0.5 \text{ ويبر}$$

4- يصنع زاوية 135° مع اتجاه المجال

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos \theta = 4 \times 0.25 \times \cos 135^\circ = 1 \times 0.7 = -0.7 \text{ ويبر (تذكر جتا } (\theta - 180) = -\text{جتا } \theta)$$

سؤال 7: اذكر ثلاثة طرق لتغيير التدفق المغناطيسي عبر سطح مغمور في مجال مغناطيسي.

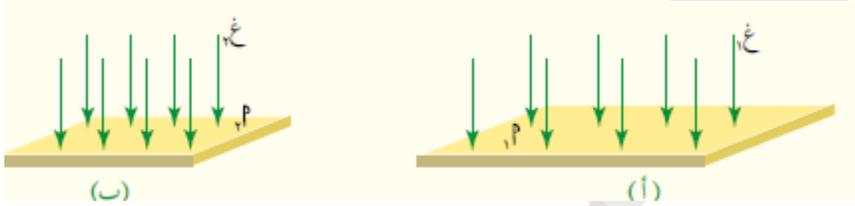
1- تغيير مقدار المجال المغناطيسي عبر السطح (Δ)

2- تغيير مساحة السطح (Δ)

3- تغيير الزاوية بين اتجاه المجال المغناطيسي واتجاه المساحة (تدوير الملف) Δ جتا θ .

سؤال 8: سطحان (أ، ب) يخترق كل منهما مجال مغناطيسي كما في الشكل المجاور في اي الحالتين يكون

المجال المغناطيسي اكبر مقداراً؟ وقارن بين التدفق المغناطيسي عبر السطحين.



بالنظر الى تقارب الخطوط في الشكل ب

(كثافة الخطوط) فإن المجال المغناطيسي

في ب اكبر من المجال عند أ اما بالنسبة

للتدفق المغناطيسي فهو متساوي في كلا

السطحين لان عدد الخطوط الذي يخترق

كلا السطحين متساوي.

سؤال 9: ثلاثة سطوح (س، ص، ع) متماثلة، مساحة كل منها (0.6) سم² مغمورة في مجال

مغناطيسي منتظم مقداره (0.8) تسلا كما في الشكل المجاور، ادرس الشكل واجب عما يلي :

1- اي السطوح الثلاثة يكون التدفق عبره اكبر؟ فسر اجابتك

السطح س لان الزاوية بين اتجاه المجال المغناطيسي و اتجاه العمودي على المساحة تساوي صفر، جتا صفر = 1.

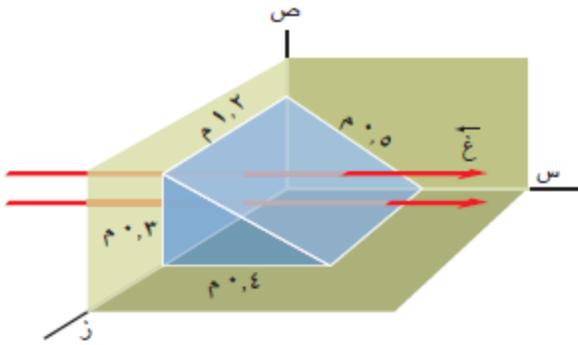
2- اي السطوح الثلاثة يكون التدفق عبره صفرًا؟ فسر اجابتك

السطح ع ، لان الزاوية بين اتجاه المجال المغناطيسي واتجاه العمودي على المساحة تساوي 90°، جتا 90° = صفر.

3- احسب التدفق المغناطيسي الذي يخترق السطح (ص) اذا كانت الزاوية بين متجه المساحة ومتجه المجال

$$\text{المغناطيسي (37°)}. \Phi = B \cdot A \cdot \cos \theta = 8 \times 10^{-1} \times 6 \times 10^{-5} \times 8 \times 10^{-1} = 384 \times 10^{-7} \text{ ويبر.}$$

سؤال 10: جسم ذو خمسة سطوح، ابعاده مبينة في الشكل المجاور، وضع في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (4) تسلا ويتجه نحو محور السينات الموجب، احسب التدفق المغناطيسي عبر السطوح الخمسة للجسم.



قانون فارادي في الحث الكهرومغناطيسي

كما ذكرنا سابقاً حاول علماء الفيزياء اكتشاف مصدر اخر لتوليد الطاقة الكهربائية، فتوصل العالم فارادي من خلال العديد من التجارب من انه يمكن الحصول على تيار كهربائي من المجال المغناطيسي.

سؤال 11: عرف ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي؟

هي ظاهرة تولد تيار كهربائي حثي في موصل عندما يتغير التدفق المغناطيسي (Φ) الذي يخترق الموصل بالنسبة الى الزمن.

سؤال 12: صف التجربة التي قام بها العالم فارادي لاكتشاف ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي؟

قام العالم فارادي بتوصيل ملف دائري بجلفانوميتر (بدون بطارية) ومن ثم بدأ بتحريك مغناطيس بالقرب من مركز الملف الدائري فلاحظ ان مؤشر الجلفانوميتر ينحرف (دلالة على تولد تيار كهربائي) عندما يتحرك المغناطيس قرب الملف او عند تحريك الملف مع بقاء المغناطيس ثابت، اما عند توقف المغناطيس والملف عن الحركة فان مؤشر الجلفانوميتر يعود الى الصفر (دلالة على انعدام التيار الكهربائي)

سؤال 13: ما الاستنتاج الذي توصل اليه فارادي من خلال تجاربه؟

- 1- انه يمكن توليد تيار كهربائي من المجال المغناطيسي
- 2- ان التيار المتولد في هذه الحالة يسمى التيار الحثي وينتج عن تغيير التدفق المغناطيسي (زيادة او نقصان) الذي يخترق الموصل.
- 3- ينعدم التيار الحثي اذا بقي التدفق المغناطيسي الذي يخترق الموصل ثابتاً.
- 4- يزداد انحراف مؤشر الجلفانوميتر بزيادة سرعة تحريك المغناطيس او بزيادة عدد لفات الملف

5- يختلف اتجاه التيار الحثي الناتج باختلاف اتجاه حركة المغناطيس (تقريب او ابعاد) بالنسبة للملف، فزيادة التدفق تولد تياراً في اتجاه محدد (مع عقارب الساعة مثلاً) بينما نقصان التدفق يولد تياراً في الاتجاه المعاكس (عكس عقارب الساعة مثلاً).

سؤال 14: عرف التيار الحثي؟ هو التيار الذي ينتج من ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي نتيجة تغير التدفق المغناطيسي الذي يخترق الموصل بالنسبة الى الزمن.

سؤال 15: اذكر نص قانون فارادي في الحث الكهرومغناطيسي؟ ينص القانون على ان : متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في ملف يتناسب طردياً مع المعدل الزمني لتغير التدفق المغناطيسي الذي يخترقه.

رياضياً: $\text{قَد} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ حيث:

قَد : متوسط القوة الدافعة الحثية المتولدة في الملف

ن: عدد لفات الملف ، $\Delta \Phi =$ التغير في التدفق المغناطيسي للفة الواحدة خلال الفترة (Δt)

ملاحظة : الاشارة السالبة في العلاقة السابقة يفسرها قانون لنز الذي سندرسه لاحقاً، ولكن نستطيع الاستنتاج منها ان زيادة التدفق تولد قوة دافعة حثية سالبة ونقصان التدفق يولد قوة دافعة حثية موجبة .

$\Delta \Phi +$ ← ← ← قَد ← ← ← زيادة التدفق تولد قوة دافعة حثية اتجاهاها معاكس لاتجاه القوة الدافعة الكهربائية الاصلية

$\Delta \Phi -$ ← ← ← قَد ← ← ← نقصان التدفق يولد قوة دافعة حثية اتجاهاها مشابه لاتجاه القوة الدافعة الكهربائية الاصلية

سؤال 16: اذكر طرق التي تستطيع من خلالها احداث تغير في التدفق المغناطيسي الذي يخترق ملف مساحته (أ) مغمور في مجال مغناطيسي؟

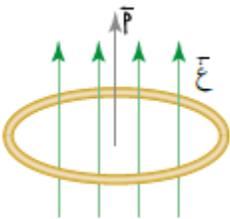
1- تغير مساحة الملف (Δ)

2- تغير مقدار المجال المغناطيسي الذي يخترق الملف ($\Delta \Phi$)

3- تدوير الملف (تغيير جتا الزاوية θ ، $\Delta \text{جتا} \theta$)

ملاحظة: التغيير لقيمة الجتا وليس لقيمة الزاوية نفسها، مثلاً انعكاس اتجاه المجال المغناطيسي يعني ان الزاوية تغيرت بمقدار (180°) فاذا كان التدفق موجب يصبح سالب والعكس صحيح. تذكر: ($\text{جتا}(\theta - 180) = - \text{جتا} \theta$)

سؤال 17: غمر ملف عدد لفاته (4000) لفة في مجال مغناطيسي منتظم، كما في الشكل المجاور فكان التدفق المغناطيسي عبره (0.5) وبيبر، احسب:



1- متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في الملف عندما ينعكس اتجاه المجال المغناطيسي المؤثر فيه خلال (0.2) ث.

انعكاس اتجاه المجال المغناطيسي يعني ان التدفق يصبح سالب (- 0.5 وبيبر)

$$\Phi \Delta = 2\Phi - 1\Phi = 0.5 - 0.5 = 1 \text{ ويبر، قَد} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{10^3 \times 4}{0.2} = -2 \times 10^4 \text{ فولت.}$$

2- متوسط القوة الدافعة الحثية عندما يتلاشى المجال المغناطيسي خلال (0.1) ث.

تلاشي المجال المغناطيسي يعني ان التدفق المغناطيسي ($2\Phi = \text{صفر}$)، $\Phi \Delta = 0.5 - 0.5 = 0$ ويبر

$$\text{قَد} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{0.5 - 10^3 \times 4}{0.1} = 3 \times 10^4 \text{ فولت.}$$

3- المعدل الزمني لتغير التدفق المغناطيسي عندما يصبح متوسط القوة الدافعة الحثية (-1000) فولت.

$$\text{قَد} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \leftarrow \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{1000 - 4000}{-1} = \frac{1}{4} \text{ ويبر / ث.}$$

سؤال 18: اثبت ان وحدة ويبر / ث تكافئ وحدة الفولت.

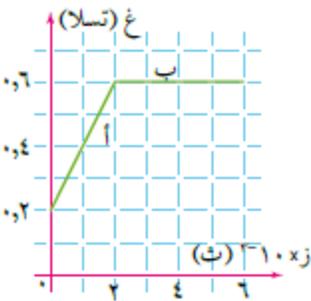
سؤال 19: وضع مغناطيس مقابل ملف على سطح مستو، ثم حركاً معاً بحيث بقي في المستوى نفسه في اثناء حركتهما، وبقي البعد بينهما ثابت. هل تتولد قوة دافعة كهربائية حثية؟ لماذا؟ لا، لان التدفق المغناطيسي الذي يخترق الملف في هذه الحالة يبقى ثابت وبالتالي لا تتولد اي قوة دافعة

سؤال 20: ملف عدد لفاته (ن) لفة، ومساحة اللفة الواحدة (أ) م² مغمور في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (غ) تسلا مواز لمتجه المساحة. اذا زاد المجال المغناطيسي عبر الملف الى ضعفي ما كان عليه في الفترة الزمنية (Δt) ثانية، فما متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في الملف؟

المجال المغناطيسي تضاعف اي ($\Phi_2 = 2\Phi_1$)، اذا كانت $\Phi_1 = 1$ غ. أ جتا θ ، فإن $\Phi_2 = 2\Phi_1$ غ. أ جتا θ ،

$$\text{وبالتالي } \Phi \Delta = 2\Phi - 1\Phi = 1 \text{ غ. أ جتا } \theta \text{ صفر } (2-1) \text{ غ. أ جتا } \theta \leftarrow \text{قَد} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{1 \text{ غ. أ جتا } \theta}{\Delta t}$$

سؤال 21: يمثل الرسم البياني المجاور التغير في المجال المغناطيسي الذي يخترق ملف عدد لفاته (100) لفة بالنسبة الى الزمن، فاذا علمت ان مساحة اللفة الواحدة (2×10^{-2}) م²، بحيث يكون متجه المساحة موازياً لاتجاه المجال المغناطيسي، فاحسب:



1- التغير في التدفق المغناطيسي عبر الملف في الفترتين (أ، ب)

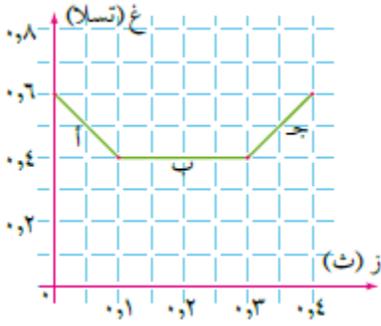
$$\Phi \Delta = \Delta \Phi \times \text{جتا } \theta = 10^2 \times 2 \times (0.6 - 0.2) = 8 \times 10^{-3} \text{ ويبر}$$

$\Phi \Delta = 0$ صفر لان المجال المغناطيسي خلال تلك الفترة لم يتغير وبقي ثابتاً

2 - متوسط القوة الدافعة الحثية المتولدة في الفترتين (أ، ب)

$$\text{قَد} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{10^2 \times 8}{0.2} = -4 \times 10^4 \text{ فولت} = -0.4 \text{ فولت.}$$

في الفترة ب لا تتولد اي قوة دافعة لان التغير في التدفق المغناطيسي يساوي صفر.



سؤال 22: عند تحريك مغناطيس داخل ملف، يتغير المجال المغناطيسي الذي يخترق الملف بالنسبة الى الزمن كما في الرسم البياني المجاور، اذا علمت ان عدد لفات الملف (2000) لفة ومساحة مقطع اللفة الواحدة (40) سم²، واتجاه المجال المغناطيسي يوازي متجه المساحة، اجب عما يلي:

1- احسب التغير في التدفق المغناطيسي عبر الملف في الفترات الزمنية التالية (أ، ب، ج).

2- احسب متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في الملف في الفترات الزمنية (أ، ب، ج)

3- مثل بيانياً العلاقة بين متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية والزمن في كل من الفترات (أ، ب، ج)

سؤال 23: يؤثر مجال مغناطيسي منتظم عمودياً على مستوى ملف مربع الشكل طول ضلعه (6) سم وعدد لفاته (400) لفة، فاذا كانت القوة الدافعة الحثية المتولدة في الملف عندما يدور الى وضع يكون مستواه موازياً لخطوط المجال المغناطيسي خلال (0.2) ث يساوي (36) فولت، احسب مقدار المجال المغناطيسي المنتظم.

عندما يكون مستوى الملف متعامد مع خطوط المجال فهذا يعني ان التدفق المغناطيسي اكبر ما يمكن (10° = صفر°) وعندما يدور الى وضع يكون مستوى الملف فيه موازي لخطوط المجال فهذا يعني التدفق يصبح صفر لان (2θ = 90°).

$$\text{قَد} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = 36 \leftarrow \frac{\Phi \Delta}{0.2} = 36 \leftarrow \Phi \Delta = 36 \times 0.2 = 7.2 \text{ فولت}$$

$$\Phi \Delta = \text{غ} \cdot \text{أ} \quad (\text{جنا} 2\theta - \text{جنا} 1\theta) \text{ ، نجد مساحة الملف وبما ان الملف مربع (مساحة المربع = الضلع}^2)$$

$$\text{أ} = \frac{36}{\text{جنا} 2\theta - \text{جنا} 1\theta} = \frac{36}{2 \times 10^{-2} - 10^{-2}} = \frac{36}{10^{-2}} = 3600 \text{ تسلا}$$

$$-18 \times 10^{-3} = \text{غ} \times 36 \times 10^{-4} \quad (\text{جنا} 90^\circ - \text{جنا} \text{صفر}^\circ) = \text{غ} \times 36 \times 10^{-4} \quad (\text{صفر}^\circ - 1)$$

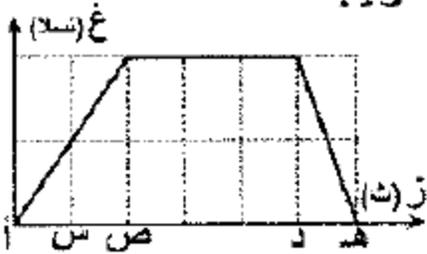
$$-18 \times 10^{-3} = \text{غ} \times 36 \times 10^{-4} \quad \text{غ} = \frac{-18 \times 10^{-3}}{36 \times 10^{-4}} = \frac{-18 \times 10^{-3}}{36 \times 10^{-4}} = -5 \text{ تسلا}$$

$$2\Phi - 1\Phi = 10 \times 6 \times 10^{-3} \text{ ويبر (لان اتجاه المجال المغناطيسي انعكس)}$$

$$\Phi_{\Delta} = 1\Phi - 2\Phi = 10 \times 6 \times 10^{-3} - 3 \times 10 \times 6 \times 10^{-3} = -12 \times 10^{-3} \text{ ويبر}$$

$$\text{قَد} = - \frac{10^{-3} \times 12}{10^{-1} \times 12} 10^3 = -10 \text{ فولت.}$$

سؤال 27: يتغير المجال المغناطيسي الذي يخترق ملف مع الزمن كما في الشكل المجاور، فان الفترة الزمنية التي يكون فيها التغير في التدفق اكبر ما يمكن هي:

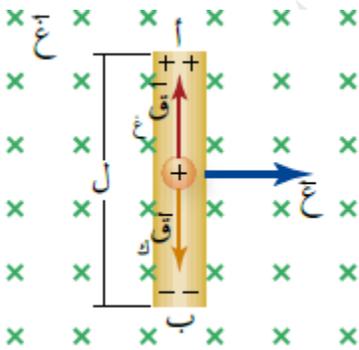


(أ) (أ س) (ب) (أ ص) (ج) (ص د) (د) (د هـ)

القوة الدافعة الكهربائية الحثية

تتولد قوة دافعة حثية في ملف عندما يتغير التدفق المغناطيسي الذي يخترق سطح هذا الملف وكان السؤال الذي راود العلماء، هل هناك طرق اخرى يمكن من خلالها توليد قوة دافعة حثية في موصل؟ وكانت الاجابة نعم وذلك بتحريك موصل مغمور في مجال مغناطيسي بشكل عمودي على اتجاه المجال.

سؤال 28: ادرس الشكل المجاور الذي يمثل موصل طوله (ل) مغمور في مجال مغناطيسي (غ) يتجه نحو الصفحة مبتعداً عن الناظر، حيث يتحرك الموصل بسرعة ثابتة داخل المجال باتجاه محور السينات الموجب بتأثير قوة خارجية.



1- ماذا يحدث للشحنات الكهربائية الموجودة على الموصل عندما يبدأ بالحركة؟
عندما يبدأ الموصل بالحركة تتأثر الشحنات الكهربائية الموجودة على السلك بقوة مغناطيسية مقدارها ($v \times B \sin \theta$) حيث تكون هذه القوة عمودية على كل من اتجاه السرعة واتجاه المجال المغناطيسي مما يجعل الشحنات الموجبة تتحرك نحو اعلى الموصل وفقاً لقاعدة اليد اليمنى بينما تتحرك الشحنات السالبة نحو اسفل الموصل، مما يؤدي الى تراكم الشحنة الموجبة عند الطرف العلوي أ والشحنات السالبة عند الطرف ب.

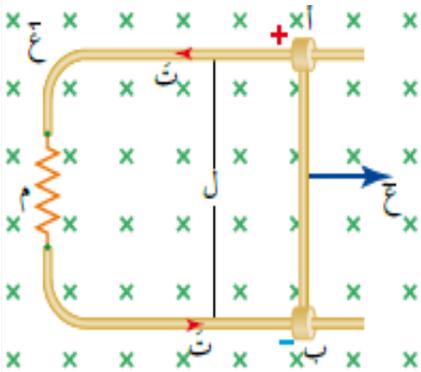
استمرار تراكم الشحنات عند الاطراف يؤدي الى تولد مجال كهربائي (م) باتجاه يعاكس اتجاه القوة المغناطيسية وتستمر هذه العملية باستمرار حركة الموصل داخل المجال.

زيادة تراكم الشحنة عند الاطراف يؤدي الى زيادة المجال الكهربائي وزيادة القوة الكهربائية الى ان تتساوى القوة الكهربائية والقوة المغناطيسية حيث تكون القوة المغناطيسية المؤثرة على الشحنات الموجبة باتجاه +ص والكهربائية باتجاه -ص.

- 2- ماذا يحدث عندما تتساوى القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنات مع القوة المغناطيسية؟**
تصبح محصلة القوة المؤثرة على الشحنات = صفر وتبقى الشحنة متراكمة على الاطراف مما يؤدي الى تولد فرق بالجهد الكهربائي بين طرفي الموصل مما يولد قوة دافعة حثية بين طرفي الموصل تعمل على توليد تيار كهربائي حثي
- 3- ماذا يحدث اذا تحرك الموصل باتجاه محور السينات السالب؟** ينعكس اتجاه القوة المغناطيسية فتتراكم الشحنة الموجبة عند الطرف ب والشحنة السالبة عند الطرف أ ، وبالتالي ينعكس اتجاه المجال الكهربائي الذي يتكون نتيجة تراكم الشحنة على الطرفين مما يؤدي الى تولد تيار حثي باتجاه يعاكس التيار السابق
- 4- ماذا يحدث اذا توقف الموصل عن الحركة داخل المجال المغناطيسي؟** تصبح القوة المغناطيسية صفر وبالتالي تبدأ الشحنات بالحركة عشوائياً داخل الموصل فينعدم التيار الحثي.

سؤال 29: اثبت ان القوة الدافعة الحثية المتولدة في موصل مغمور في مجال مغناطيسي و يتحرك باتجاه عمودي على اتجاه المجال المغناطيسي يعطى بالعلاقة التالية : $\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt}$ لاشتقاق العلاقة نفرض وجود موصل طوله (ل) ومغمور في مجال مغناطيسي (غ) ويتحرك بسرعة (ع) بحيث يكون اتجاه السرعة عمودي على اتجاه المجال المغناطيسي).
الشغل = القوة . الازاحة (بما ان القوة المغناطيسية تحرك الشحنات الموجبة، فان الزاوية بين اتجاه القوة والازاحة تساوي صفر)
الشغل = ق.غ. Δs جتا صفر ° ($\Delta s = l$ طول الموصل الذي تتحرك الالكترونات عبره)
الشغل = $\mathcal{E} \cdot l \cdot \cos 90^\circ$ (بقسمة طرفي المعادلة على $\cos 90^\circ$)
$$\mathcal{E} = \frac{\text{الشغل}}{l \cdot \cos 90^\circ}$$

سؤال 30: ماذا يحدث عندما يكون الموصل المتحرك جزءاً من دارة كهربائية كما في الشكل المجاور



عند ما يكون الموصل المتحرك جزءاً من الدارة كما في الشكل المجاور فان تياراً حثياً يمر في الدارة من النقطة أ الى النقطة ب عبر المقاومة م ويكمل التيار دورته في الدارة طالما بقي الموصل متحركاً.
في حال انعكاس اتجاه السرعة فان اتجاه التيار الحثي المتولد ينعكس كذلك.
(اي ان الموصل المتحرك يمثل بطارية موجب قطبها الموجب أ وقطبها السالب ب)
يمكن حساب التيار الحثي المتولد من العلاقة:

$$\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d(B \cdot l \cdot x)}{dt} = B \cdot l \cdot \frac{dx}{dt} = B \cdot l \cdot v$$

سؤال 31: الشكل المجاور يمثل موصلاً طوله (40) سم يتعامد طوله مع اتجاه مجال مغناطيسي مقداره 2 تسلا يتجه نحو الناظر كما في الشكل المجاور، فإذا علمت ان الموصل يتحرك بسرعة ثابتة (80 سم / ث) عمودياً على طوله وعلى المجال المغناطيسي، ادرس الشكل واجب عما يلي:

1- احسب مقدار متوسط القوة الدافعة الحثية المتولدة في الموصل

$$\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d(B \cdot l \cdot x)}{dt} = B \cdot l \cdot \frac{dx}{dt} = 2 \times 10^2 \times 0.4 \times 0.8 = 64 \times 10^{-2} \text{ فولت}$$

2- احسب التيار الحثي المار في هذا الموصل اذا كان جزءاً من دارة مقاومتها $\Omega(0.8)$.

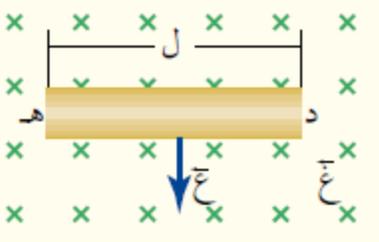
$$I = \frac{Q}{t} = \frac{10^{-2} \times 64}{10^{-1} \times 8} = 10 \times 8 \text{ امبير}$$

3- هل يتغير متوسط القوة الدافعة الحثية اذا كان طول الموصل موازياً لاتجاه المجال المغناطيسي. وضح اجابتك

اذا اصبح السلك موازياً لاتجاه المجال تنعدم القوة المغناطيسية المؤثرة على الشحنات داخل السلك وبالتالي تنعدم القوة الدافعة الحثية

4- ماذا يحدث لمتوسط القوة الدافعة الحثية اذا زادت سرعة حركة الموصل داخل المجال. تزداد القوة الدافعة الحثية المتولدة في السلك بزيادة السرعة (ق: α ع)

سؤال 32: يتحرك موصل مستقيم مغمور في مجال مغناطيسي كما في الشكل المجاور، فاذا علمت ان قوة دافعة



حثية تولدت بين طرفي الموصل، اجب عما يلي:

- 1- حدد اي الطرفين (ه ، د) اعلى جهداً الطرف د الاعلى جهداً نتيجة تراكم الشحنات الموجبة عليه
- 2- حدد اتجاه المجال الكهربائي داخل الموصل. يكون اتجاه لمجال الكهربائي داخل الموصل من د الى ه

سؤال 33: عندما يتحرك موصل مستقيم بسرعة ثابتة محددة داخل مجال مغناطيسي قد تتولد قوة دافعة حثية وقد لا تتولد. فسر ذلك. لان تولد القوة الدافعة الحثية يعتمد على اتجاه حركة الموصل فاذا تحرك الموصل بشكل يوازي خطوط المجال بدون ان يقطع خطوط المجال فلن يتولد اي قوة مغناطيسية تؤثر على الشحنات داخل الموصل وبالتالي لا تتولد اي قوة دافعة حثية، اما اذا كان هناك زاوية بين اتجاه الحركة واتجاه المجال المغناطيسي فسوف تتولد قوة دافعة حثية يعتمد مقدارها على مقدار الزاوية.

سؤال 34: موصل مستقيم طوله (0.5) م، في وضع افقي، يتحرك باتجاه محور الصادات السالب بسرعة ثابتة

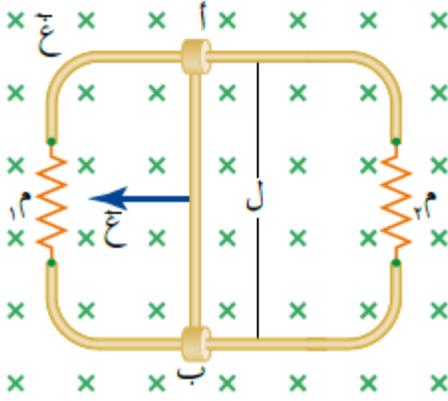
(20سم/ث) في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (0.8) تسلا باتجاه المحور الزيني الموجب. احسب:

1- متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة فيه.

$$Q = L \cdot E = 10 \times 5 = 10 \times 2 \times 10^{-1} \times 8 = 10 \times 8 = 8 \text{ فولت}$$

2- اذا كان الموصل جزءاً من دارة كهربائية مغلقة مقاومتها (2) اوم. فاحسب التيار الحثي الذي يمر فيها

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{10^{-2} \times 8}{2} = 10 \times 4 = 4 \text{ فولت}$$



سؤال 35: في الشكل المجاور موصل مستقيم (ا ب) طوله 30 سم قابل للانزلاق دون احتكاك على مجرى فلزي، مغمور في مجال مغناطيسي مقداره 2 تسلا باتجاه المحور الزيني السالب فإذا كان طرفا المجرى متصلين بمقاومتين (م₁ = 2 ملي اوم، م₂ = 6 ملي اوم)، وسحب الموصل باتجاه (- س) بسرعة ثابتة مقدارها (4) ملم/ث فاحسب:

1- فرق الجهد الكهربائي بين طرفي الموصل (أ ب) وما علاقته بجهد كل من المقاومتين؟ ج ب أ = ق د (على اعتبار مقاومة الموصل مهملة)

$$ق د = ل ع غ = 2 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-2} \times 30 = 24 \times 10^{-4} \text{ فولت}$$

فرق الجهد بين طرفي الموصل مساوي لفرق الجهد بين طرفي كل مقاومة (لان التوصيل على التوازي)

2- التيار الحثي في كل من المقاومتين

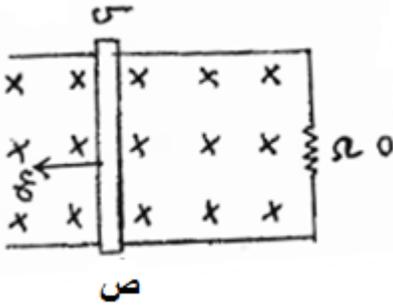
$$ت 1 = \frac{ق د}{م} = \frac{10^{-4} \times 24}{10^{-3} \times 2} = 1.2 \text{ امبير}$$

$$ت 2 = \frac{ق د}{م} = \frac{10^{-4} \times 24}{10^{-3} \times 6} = 0.4 \text{ امبير}$$

3 - القدرة الكهربائية المستهلكة في كل من المقاومتين.

$$\text{القدرة 1} = ج \times ت 1 = 1.2 \times 10^{-4} \times 24 = 28.8 \times 10^{-4} \text{ واط}$$

$$\text{القدرة 2} = ج \times ت 2 = 0.4 \times 10^{-4} \times 24 = 9.6 \times 10^{-4} \text{ واط}$$



سؤال 36 : في الشكل المجاور موصل (س ص) طوله 20 سم يتحرك بسرعة ثابتة على سلكين متوازيين ومتصلين لمقاومة 5 اوم وبوجود مجال مغناطيسي منتظم 4 تسلا كما في الرسم المجاور، تكون فرق جهد بين طرفي الموصل بمقدار 10 فولت، اجب عما يأتي:

1- ما سبب تكون فرق الجهد بين طرفي الموصل

عندما يبدأ الموصل بالحركة فان الشحنات الموجبة والسالبة الموجودة في السلك تتأثر بقوة مغناطيسية (س ص ع غ) وفقاً لقاعدة اليد اليمنى تتحرك الشحنات الموجبة نحو الطرف ص وتتحرك الشحنات السالبة نحو الطرف س، استمرار الحركة يؤدي لتراكم الشحنات مما يولد فرق في الجهد الكهربائي.

2- احسب مقدار السرعة التي يتحرك بها الموصل

$$ق د = ل ع غ = 10 \text{ فولت} = \text{فرق الجهد بين طرفي الموصل}$$

$$ع = \frac{ق د}{ل غ} = \frac{10}{4 \times 10^{-1} \times 2} = \frac{100}{8} = 12.5 \text{ م/ث.}$$

سؤال 37: موصل مستقيم طوله (0.4 م) ومقاومته (0.2 اوم) يتحرك عمودياً على مجال مغناطيسي منتظم مقداره (0.5 تسلا)، ينزلق على مجرى فلزي بدون احتكاك فيتولد تيار حثي مقداره (4 امبير)، فان الموصل يتحرك بسرعة م / ث :

(د) 8

(ج) 6

(ب) 4

(أ) 2

سؤال 38: (أ ب) موصل مستقيم طوله (20سم) ومساحة مقطعه ($10 \times 3 \text{ م}^2$)، ومقاومته ($4.5 \times 10^{-6} \Omega$). م متصل مع بطارية قوتها الدافعة ق. في دارة مغلقة وعلق في ميزان نابضي فكانت قراءة الميزان (0.1 نيوتن) وعندما غمر في مجال مغناطيسي مقداره (0.5 تسلا) كما في الشكل المجاور اصبحت قراءة الميزان تساوي صفر احسب مقدار القوة الدافعة.



لحل السؤال يجب الانتباه للمعطيات وقراءة السؤال بشكل جيد فالميزان النابضي جهاز يستخدم لقياس القوة (وزن الدارة)، وعندما تصبح قراءته تساوي صفر فهذا يعني انعدام القوة المؤثرة على الدارة الكهربائية المغمورة داخل المجال المغناطيسي.

الحل: قراءة الميزان تساوي صفر \leftarrow ق غ = الوزن

ق غ المؤثرة على الموصل تساوي (0.1 نيوتن) وباتجاه الاعلى حتى تعاكس الوزن

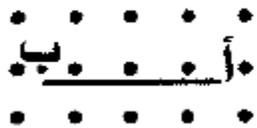
$$ق غ = ت ل غ \leftarrow 0.1 = ت \times 10^{-1} \times 2 \times 10^{-1} \times 5 \times 10^{-1} \leftarrow ت = \frac{10^{-1} \times 1}{10^{-1} \times 1} = 1 \text{ امبير}$$

$$\text{نحسب مقاومة السلك: } \rho = \frac{l}{A} = \frac{10^{-1} \times 2 \times 10^{-6} \times 4.5}{10^{-8} \times 3} = 30 \times 10^1 = 30 \text{ اوم}$$

$$ق غ = ت \times \rho = 30 \times 1 = 30 \text{ فولت}$$

سؤال 39: يبين الشكل موصل (أ ب) مغمور في مجال مغناطيسي منتظم لكي يصبح الطرف أ

موجباً بالنسبة للطرف ب فانه يجب تحريك الموصل باتجاه:



(أ) + س (ب) + ص (ج) - س (د) - ص

سؤال 40 : في الشكل المجاور موصل مستقيم طوله 80 سم ويتحرك بسرعة مقدارها 5 (م/ث) باتجاه (- س)

عمودياً على مجال مغناطيسي منتظم مقداره (0.1 تسلا)، ومتصل بمقاومة

مقدارها (0.2 اوم)، اجب عما يلي:



1 - احسب مقدار القوة الدافعة الحثية المتولدة في الموصل.

2 - حدد اي الطرفين (أ، ب) اعلى جهداً

3 - احسب المجال الكهربائي داخل الموصل، وحدد اتجاهه.

4 - احسب التيار الحثي المار بالمقاومة، وحدد اتجاهه.

5 - ما هو الشرط اللازم وجوده لكي تبقى القوة الدافعة موجودة؟

6 - كيف يمكن عكس قطبية القوة الدافعة؟

7 - احسب التغير في التدفق المغناطيسي المتولد عبر المساحة المحصورة بين الموصل والمقاومة خلال

(0.2 ث).

قانون لنز:

سؤال 41: اذكر نص قانون لنز؟

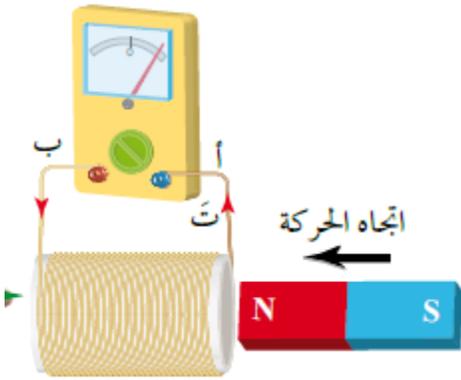
(اتجاه التيار الحثي في ملف يكون، بحيث ينتج منه مجال مغناطيسي حثي يقاوم التغير في التدفق المغناطيسي المسبب له)

تفسر قاعدة لنز وجود الإشارة السالبة في قانون القوة الدافعة الحثية حيث تشير الى ان اتجاه التيار الحثي الناتج في ملف يقاوم التغير في التدفق المغناطيسي الذي أحدثه، اي ان زيادة التدفق المغناطيسي في ملف تولد تياراً حثياً في هذا الملف بحيث يحاول انقاص التدفق المغناطيسي عبر الملف، والعكس صحيح.

سؤال 42: كيف يقاوم التيار الحثي المتولد في ملف التغير في التدفق

المغناطيسي الذي سببه؟

عند تقريب قطب شمالي لمغناطيس من ملف كما في الشكل المجاور فان قيمة التدفق المغناطيسي التي تخترق الملف تزداد مما يولد تياراً حثياً يتولد في الملف بحيث يجعل طرف الملف القريب من المغناطيس قطباً شمالياً يتنافر مع قطب المغناطيس ليقاوم اقترابه (زيادة التدفق) مما ينقص التدفق الذي يخترق الملف، بعبارة اخرى فان الملف يولد مجالاً مغناطيسياً له نفس اتجاه المجال الاصيلي بهدف انقاص التدفق الذي يخترق الملف.



سؤال 43: ماذا يحدث عندما يبتعد المغناطيس في الشكل السابق؟

عندما يبتدأ المغناطيس بالشكل السابق بالابتعاد فان قيمة التدفق المغناطيسي الذي يخترق الملف تقل ($\Delta\Phi > 0$ صفر) مما يجعل الملف يولد تياراً حثياً يجعل القطب القريب من الملف قطباً جنوبياً حتى يقاوم النقصان في التدفق. ملاحظة مهمة:

- 1- تقريب المغناطيس من الملف (شمالي او جنوبي) $\Delta\Phi > 0$ ← يولد الملف تياراً حثياً بحيث يجعل طرف الملف القريب من المغناطيس قطباً مغناطيسياً يشبه قطب المغناطيس الذي يقترب من الملف مما ينقص التدفق الذي يخترق الملف
- 2- ابعاد المغناطيس عن الملف $\Delta\Phi < 0$ ← يولد الملف تياراً حثياً يجعل طرف الملف القريب من المغناطيس يخالف قطب المغناطيس المقرب منه مما يزيد من التدفق المغناطيسي الذي يخترق الملف.
- 3- تكمن اهمية قاعدة لنز في انها تحدد اتجاه التيار الحثي الذي يتولد في ملف عندما يتغير التدفق الذي يخترقه.

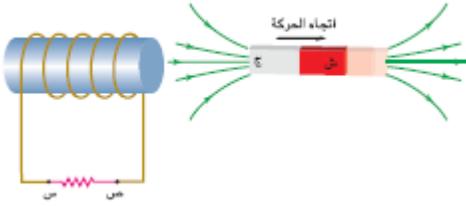
سؤال 44: كيف نطبق قاعدة اليد اليمنى لتحديدي اتجاه التيار الحثي المار بالملف؟

- 1- نجعل الابهام يشير الى اتجاه القطب الشمالي للملف
- 2- دوران اصابع اليد حول الملف يكون هو اتجاه التيار الحثي المتولد في الملف.

سؤال 45: علل سبب وجود الإشارة السالبة في قانون فارادي؟

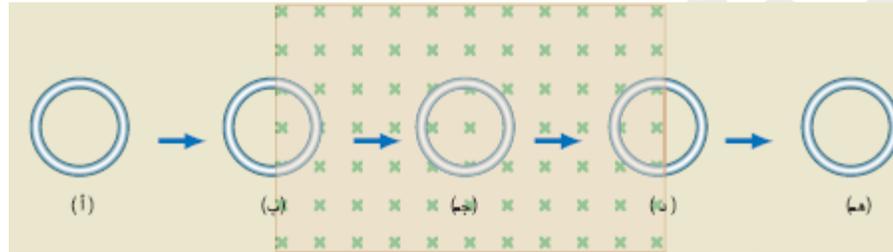
هذا يعني ان التيار الحثي المتولد في ملف او الموصل يقاوم التغير في التدفق المغناطيسي الذي يخترقه.

سؤال 46: حدد اتجاه التيار الحثي المار بالمقاومة المتصلة بملف لولبي في الشكل المجاور عندما يبتعد القطب الجنوبي للمغناطيس مع بيان السبب.



عند ابتعاد القطب الجنوبي للملف يقل التدفق المغناطيسي الذي يخترق الملف، وفقاً لقاعدة لنز يتولد في الملف مجال مغناطيسي حثي يجعل الطرف القريب من المغناطيس قطباً شمالياً، وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه التيار الحثي عبر المقاومة من (س) الى (ص).

سؤال 47: في الشكل المجاور حلقة مغناطيسية تدخل تدريجياً في منطقة مجال مغناطيسي منتظم، حدد اتجاه التيار الحثي المتولد في الحلقة في كل حالة مع بيان السبب.

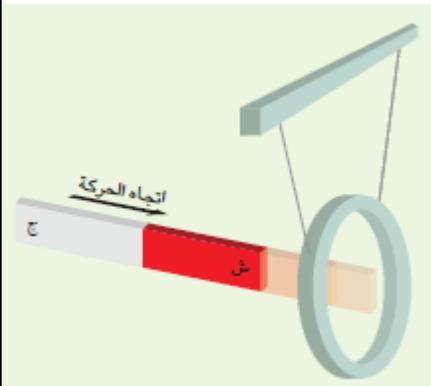


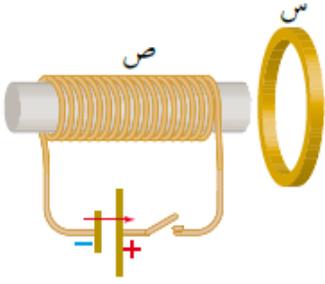
في الاشكال (أ ، ج ، هـ) لا تتولد قوة دافعة حثية لان التدفق المغناطيسي عبر الحلقة يساوي صفر. في الشكل (ب) يزداد التدفق لمغناطيسي الذي يخترق الحلقة، وفقاً لقاعدة لنز يتولد مجال مغناطيسي حثي اتجاهه معاكس لاتجاه المجال الاصلي (+ ز) وبتطبيق قاعد اليد اليمنى يكون اتجاه التيار الحثي بعكس عقارب الساعة. في الشكل (د) يقل التدفق المغناطيسي نتيجة خروج الحلقة وبالتالي وفقاً لقاعدة لنز يتولد مجال مغناطيسي حثي في الحلقة بنفس اتجاه التيار الاصلي (- ز) وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه التيار الحثي مع عقارب الساعة

سؤال 48: يقترب مغناطيس قوي من حلقة المنيوم معلقة تعليقاً حراً كما في الشكل المجاور فلوحظ تنافرها مع المغناطيس. اجب عما يلي:

- 1- ما سبب تنافر الحلقة مع المغناطيس؟ عند اقتراب القطب الشمالي للمغناطيس يزداد التدفق المغناطيسي الذي يخترق الحلقة، وفقاً لقاعدة لنز يتولد مجال مغناطيسي حثي في الحلقة يجعل الطرف القريب من المغناطيس قطباً شمالياً حتى يقاوم التغيير في التدفق مما يؤدي الى تنافر الحلقة مع المغناطيس.
- 2- ماذا يحدث عند ابعاد المغناطيس عن الحلقة.

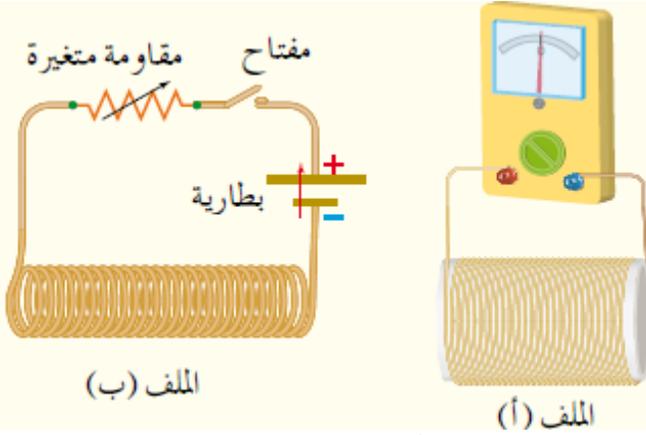
تتجاذب الحلقة مع المغناطيس عندما يبتعد لان الحلقة وفقاً لقاعدة لنز تولد مجالاً مغناطيسياً حثياً يقاوم النقصان في التدفق مما يجعل الطرف القريب قطباً جنوبياً.





سؤال 49: حدد اتجاه التيار الحثي المتولد في لفات الملف الدائري في الشكل المجاور لحظة اغلاق المفتاح في دارة المغناطيس الكهربائي.

سؤال 50: حدد نوع كل من القطبين المتقابلين، واتجاه التيار الحثي في الملف أ في الشكل المجاور في الحالات التالية:



1- لحظة اغلاق دارة الملف ب

لحظة الاغلاق تعني ان التيار يزداد مما يؤدي لتولد مجال مغناطيسي في الملف ب، فيزداد التدفق في الملف أ
الملف أ : جنوبي ، الملف ب: جنوبي
اتجاه التيار الحثي عند النظر الى اللفات من الامام نحو الاسفل

2- في اثناء زيادة المقاومة المتغيرة في دارة الملف ب
زيادة المقاومة ← نقصان التيار المار في الملف ←

نقصان قيمة المجال المغناطيسي في الملف ب ← نقصان التدفق الذي يخترق الملف أ
الملف أ: شمال الملف ب: جنوب

اتجاه التيار الحثي عند النظر الى اللفات من الامام نحو الاعلى

3- في اثناء ادخال قلب حديد في الملف ب

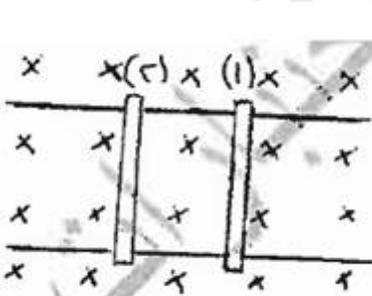
ادخال قلب حديدي يعني ان مقدار المجال المغناطيسي سوف يزداد (μ حديد $< \mu$). وبالتالي يزداد التدفق الذي يخترق الملف أ

الملف أ : جنوب الملف ب: جنوب

اتجاه التيار الحثي عند النظر الى اللفات من الامام نحو الاسفل

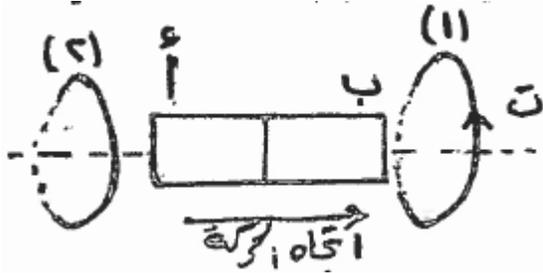
سؤال 51: في الشكل المجاور موصلين (1)(2) قابلان للحركة على سلكين متوازيين متعامدين مع مجال

مغناطيسي منتظم ، اذا بدا المجال المغناطيسي المؤثر بالتناقص تدريجياً صف حركة الموصلين مفسراً اجابتك



سؤال 52: إذا حركت مغناطيس داخل ملف، فستشعر بمقاومة لهذه الحركة، لماذا تكون هذه المقاومة اكبر في ملف عدد لفاته اكبر؟ عندما تدفع المغناطيس داخل الملف يتولد في الملف تيار كهربائي حثي نتيجة زيادة التدفق المغناطيسي وينتج عن هذا التيار مجال مغناطيسي باتجاه يعاكس اتجاه المجال الاصيل فينشأ قوة تنافر تعيق تقدم المغناطيس، كلما زاد عدد اللفات يزداد المجال المغناطيسي فتزداد قوة التنافر

سؤال 53: يبين الشكل المجاور مغناطيس مستقيم (أ ب) يتحرك بين حلقتي فلزيتين (1) (2) متوازيتين وعلى الخط الواصل بينهما، معتمداً على اتجاه التيار الحثي في الحلقة (1) اجب عما يلي:



1- حدد الاقطاب المغناطيسية للمغناطيس (أ ب)

القطب (شمال) القطب (أ جنوب) وذلك باستخدام قاعدة اليد اليمنى لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي الحثي في الحلقة (1) عند الطرف القريب من المغناطيس

2- حدد اتجاه التيار الحثي المتولد في الحلقة (2) بالنسبة للحلقة (1)

مع التفسير.

بما ان الطرف المبتعد من المغناطيس هو القطب الجنوبي، ابتعاد المغناطيس يعني نقصان التدفق مما يؤدي وفقاً لقاعدة لنز لتشكل مجال مغناطيسي حثي في الحلقة (2) يجعل الطرف القريب من الحلقة قطباً شمالياً لمقاومة النقصان في التدفق المغناطيسي ، وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه التيار الحثي بعكس اتجاه التيار في الحلقة (1).

سؤال 54: يبين الشكل المجاور ملف لولبي موصول ببطارية

ومصباح كهربائي، يوجد على جانبيه وبنفس البعد عنه

مغناطيسين متماثلين (س، ص) بين مع التفسير ماذا يحدث

لإضاءة المصباح في الحالات الآتية:

1 - إذا تحرك المغناطيسان بنفس اللحظة وبنفس السرعة

نحو الملف. عند بدء الحركة وفقاً لقاعدة لنز يصبح طرف

الملف القريب من المغناطيس (س) قطباً شمالياً حتى يقاوم زيادة التدفق المغناطيسي، بينما يصبح الطرف القريب من المغناطيس (ص) قطباً جنوبياً وفقاً لقاعدة لنز حتى يقاوم الزيادة في التدفق المغناطيسي، بتطبيق قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه التيار الحثي بعكس اتجاه التيار الاصيل فتقل اضاءة المصباح.

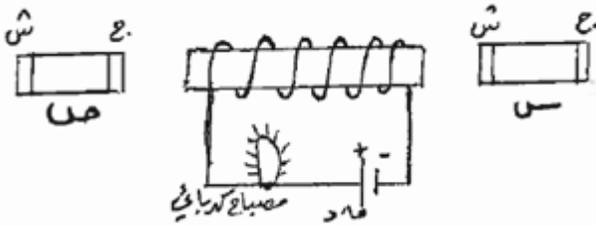
2 - إذا تحرك المغناطيسان بنفس اللحظة وبنفس السرعة بعيداً عن الملف.

إذا تحرك المغناطيسان مبتعدان بنفس الوقت، وفقاً لقاعدة لنز يصبح الطرف القريب من المغناطيس (س) قطباً

جنوبياً والطرف القريب من المغناطيس (ص) قطباً شمالياً لمقاومة النقصان في التدفق المغناطيسي، بتطبيق

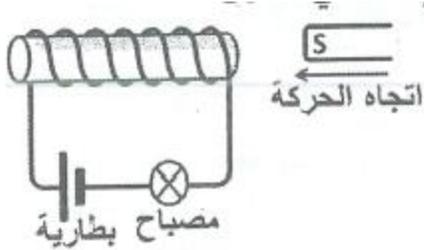
قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه التيار الحثي بنفس اتجاه التيار الاصيل فتزداد اضاءة المصباح.

3 - إذا تحرك المغناطيسان بنفس اللحظة وبنفس السرعة بحيث س مقرباً و ص مبتعداً



2 - مثل بيانياً العلاقة بين متوسط القوة الدافعة الحثية والزمن في الفترتين (ا ب)

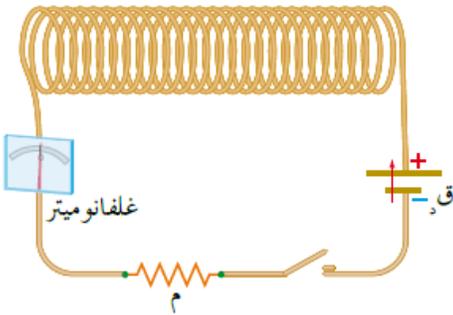
سؤال 58: عند تحريك المغناطيس بالاتجاه الموضح بالشكل المجاور، فإن واحدة مما يلي صحيحة:



- (أ) يتولد تيار حثي باتجاه التيار الاصلي وتقل اضاءة المصباح
 (ب) يتولد تيار حثي باتجاه التيار الاصلي وتزداد اضاءة المصباح
 (ج) يتولد تيار حثي بعكس اتجاه التيار الاصلي وتقل اضاءة المصباح
 (د) يتولد تيار حثي بعكس اتجاه التيار الاصلي وتزداد اضاءة المصباح

الحث الذاتي

سؤال 59: ادرس الشكل المجاور الذي يمثل دائرة كهربائية تحتوي على ملف لولبي وبطارية وجلفانوميتر ومقاومة، ثم اجب عن الاسئلة التي تليه؟



1 - عند اغلاق المفتاح في الدارة، هل يصل التيار الى قيمته العظمى مباشرة ام لا؟

- لا، حيث يحتاج التيار الكهربائي الى لحظات حتى يصل الى قيمته العظمى ونستطيع ملاحظة ذلك من قراءة الجلفانوميتر، او باستبدال المقاومة بمصباح كهربائي حيث يلاحظ ان اضاءة المصباح تبدأ ضعيفة ثم لا تلبث ان تصبح اقوى (تذكر شدة الاضاءة تعتمد على مقدار التيار المار في المصباح)
 2 - وضح لماذا لا يصل التيار الى قيمته العظمى لحظياً بعد اغلاق المفتاح؟

يعزى السبب في عدم وصول التيار الكهربائي الى قيمته العظمى الى ظاهرة تسمى ظاهرة الحث الذاتي حيث يزداد التدفق المغناطيسي الذي يخترق الملف اللولبي عند اغلاق المفتاح (بسبب مرور التيار في الاسلاك الموجودة في الدارة مما يؤدي الى تولد مجال مغناطيسي في الاسلاك) مما يولد قوة دافعة ذاتية حثية عكسية في الملف اللولبي تقاوم الزيادة في قيمة التيار المار في الدارة وفق قاعدة لنز مما يمنع التيار من الوصول الى قيمته العظمى لحظياً.

سؤال 60: عرف ظاهرة الحث الذاتي؟ هي ظاهرة تولد قوة دافعة حثية ذاتية في ملف بسبب تغير التدفق المغناطيسي الذي يخترق الملف ذاته ويسمى الملف في هذه الحالة بالمحث.

سؤال 61: وضح ماذا يحدث في الدارة السابقة عند فتح المفتاح؟

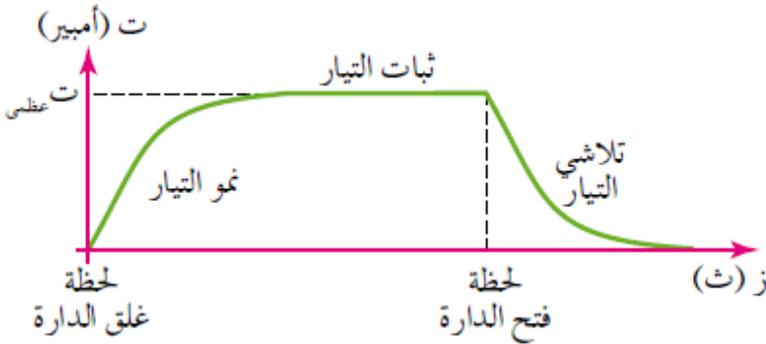
عند فتح المفتاح يقل التيار المار في الاسلاك مما يؤدي الى نقصان التدفق المغناطيسي الذي يخترق المحث مما يؤدي الى تولد قوة دافعة حثية ذاتية طردية تعمل على مقاومة النقصان في التيار وفق قاعدة لنز مما يجعل التيار لا يصل الى الصفر لحظياً.

ملاحظة مهمة: الحث الذاتي خاصة طبيعية للدائرة بحيث تقاوم التغيير الحادث للتيار المار فيها، وذلك عن طريق تولد قوة دافعة حثية ذاتية طردية (اتجاهها بنفس اتجاه القوة الدافعة الاصلية) عند نقصان التيار وقوة دافعة ذاتية حثية عكسية (اتجاهها بعكس اتجاه القوة الدافعة الاصلية) عند زيادة التيار.

- زيادة تيار الدارة \leftarrow يزداد التدفق المغناطيسي الذي يخترق الملف $(\Delta\Phi)$ \leftarrow تتولد قوة دافعة حثية ذاتية عكسية تقاوم زيادة التيار مما يعمل على انقاص التدفق المغناطيسي
 - نقصان تيار الدارة \leftarrow يقل التدفق المغناطيسي الذي يخترق الملف $(-\Delta\Phi)$ \leftarrow تتولد قوة دافعة حثية ذاتية طردية تقاوم نقصان التيار مما يعمل على زيادة التدفق المغناطيسي
- سؤال 62: كيف يمكن تغيير قيمة التيار المار في دارة تحتوي على محث؟

- 1- اغلاق المفتاح (زيادة التيار)
- 2- فتح المفتاح (نقصان التيار)
- 3- تغيير قيمة المقاومة الموصولة مع الدارة (الريوستات)

• يمكن تمثيل العلاقة بيانياً بين التيار الكهربائي المار في دارة تحتوي محث، مع الزمن كما في الشكل: ونلاحظ من الرسم ان التيار لا يصل الى قيمته العظمى لحظياً عند اغلاق الدارة وكذلك الامر عند فتح الدارة فان التيار لا يصل الى الصفر لحظياً.



سؤال 63: اثبت ان القوة الدافعة الحثية الذاتية المتولدة في دارة تحتوي على محث تعطى بالعلاقة التالية:

$$ق_د = - ح \frac{\Delta\Phi}{\Delta z} ، حيث \frac{\Delta\Phi}{\Delta z} : المعدل الزمني لتغيير التيار$$

وجد العلماء تجريبياً ان التغيير في التدفق المغناطيسي يتناسب طردياً مع معدل التغيير في التيار الكهربائي حيث $\Delta\Phi \propto \Delta t$ وعليه فان $\Delta\Phi = \text{ثابت} \times \Delta t$ ويعرف هذا الثابت بمحاثة المحث ح، وعليه: $\Delta\Phi = ح \times \Delta t$ ، واذا كان الملف يحتوي على ن من اللفات: $\Delta\Phi = ح \times \Delta t \times ن$ وبقسمة طرفي المعادلة على Δz ن $\frac{\Delta\Phi}{\Delta z} = ح \frac{\Delta t}{\Delta z}$ ، الطرف الايمن من المعادلة السابقة يمثل سالب القوة الدافعة الحثية من قانون فارداي (- ق_د)

ولأنها متولدة من المحث فأنها تعتبر متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية (ق_د = - ح \frac{\Delta\Phi}{\Delta z})

سؤال 64: على ماذا تدل الإشارة السالبة في القانون السابق؟

تشير الإشارة السالبة الى ان متوسط القوة الدافعة الحثية الذاتية يقاوم التغيير في التدفق المغناطيسي المسبب له وفقاً لقانون لنز.

سؤال 65: عرف محاثة المحث ح واذكر وحد قياسها؟ نسبة متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية المتولدة الى المعدل الزمني للتغير الكهربائي المار في محث، وتسمى ايضا بمعامل الحث الذاتي للملف وتقاس محاثة المحث بوحدة (فولت .ب/امبير) وتسمى هذه الوحدة في النظام العالمي للوحدات باسم هنري حيث: **الهنري:** محاثة محث تتولد بين طرفيه قوة دافعة حثية ذاتية مقدارها (1) فولت عندما يكون المعدل الزمني لتغير التيار المار فيه 1 امبير/ث.

وتعتمد محاثة المحث ح على الابعاد الهندسية للملف وعلى النفاذية المغناطيسية لمادة قلب المحث.

سؤال 66: اثبت ان محاثة المحث تعتمد فقط على الابعاد الهندسية وعلى النفاذية المغناطيسية لمادة قلب الملف. (تعتبر محاثة الملف مقداراً ثابتاً للمحث الواحد)

سؤال 67: تناقص التيار في ملف من 6 امبير الى 1 امبير خلال 0.1 ثانية، اذا كانت القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية المتوسطة الناتجة تساوي 200 فولت، فاحسب محاثة المحث.

$$\text{ق د} = - \frac{\Delta \text{ح}}{\Delta \text{ز}} \leftarrow \text{ح} = \frac{\text{ق د} \Delta \text{ز}}{\Delta} = \frac{0.1 \times 200}{6-1} = \frac{20}{5} = 4 \text{ هنري}$$

سؤال 68: محث محاثته (0.4) هنري وعدد لفاته (200) لفة، اغلقت دارته فاستغرق التيار زمناً مقداره (0.04) ثانية للوصول الى قيمته العظمى، وخلال هذه المدة الزمنية تولدت قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية عكسية مقدارها 2 فولت.

1- احسب القيمة العظمى للتيار الذي يمر فيه

$$\text{ق د} = - \frac{\Delta \text{ح}}{\Delta \text{ز}} \leftarrow \text{ح} = 0.4 \text{ اغلاق الدارة يعني ان ت} = 1 \text{ = صفر، ت} = 2 \text{ = القيمة العظمى للتيار، } \Delta \text{ز} = 0.04 \text{ ث}$$

$$\text{ق د} = - \frac{\Delta \text{ح}}{\Delta \text{ز}} \leftarrow \text{ت} = \frac{\text{ق د} \Delta \text{ز}}{\Delta} = \frac{10^{-2} \times 4 \times 2}{10^{-1} \times 4} = 10 \times 2 = 20 \text{ ت} = 2 \text{ ت} - 1 \text{ ت} = 0.2$$

وبما ان ت = 1 = صفر، ت = 2 = 0.2 امبير

2- المعدل الزمني للتغير في التدفق المغناطيسي خلال تلك المدة.

$$\text{ن} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta \text{ز}} = - \frac{\Delta \text{ح}}{\Delta \text{ز}} \leftarrow 10^2 \times 2 = \frac{\Delta \Phi}{\Delta} \leftarrow 10 \times 4 = \frac{\Delta \Phi}{\Delta} \leftarrow \frac{10^{-1} \times 2}{10^{-2} \times 4} = \frac{2}{10^2 \times 2} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta} \text{ وبيير / ث}$$

سؤال 69: يبين الشكل دارتين كهربائيتان معتمداً على البيانات المثبتة على كل دائرة صف ماذا يحدث لإضاءة المصباح مفسراً اجابتك، عند:



1- لحظة اغلاق كلا الدارتين

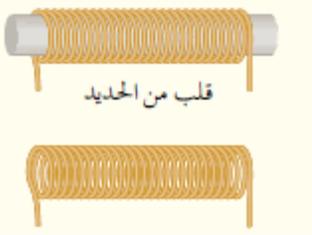
عند اغلاق المفتاح في الدارة الاولى يصل التيار الى قيمته العظمى مباشرةً ويصل المصباح الى شدة اضاءته العظمى مباشرةً، اما في حالة الدارة الثانية

فبسبب وجود المحث لا يصل التيار الى قيمته العظمى بشكل مباشر وبالتالي تكون اضاءته خافتة

2- بعد مرور مدة زمنية كافية بعد اغلاق الدارتين.

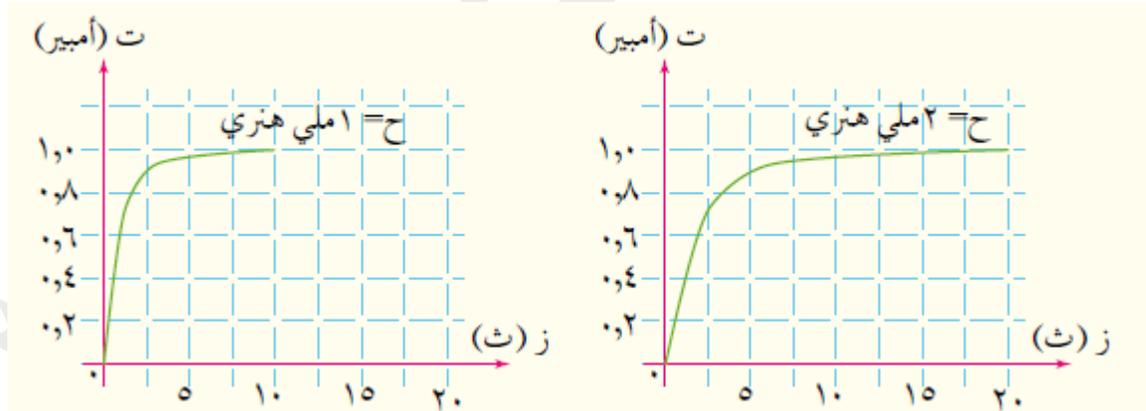
يتساوى المصباحان في شدة الاضاءة لان التغيير في التدفق المغناطيسي ينعقد عندما يصل التيار الى قيمته العظمى وتنعدم ظاهرة الحث الذاتي في الملف الثاني

سؤال 70: لديك محثان متماثلان لف احدهما حول قلب من الحديد كما في الشكل المجاور، فاذا علمت ان ($\mu_{\text{حديد}} = 5000 \mu$) فبين ما اثر تغيير مادة قلب المحث على مقدار محاطة المحث.



ح = $\frac{\mu \times N^2 \times I^2 \times \mu}{l}$ ، ح $\propto \mu$ وبالتالي زيادة النفاذية المغناطيسية يؤدي الى زيادة محاطة المحث.

سؤال 71: يبين الشكل المجاور تمثيلاً بيانياً لتغيير التيار بالنسبة الى الزمن في دارتين تحتويان محثين مختلفين بين اثر المحاطة في معدل تغير التيار .



سؤال 72: ملف عدد لفاته (100) لفة ويمر فيه تيار مقداره (5 امبير) فيحدث تدفق مقداره 50 ويبر، اذا عكس اتجاه التيار خلال (0.5) ثانية، فجد:

1- مقدار القوة الدافعة الحثية المتولدة في الملف

انعكاس اتجاه التيار الحثي يعني ان اتجاه المجال المغناطيسي الناتج عنه كذلك سوف يعكس وبالتالي:

$$1\Phi = 50 \text{ ويبر} ، 2\Phi = -50 \text{ ويبر}$$

$$\text{قَد} = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{100 - 200}{0.5} = \frac{-100}{0.5} = -200 \text{ فولت}$$

2- معامل الحث الذاتي للملف (ت = 1 = 0.5 امبير، ت = 2 = 0.5 امبير)

$$\text{قَد} = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = - \frac{100 - 200}{0.5} = \frac{100}{0.5} = 200 \text{ هنري}$$

سؤال 73: تغيير التيار المار في دائرة محث من 3 امبير الى 7 امبير خلال (0.02) ث، فاذا كانت محاثته المحث

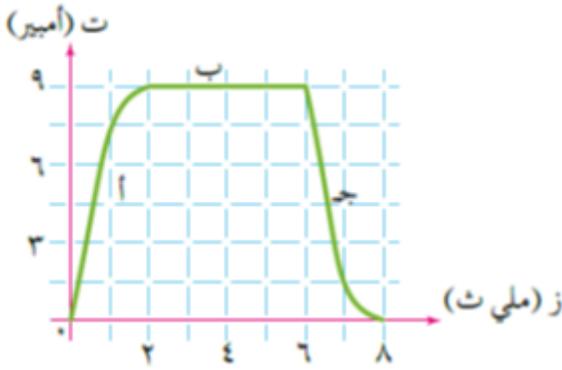
تساوي (20 هنري)، وعدد لفاته 1000 لفة فاحسب اثناء هذه المدة الزمنية :

1 - القوة الدافعة الكهربائية الحثية العكسية المتولدة في المحث.

$$\text{قَد} = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = - \frac{1000 \times 4 - 1000 \times 3}{0.02} = - \frac{1000}{0.02} = -50000 \text{ فولت}$$

2 - التغيير في التدفق المغناطيسي عبر الملف

$$\text{قَد} = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = - \frac{1000 \times 4 - 1000 \times 3}{0.02} = - \frac{1000}{0.02} = -50000 \text{ ويبر}$$



سؤال 74: يتغير التيار المار في دائرة محث محاثته (0.2) هنري من

لحظة غلق دارته الى ان يتلاشى التيار فيها بعد فتح الدارة كما في

الشكل المجاور، مستعينا بالبيانات المبينة على الشكل اجب عما يلي:

1 - ماذا تمثل كل فترة من الفترات (ا ب ج)؟

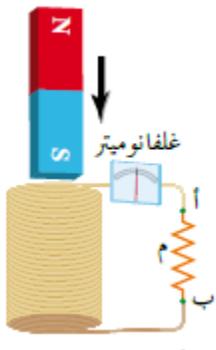
2 - احسب متوسط القوة الدافعة الحثية الذاتية المتولدة في كل فترة

من الفترات السابقة؟

سؤال 71: اسقط طالب مغناطيساً داخل ملف كما في الشكل المجاور، فتحرك المغناطيس بتسارع

اقل من تسارع السقوط الحر، فافتراض انه توجد قوة تعاكس قوة الجاذبية تؤثر في حركة

المغناطيس. اثبت صحة هذه الفرضية



سؤال 76: ملف عدد لفاته 200 لفة ومساحة مقطع كل لفة من لفاته (0.8) سم²، موضوع في مجال مغناطيسي مقداره 20 تسلا، فإذا كان متجه مساحة الملف باتجاه المجال المغناطيسي فأحسب:
1- التدفق المغناطيسي عبره

2- متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية الطردية المتولدة فيه إذا تلاشى المجال المغناطيسي في مدة زمنية مقدارها (0.02) ث.

سؤال 77: محث لولبي عدد لفاته (200 لفة)، يمر فيه تيار كهربائي مقداره (2 امبير)، فيتولد مجال مغناطيسي تدفقه (10×2.5)⁴ ويبر، اجب عما يأتي:

1 - القوة الدافعة الحثية المتولدة في الملف إذا انعدم لتيار الكهربائي خلال (0.2) ث.

انعدام التيار يعني ان $2\Phi = \text{صفر}$

$$\text{ق د} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{10^2 \times 2 - 0}{\Delta t} = - \frac{10^2 \times 2 - \text{صفر}}{10^{-1} \times 2} = - \frac{10^{-4} \times 2.5 - \text{صفر}}{10^{-1} \times 2} = -10 \times 2.5 \text{ فولت}$$

2 - محاثة المحث

$$\text{ق د} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{\text{ق د} \Delta t}{\Delta t} = - \frac{10^{-1} \times 2 \times 10^{-1} \times 2.5 - \text{صفر}}{2} = -10 \times 2.5 \text{ هنري}$$

3 - ما تفسير الاشارة السالبة في قانون فارادي.