



MR: HAMD
ABDEL GAWWAD

دائرة التعليم والمعرفة

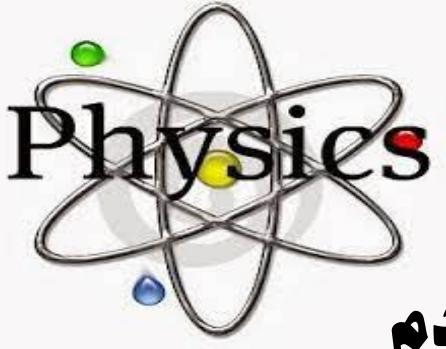
THRDSEMASTER

الفصل الدراسي الثالث

12 AD

PHYSICS

الفيزياء



الصف الثاني عشر متقدم



الحث الكهرومغناطيسي

اعداد الأستاذ / حمدي عبد الجواد

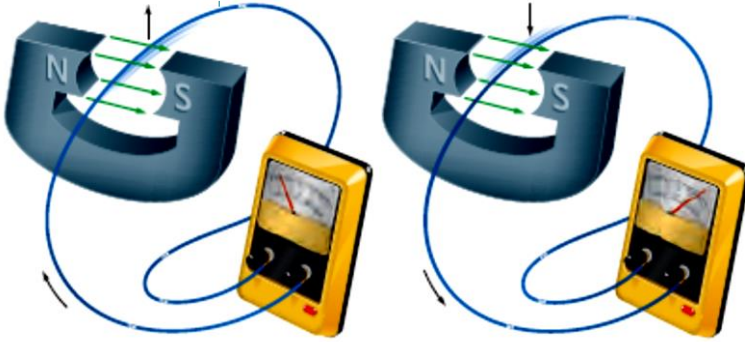
HAMDY ABD ELGAWWAD

الفيزياء 12 متقدم الفصل الدراسي الثالث للعام الدراسي 2022/2023 م إعداد الأستاذ/ حمدي عبد الجواد

9.1 تجارب فاراداي Faraday's Experiments

نبذة تاريخية :

- اكتشف **أورستد** أن التيار الكهربائي يولد مجالاً مغناطيسياً .
- توصل **فاراداي** من خلال تجاربه والتي استمرت لسنوات أنه يمكن توليد تيار كهربائي عن طريق **تحريك سلك** في مجال مغناطيسي
- توصل العالم **هنري** في نفس العام إلى أن تغير المجال المغناطيسي يمكن أن يولد تيار كهربائي .



تجربة استهلالية (تجربة فاراداي) :

وضع فاراداي جزءاً من سلك حلقة لدائرة مغلقة داخل مجال مغناطيسي كما بالشكل ، درس تأثير حركة السلك في اتجاهات مختلفة على توليد تيار حثي في الدائرة الكهربائية

الملاحظات :

- 1 لا يتولد تيار كهربائي عندما يكون السلك **ساكناً** أو متحركاً **بموازاة** المجال المغناطيسي .
- 2 يتولد تيار في السلك في اتجاه معين عند تحريك السلك **لأعلى** داخل المجال المغناطيسي .
- 3 **ينعكس** اتجاه التيار في السلك عند تحريكه في الاتجاه **المعاكس** (لأسفل) .

الاستنتاج :

لا يتولد تيار في السلك إلا إذا قطع السلك خطوط المجال المغناطيسي في أثناء حركته أي أن الحركة النسبية بين السلك والمجال المغناطيسي هي التي تولد تيار كهربائياً (**الحث الكهرومغناطيسي**)

الحث الكهرومغناطيسي :

هو الحصول على تيار كهربائي في دائرة مغلقة بسبب حركتها النسبية في مجال مغناطيسي .

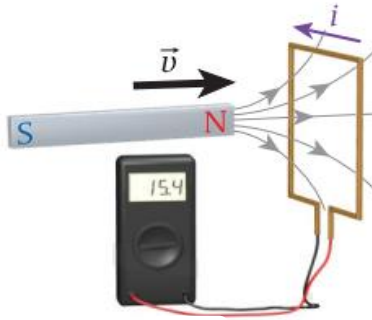
القوة المحركة المستحثة :

هي فرق الجهد المتولد نتيجة تغير التدفق المغناطيسي فيها مع الزمن .

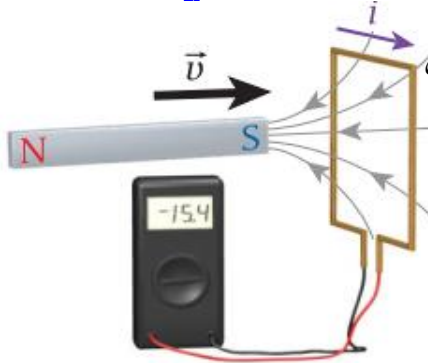
التيار المستحث :

هو التيار الكهربائي المتولد في دائرة مغلقة بسبب حركتها النسبية في مجال مغناطيسي

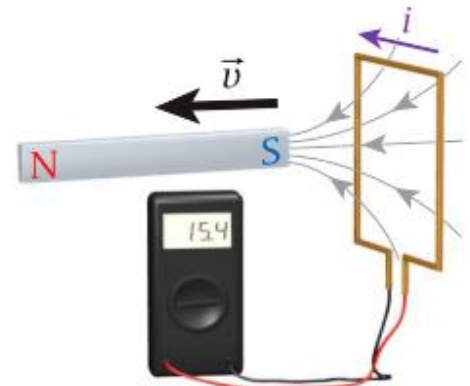
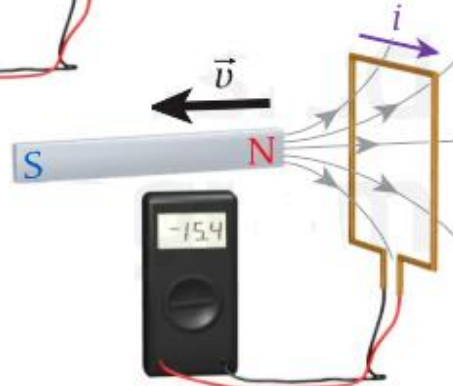
$$i = \frac{\Delta V_{ind}}{R}$$



a



b



ملاحظات هامة :

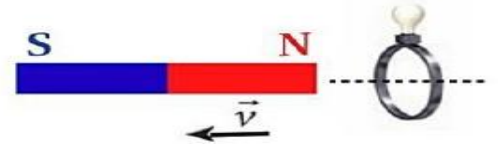
- 1 إذا تولد تيار مستحث بالحلقة عكس عقارب الساعة (تيار موجب) ويتكون قطب شمالي خاص بالحلقة .
- 2 إذا تولد تيار مستحث بالحلقة مع عقارب الساعة (تيار سالب) ويتكون قطب جنوبي خاص بالحلقة .

مراجعة المفاهيم 9.1

تبين الأشكال الأربعة قضيباً مغناطيسياً ومصباحاً ضوئياً منخفض الجهد متصلاً بطرفي حلقة توصيل مستوى الحلقة عمودي على الخط المتقطع كما هو موضح في الشكل في أي من هذه الحالات سيضيء المصباح ؟



المغناطيس ثابت والحلقة تتحرك مقتربة من المغناطيس



المغناطيس يتحرك مبتعداً عن الحلقة الثابتة



المغناطيس ثابت والحلقة تدور حول مركزها

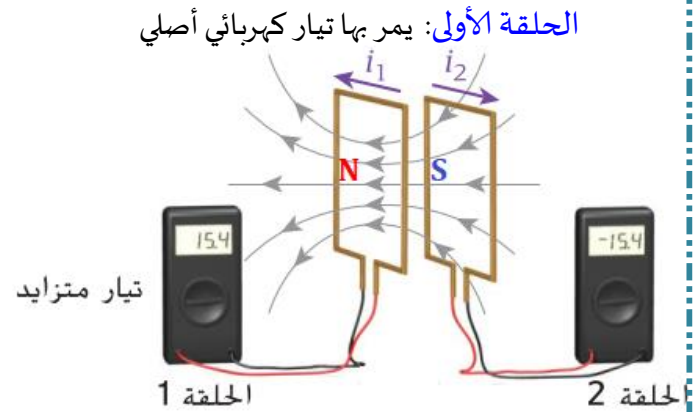
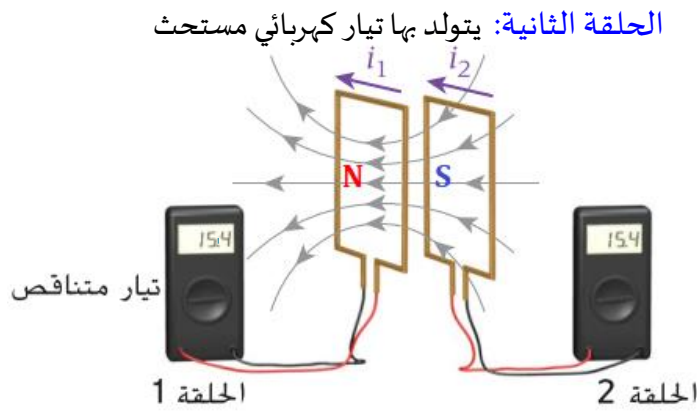


المغناطيس والحلقة ثابتين وترداد مساحة الحلقة

- الحالة 1 ☐ الحالة 1 ، 2 ☐ الحالة 1 ، 2 ، 3 ☐ الحالة 1 ، 2 ، 4 ☐ جميع الحالات ☐

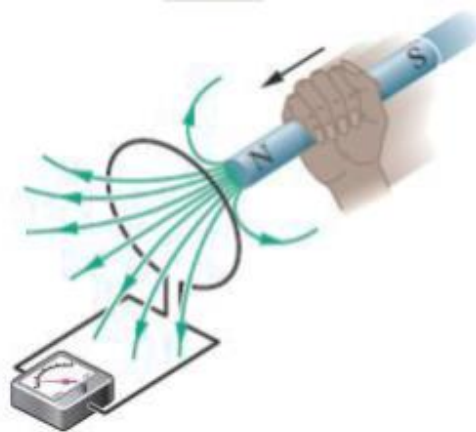
الفيزياء 12 متقدم الفصل الدراسي الثالث للعام الدراسي 2022/2023 م إعداد الأستاذ/ حمدي عبد الجواد

التيار المستحث بين حلقتيْن :



- 1- عند مرور تيار بالحلقة (1) ينشأ بها مجال مغناطيسي
- 2- بتطبيق قاعدة اليد اليمنى للحلقة يصبح القطب المواجه للحلقة الثانية قطب جنوبى .
- 3- أثناء نقصان شدة التيار بالحلقة (1) يقل شدة المجال الناشئ عنها وبالتالي يعتبر كأنه مغناطيس يبتعد
- 4- يتولد تيار مستحث موجب في الحلقة (2).
- 5- ينشأ بالحلقة (2) مجال مغناطيسي بسبب التيار المستحث.
- 6- اتجاه المجال الناشئ في الحلقة (2) مع اتجاه المجال المغناطيسي الناشئ عن الحلقة (1).
- 7- القطب المغناطيسي الناشئ عن الحلقة (2) قطب شمالي N

- 1- عند مرور تيار بالحلقة (1) ينشأ بها مجال مغناطيسي .
- 2- بتطبيق قاعدة اليد اليمنى للحلقة يصبح القطب المواجه للحلقة الثانية قطب جنوبى .
- 3- أثناء زيادة شدة التيار بالحلقة (1) تزداد شدة المجال الناشئ عنها وبالتالي يعتبر كأنه مغناطيس يقترب .
- 4- يتولد تيار مستحث سالب في الحلقة (2).
- 5- ينشأ بالحلقة (2) مجال مغناطيسي بسبب التيار المستحث.
- 6- اتجاه المجال الناشئ في الحلقة (2) عكس اتجاه المجال المغناطيسي الناشئ عن الحلقة (1).
- 7- القطب المغناطيسي الناشئ عن الحلقة (2) قطب جنوبي S.

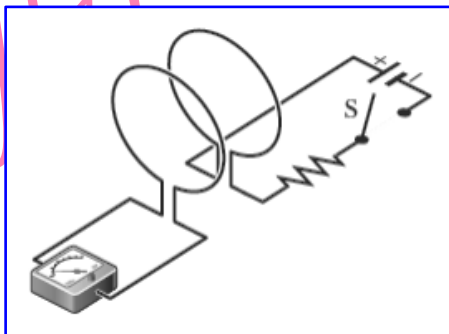


س1) من خلال الشكل المجاور أجب عما يلي :

- حدد على الرسم اتجاه التيار المستحث بالحلقة أثناء تقريب المغناطيس .
- إذا توقفت حركة المغناطيس ماذا يحدث للتيار المستحث بالحلقة . فسر إجابتك ؟

س2) من خلال الشكل المجاور أجب عما يلي :

- حدد على الشكل اتجاه التيار الكهربائي في كل من الحلقتيْن : لحظة غلق الدائرة
- ماذا يحدث لقراءة الأميتر بعد فترة زمنية من غلق الدائرة . فسر إجابتك ؟

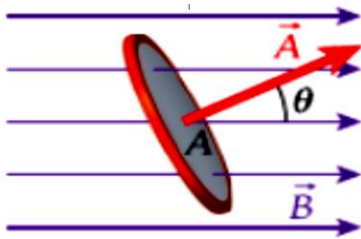


9.2 قانون فاراداي للحث الكهرومغناطيسي Faraday's Law of Induction

نص القانون: يستحث فرق الجهد في حلقة عندما يتغير عدد خطوط المجال المغناطيسي المارة عبر الحلقة بمرور الزمن

أو: مقدار القوة الدافعة الكهربائية المستحثة في دائرة مغلقة يتناسب طردياً مع المعدل الزمني للتغير في **التدفق المغناطيسي**

التدفق المغناطيسي: يعرف بأنه التكامل السطحي للمجال المغناطيسي المار عبر عنصر مساحة تفاضلي .



$$\Phi_B = \iint \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

أو: هو عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تعبر عمودياً مساحة سطح ما .

$$\Phi_B = \vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta$$

\vec{A} : مساحة سطح الملف \vec{B} : شدة المجال المغناطيسي

θ : الزاوية المحصورة بين المساحة والمجال (أو هي متممة الزاوية بين المجال والسطح)

**** وحدة التدفق:** $(T \cdot m^2)$ ويطلق عليها ويبر (Wb)

مستوى الملف عمودي على المجال	مستوى الملف يميل على المجال	مستوى الملف موازي للمجال
$\theta = 0^\circ, 180^\circ$ $\cos \theta = 1$	$0 < \theta < 90^\circ$	$\theta = 90^\circ$ $\cos 90 = 0$
$\Phi_B = BA$	$\Phi_B = BA \cdot \cos \theta$	$\Phi_B = 0$

س 3) ملف مساحته $(0.2 m^2)$ وضع عمودياً على خطوط مجال مغناطيسي منتظم شدته $(0.04 T)$.

احسب التدفق المغناطيسي الذي يمر خلال الملف ؟

$$\Phi_B = 0.008 Wb$$

س 4) ملف مربع طول ضلعه $(20.0 cm)$ وضع في مجال مغناطيسي شدته $(3.0 \times 10^{-2} T)$ فإذا كان التدفق المغناطيسي

الناتج $(6.0 \times 10^{-4} Wb)$ **أوجد** الزاوية التي يصنعها الملف مع خطوط المجال

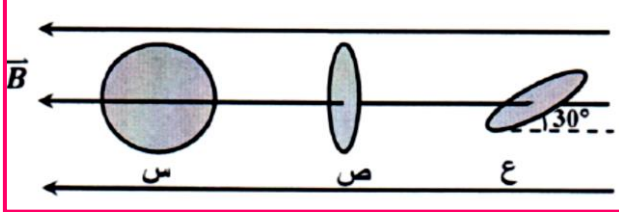
$$\theta = 30.0^\circ$$

س5 وضعت حلقة مستطيلة مساحتها $(3.2 \times 10^{-3} m^2)$ في مجال مغناطيسي منتظم شدته $(1.5 \times 10^{-4} T)$ وتصنع

$$\Phi_B = 3.1 \times 10^{-7} Wb$$

خطوطه زاوية (40.0°) مع مستوى الحلقة ، احسب التدفق المغناطيسي خلال الحلقة .

س6 في الشكل ثلاث حلقات نحاسية متماثلة (س ، ص ، ع) في مجال مغناطيسي منتظم اعتماداً على الشكل احب عما يلي

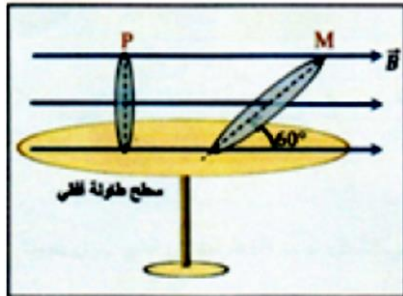


1 فسر انعدام التدفق المغناطيسي الذي يجتاز سطح الحلقة (س)

2 احسب نسبة التدفق المغناطيسي الذي يجتاز سطح الحلقة (ص) إلى التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الحلقة (ع)

$$\Phi_B = 2$$

س7 في الشكل المجاور إذا كانت مساحة سطح الحلقة (M) مثلي مساحة سطح الحلقة (P) ، أوجد مبيناً خطوات الحل



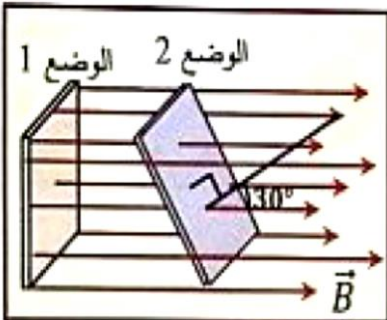
• نسبة التدفق الذي يجتاز سطح الحلقة (M) إلى التدفق الذي يجتاز سطح الحلقة (P)

$$\Phi_B = 1.73$$

س8 وضعت صفيحة معدنية في مجال مغناطيسي منتظم بحيث يعامد اتجاهه مستوى الصفيحة كما في الوضع (1) في

الشكل المجاور ، فكان التدفق المغناطيسي الذي يجتاز سطحها $(4.0 \times 10^{-5} Wb)$ ، إذا أميلت الصفيحة عن وضعها لتصبح

كما الوضع (2) . احسب مقدار التدفق المغناطيسي الذي يجتاز السطح في هذه الحالة



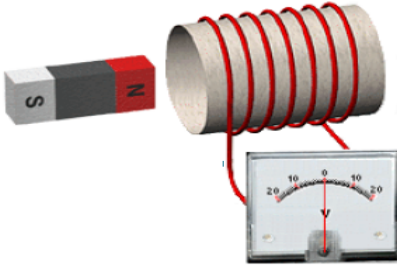
$$\Phi_B = 3.46 \times 10^{-5} Wb$$

قانون فاراداي للحث: بدلالة التدفق المغناطيسي

* تمت صياغة قانون فاراداي للحث كمياً بدلالة التدفق المغناطيسي ، ومن ثم يتم التعبير عن قانون فاراداي للحث بالمعادلة

قانون فاراداي

$$\Delta V_{ind} = -N \frac{d\Phi_B}{dt}$$



* شرط تولد القوة الدافعة المستحثة في الملف : تغير التدفق في الملف .

ΔV_{ind} : فرق الجهد المستحث N : عدد اللفات dt : زمن التغير

- الإشارة السالبة في القانون تعني أن فرق الجهد المستحث يولد تياراً مستحث يميل مجاله المغناطيسي إلى مقاومة التغير في التدفق (قانون لنز)

طرق تغيير التدفق :

(1) تغيير المجال المغناطيسي (تقريب وإبعاد)

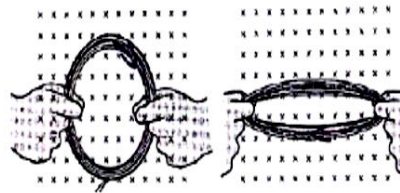


$$\Delta \Phi = A(\Delta B) \cos \theta$$

$$\Delta V_{ind} = -A \cos \theta \frac{dB}{dt}$$

(A , θ) ثابتان

(2) تغيير مساحة الملف

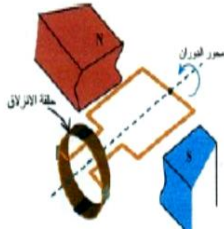


$$\Delta \Phi = (\Delta A) B \cos \theta$$

$$\Delta V_{ind} = -B \cos \theta \frac{dA}{dt}$$

(B , θ) ثابتان

(3) تغيير الزاوية (دوران الملف أو المغناطيس)



$$\Delta \Phi = AB(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)$$

$$\Delta V_{ind} = \omega AB \sin \theta$$

(A , B) ثابتان

س (9) ملف مستطيل يحوي (240) لفة ومساحته ($1.2 \times 10^{-3} m^2$) وضع في مجال مغناطيسي منتظم شدته ($0.4 T$) بحيث يكون مستواه عمودي على المجال . احسب متوسط القوة المحركة المستحثة ΔV_{ind} في الملف في الحالات التالية :

$$\Delta V_{ind} = 0.46 V$$

① إذا انعكس المجال المغناطيسي في الملف خلال (0.5 S)

$$\Delta V_{ind} = 0.23 V$$

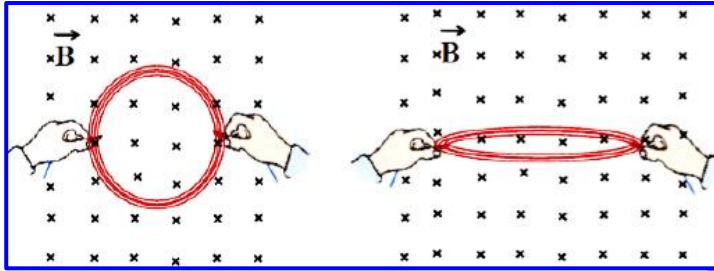
② إذا سحب (إخراج) الملف من المجال المغناطيسي خلال (0.5 S)

س10 ملف فيه (500) لفة مساحة كل منها (0.01 m^2) يدار في مجال مغناطيسي منتظم في وضع يكون فيه سطح الملف عمودياً على خطوط المجال إلى وضع يكون فيه سطح الملف موازياً لخطوط المجال خلال (0.2 s) .

$$B = 0.08 \text{ T}$$

• احسب شدة المجال المغناطيسي إذا كان متوسط فرق الجهد المستحث في الملف يساوي (2.0 V)

س11 يظهر الشكل ملف دائري عدد لفاته (10) ومساحة وجه كل منها (0.5 m^2) ويجتازه عمودياً على سطحه مجال مغناطيسي شدته (0.4 T) إذا تم سحب الملف من طرفيه لتقل مساحة وجهه إلى (0.125 m^2) خلال (0.4 s) .



• احسب متوسط فرق الجهد المستحث في الملف

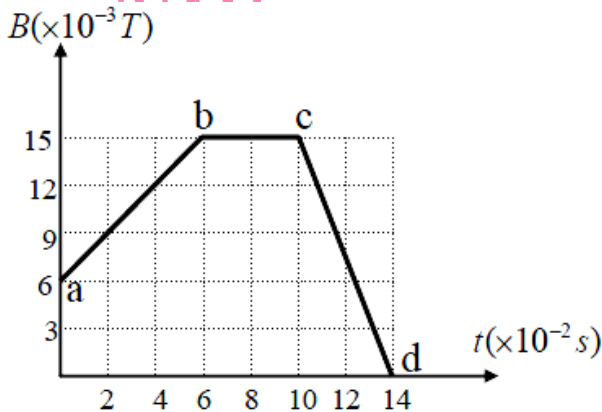
$$\Delta V_{ind} = 3.75 \text{ V}$$

س12 وضع ملف مستطيل عدد لفاته (20) وطوله (0.2 m) وعرضه (0.15 m) بحيث يكون مستواه عمودي على اتجاه مجال مغناطيسي ، إذا انخفضت شدة المجال في الملف بمعدل (5 T/s) احسب متوسط القوة المحركة المستحثة في الملف

$$\Delta V_{ind} = 3.0 \text{ V}$$

س13 ملف مساحته (0.04 m^2) وعدد لفاته (150) لفة ومستواه يعامد مجال مغناطيسي متغير وفق الخط البياني الموضح

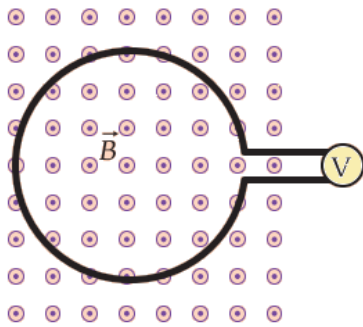
في الشكل . احسب متوسط القوة المحركة المستحثة في الملف في كل مرحلة من مراحل التغير ؟ $\Delta V_{ind} = -0.9 \text{ V}, 0 \text{ V}, 2.25 \text{ V}$



* طرائق حث تيار كهربائي في دائرة مغلقة :

الوصف	قبل	بعد
إدخال حلقة فلزية إلى منطقة يؤثر فيها مجال مغناطيسي (تحريك الحلقة أو المغناطيس)		
إخراج حلقة فلزية إلى منطقة يؤثر فيها مجال مغناطيسي (تحريك الحلقة أو المغناطيس)		
تدوير حلقة فلزية في مجال مغناطيسي (تغيير الزاوية بين العمودي على سطح الحلقة والمجال)		
تغيير مقدار شدة المجال المغناطيسي		

سؤال الاختبار الذاتي 9.1



في الشكل المجاور حلقة موصلة دائرية متعامدة مع مجال مغناطيسي مقداره ($B = 0.5 \text{ T}$).

فإذا انخفض المجال بمعدل ثابت إلى أن ينعدم خلال زمن ($t = 0.25 \text{ s}$) وكان فرق الجهد

$r = 0.44 \text{ m}$

المستحث في الحلقة $\Delta V_{ind} = 1.24 \text{ V}$. احسب نصف قطر الحلقة ؟

مثال 9.1 فرق الجهد المستحث بواسطة مجال مغناطيسي متغير :

يتدفق تيار يبلغ (600 mA) في ملف لولبي نموذجي . ينتج عنه مجالاً مغناطيسياً يبلغ (0.025 T) ثم يزيد التيار وفق المعادلة $i(t) = i_0\{1 + (2.4)t^2\}$ يوجد ملف دائري نصف قطره (3.4 cm) وعدد لفاته (200) لفة داخل الملف اللولبي .

- احسب فرق الجهد المستحث في الملف عندما يكون $t = 2.0 \text{ s}$ ؟

الحل :

بما أن التيار متغير وبالتالي ينتج الملف مجال مغناطيسي متغير أيضاً لأن المجال المغناطيسي يتناسب طردياً مع التيار وبالتالي يصبح المجال

$$B(t) = B_0\{1 + (2.4)t^2\}$$

لحساب فرق الجهد المستحث نستخدم العلاقة :

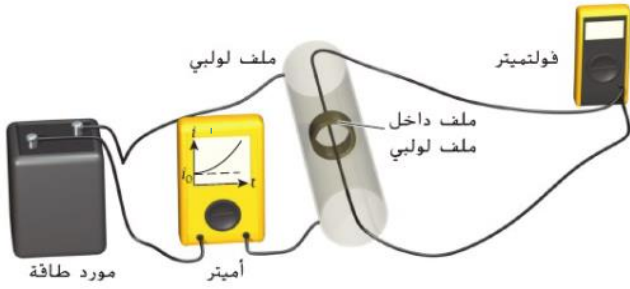
$$\Delta V_{ind} = -A \cos \theta \frac{dB}{dt}$$

$$= -A \cos \theta \frac{d}{dt} [B_0\{1 + (2.4)t^2\}]$$

$$= -AB_0 \cos \theta (2 \times 2.4)t$$

$$= -(0.73)(0.025) \cos(0)(4.8)(2) = -0.175 \text{ V}$$

$$A = N\pi(r^2) \text{ تذكر}$$



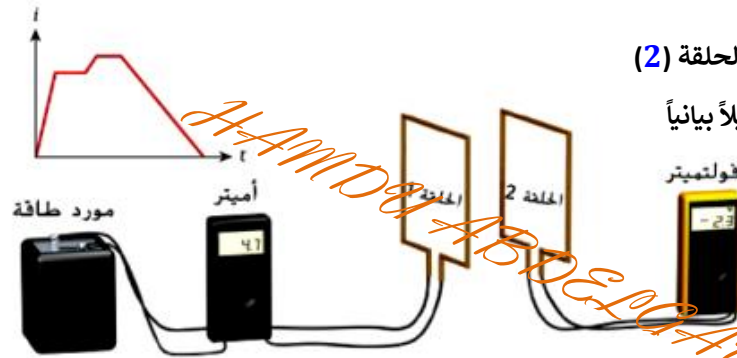
مراجعة المفاهيم 9.2

يتم توصيل مصدر للطاقة بالحلقة (1) وأميتر كما في الشكل والحلقة (2)

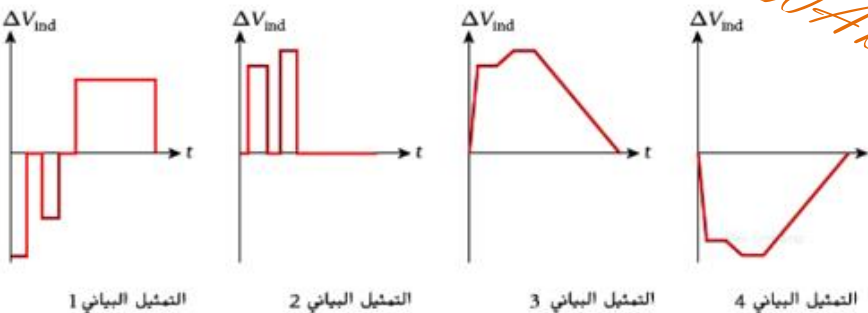
قريبة من الحلقة (1) ومتصلة بفولتميتر كما يوضح الشكل تمثيلاً بيانياً

للتيار (i) المتدفق عبر الحلقة (1) في صورة دالة للزمن (t) .

- أي تمثيل بياني يصف فرق الجهد المستحث في الحلقة (2)



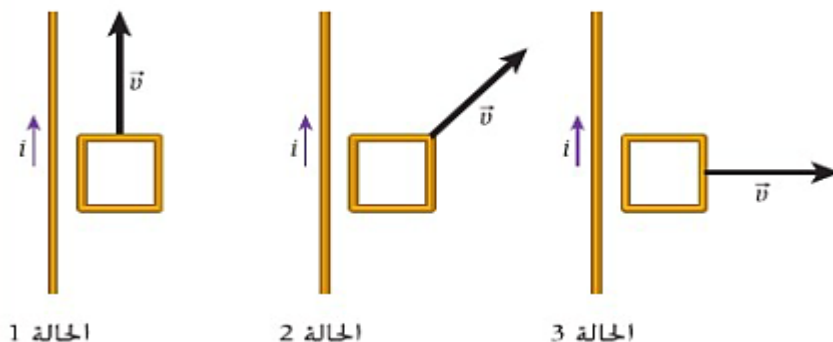
A	التمثيل البياني 1
B	التمثيل البياني 2
C	التمثيل البياني 3
D	التمثيل البياني 4



مراجعة المفاهيم 9.3

يحمل سلك طويل تياراً i كما يوضح الشكل ، وتتحرك حلقة مربعة الشكل في المستوى نفسه الذي يتحرك فيه السلك كما هو موضح .

- في أي من الحالات ستحتوي الحلقة على تيار مستحث ؟



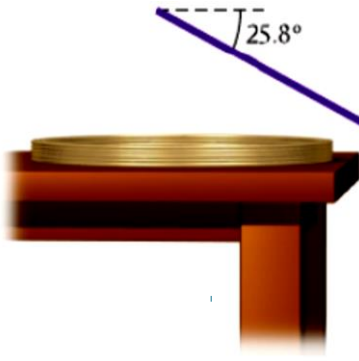
(A) الحالتان 1 و 2

(B) الحالتان 1 و 3

(C) الحالتان 2 و 3

(D) لن تحتوي أي من الحلقات على تيار مستحث .

(E) ستحتوي الحلقات كلها على تيار مستحث.



- س 9.28** يوضع ملف سلكي دائري يتكون من (20) لفة ونصف قطره (40.0 cm) في مسطح على سطح منضدة أفقية كما هو موضح في الشكل . يوجد مجال مغناطيسي منتظم يمتد فوق المنضدة بأكملها مقداره (5.0 T) متجهاً لأسفل بزاوية (25.8°) مع السطح الأفقي \vec{B}
- ما مقدار التدفق المغناطيسي المار عبر الملف ؟
- $\Phi_B = 21.88 \text{ Wb}$

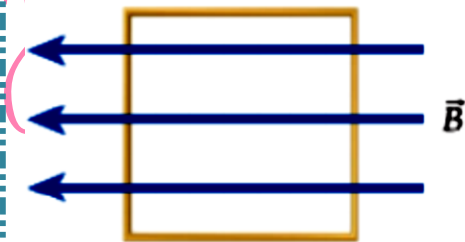
- س 9.29** عندما يتم إيقاف تشغيل مغناطيس في التصوير بالرنين المغناطيسي فجأة، يقال إن المغناطيس تم إخماده يمكن حدوث الإخماد في أقل من (20s) بفرض أنه تم إخماد مغناطيس ذو مجال ابتدائي مقداره (1.20 T) في زمن (20.0 s) والمجال النهائي صفراً
- كم يبلغ متوسط فرق الجهد المستحث حول حلقة توصيل نصف قطرها (1.0 cm) متعامدة على المجال ؟

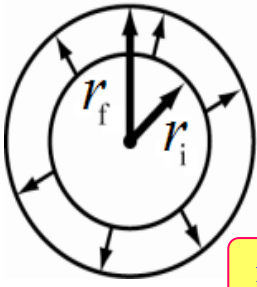
$$\Delta V_{ind} = 1.88 \times 10^{-5} \text{ V}$$

- س 9.30** يحتوي ملف مكون من (8) لفات على حلقات مربعة يبلغ طول ضلعها (0.20 m) ومقاومتها (3.0 Ω) بوضعها في مجال مغناطيسي يصنع زاوية قدرها (40) مع مستوى كل حلقة يختلف مقدار هذا المجال مع الوقت وفق المعادلة ($B = 1.50 t^3$)
- ما مقدار التيار المستحث في الملف عندما يكون ($t = 2.0 \text{ s}$)
- $i = 1.23 \text{ A}$

- س 9.31** حلقة معدنية مساحتها (0.100 m^2) موضوعة في وضع مسطح على الأرض . يوجد مجال مغناطيسي منتظم يشير نحو الغرب كما هو موضح في الشكل ، يبلغ المقدار الأولي لهذا المجال المغناطيسي (0.123 T) ينخفض بثبات ليصل إلى (0.075 T) خلال فترة تبلغ (0.579 s)

- أوجد فرق الجهد المستحث خلال هذه الفترة ؟



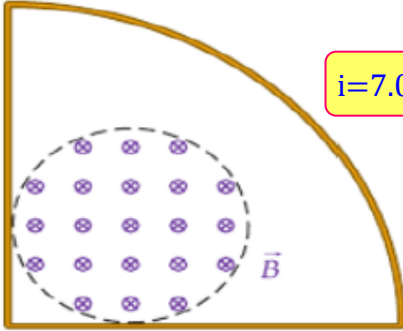


$\odot \vec{B}_{\text{earth}}$

$$i = -1.0 \times 10^{-7} \text{ A}$$

س 9.32 يحتوي جهاز مراقبة التنفس على حلقة مرنة من سلك نحاسي تلتف حول الصدر عندما يتنفس الشخص الذي يرتديها ، يزداد نصف قطر الحلقة ويقل عندما يتنفس شخص موجود في المجال المغناطيسي للأرض ($4.26 \times 10^{-5} \text{ T}$) **كم يبلغ** متوسط التيار المار في الحلقة بفرض أن مقاومتها تبلغ (30.0Ω) ويزداد نصف قطرها من (20.0 cm) إلى (25.0 cm) خلال زمن (1.0 s) **علماً بأن المجال المغناطيسي متعامد على مستوى الحلقة .**

س 9.35 حلقة التوصيل في ربع الدائرة الموضحة في الشكل المجاور لها نصف قطر يبلغ (10.0 cm) ومقاومة مقدارها (0.20Ω) شدة المجال المغناطيسي الأولي داخل الدائرة التي طول نصف قطرها (3.0 cm) يبلغ (2.0 T) ثم تنخفض شدة المجال المغناطيسي من (2.0 T) إلى (1.0 T) خلال (2.0 s) . **احسب** مقدار التيار المستحث في الحلقة ؟



$$i = 7.07 \text{ mA}$$

س 9.63 يتغير المجال المغناطيسي داخل الملف اللولبي الموضح في الشكل بمعدل (1.50 T/s) يحيط ملف توصيل مكون من (2000) لفة بالملف اللولبي ، كما هو موضح . يبلغ نصف قطر الملف اللولبي (4.0 cm) ونصف قطر الملف (7.0 cm) **• كم يبلغ فرق الجهد المستحث في الملف ؟**



$$\Delta V_{\text{ind}} = 7.54 \times 10^{-3} \text{ V}$$

س 14 حلقة فلزية مستطيلة الشكل طولها (5.0 cm) وعرضها (3.0 cm) يجتازها مجال مغناطيسي بوحدة (T) عمودياً على سطحها ويتغير مع الزمن وفق المعادلة $[B(t) = 6.0t^2]$ ما مقدار فرق الجهد المستحث في الحلقة عند (5.0 s)

$$\Delta V_{\text{ind}} = 0.09 \text{ V}$$

9.3 قانون لنز Lenz's Law

نص القانون :

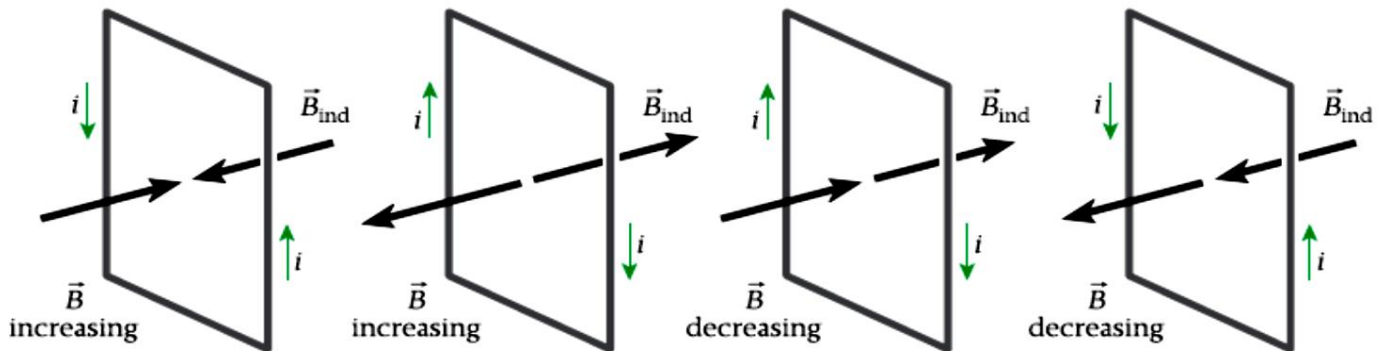
إن اتجاه التيار الحثي المتولد يكون اتجاهه دائماً بحيث **يقاوم التغير في المجال المغناطيسي** الذي كان سبباً في توليده .

الهدف منه : تحديد اتجاه التيار المستحث .

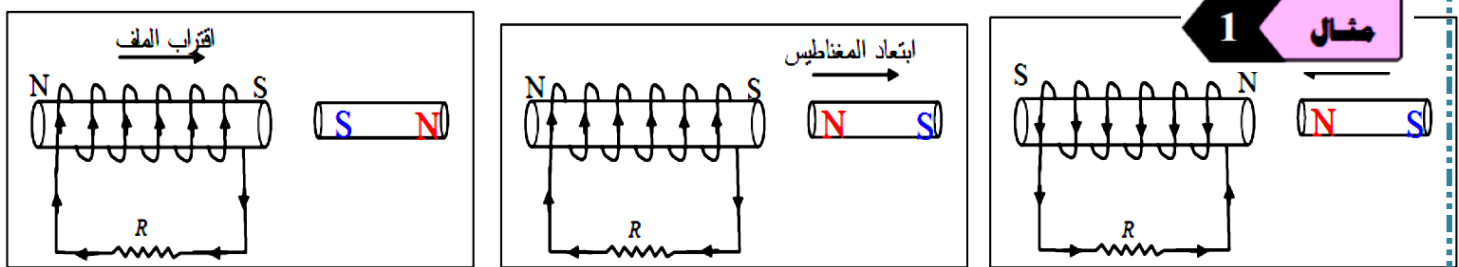
مبدأ الحل :

- * **عند زيادة التدفق :** تنشأ أقطاب **متشابهة** . (أو ينشأ مجال مغناطيسي **معاكس** للمجال الأصلي)
- * **عند نقصان التدفق :** تنشأ أقطاب **مختلفة** . (أو ينشأ مجال مغناطيسي **في نفس** اتجاه المجال الأصلي)
- * **عند بقاء التدفق ثابتاً :** لا يتولد تيار مستحث .

بعد معرفة الأقطاب المستحثة نطبق قاعدة قبضة اليد اليمنى



أمثلة محلولة على تحديد اتجاه التيار المستحث .



يوضح الشكل المقابل مغناطيس وملف . **أوجد اتجاه التيار الحثي** المتولد في الملف في الحالات التالية :

- 1 عند **تقريب** طرف المغناطيس **N** من الملف .
- 2 عند **إبعاد** طرف المغناطيس **N** عن الملف .

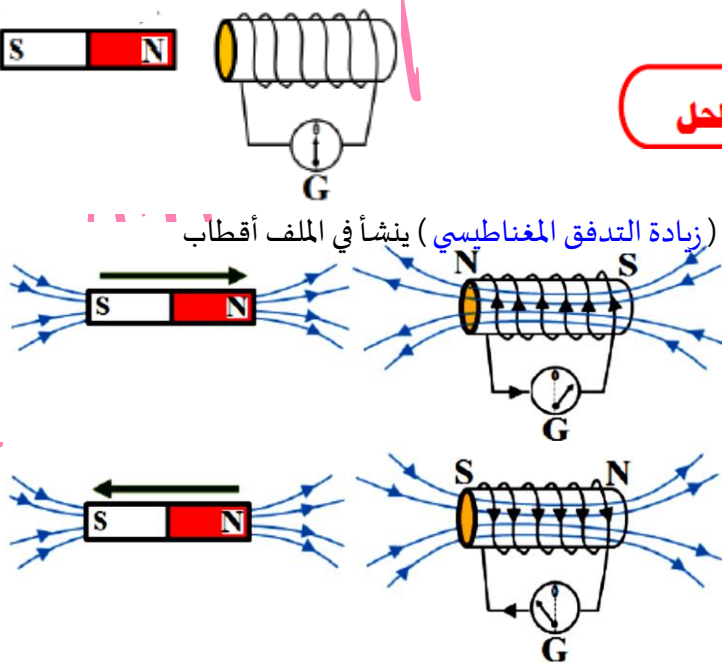
الحل

1- عند تقريب المغناطيس من الملف :

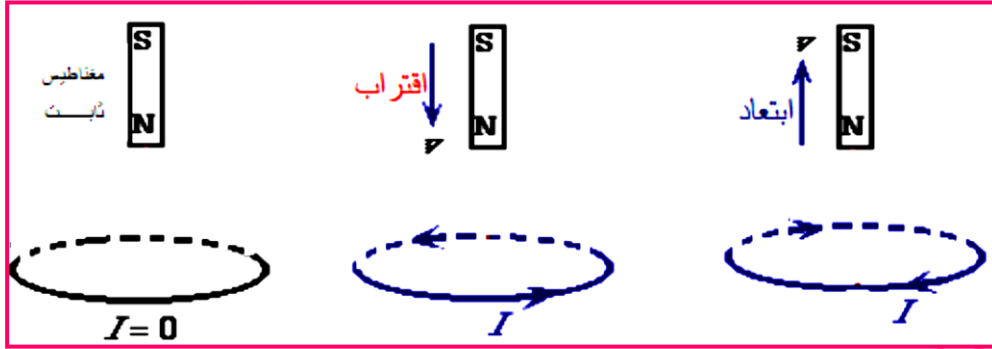
عند تقريب المغناطيس من الملف أو تقريب الملف من المغناطيس (زيادة التدفق المغناطيسي) ينشأ في الملف أقطاب **متشابهة** ويتولد في الملف مجال **معاكس** للمجال الأصلي

2- عند إبعاد المغناطيس عن الملف :

عند إبعاد المغناطيس عن الملف أو إبعاد الملف عن المغناطيس (نقصان التدفق المغناطيسي) ينشأ في الملف أقطاب **مختلفة** ويتولد في الملف مجال **بنفس** اتجاه المجال الأصلي



* أمثلة محلولة على تحديد اتجاه التيار المستحث في ملف دائري



AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

AD

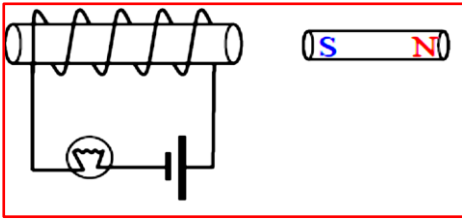
AD

AD

AD

AD

AD

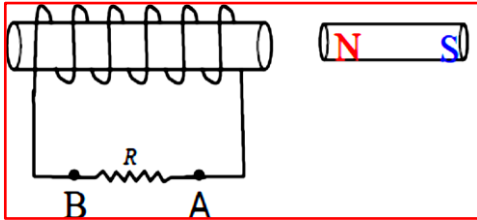


س 16 ما ذا يحدث لسطوع المصباح في الحالات التالية مع ذكر السبب :

(1) عند حركة المغناطيس باتجاه الملف بسرعة .

(2) عند حركة المغناطيس مبتعداً عن الملف بسرعة .

س 17 معتمداً على الشكل المجاور ، صف ثلاث طرائق مختلفة يمكنك بها توليد تيار مستحث في الملف

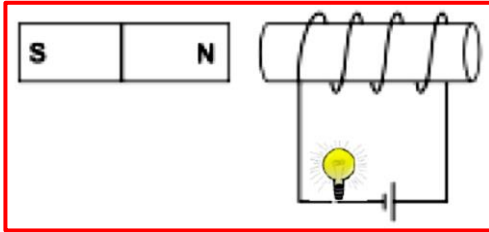


-1

-2

-3

س 18 في الدائرة المجاورة ما التغيرات التي تطرأ على إضاءة المصباح في الحالات التالية مع ذكر السبب :



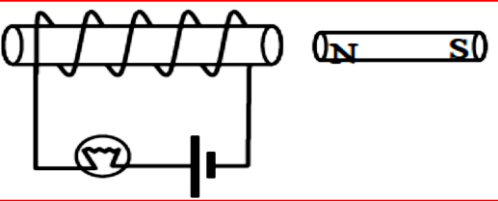
1- عند تقريب المغناطيس نحو الملف .

2- عند ابعاد المغناطيس عن الملف .

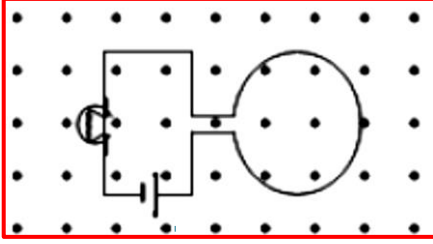
3- عندما يتحرك كل من المغناطيس والملف بنفس السرعة نحو اليسار

س 19 في الشكل المجاور عندما حرك المغناطيس لوحظ ازدياد شدة إضاءة المصباح لوهلة ثم عادت إلى ما كانت عليه

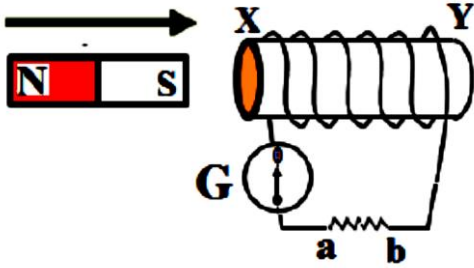
- هل كانت حركة المغناطيس مقتربة من الملف أم مبتعدة عنه ؟ فسر إجابتك .



س 20) حلقة دائرية موصلة قابلة للاتساع والتضييق تتصل بمصباح كهربائي وضعت داخل مجال مغناطيسي كما في الشكل



- صف ما يحدث لسطوع المصباح عند تضيق الحلقة ؟ **فسر إجابتك** .



س 21) يوضح الشكل المجاور حركة مغناطيس مقتربا من ملف . **أجب عما يلي** :

① ما نوع الأقطاب المتكونة على طرفي الملف .

X

Y

② حدد اتجاه التيار الحثي المتولد في المقاومة . ما **اسم** القاعدة المستخدمة ؟

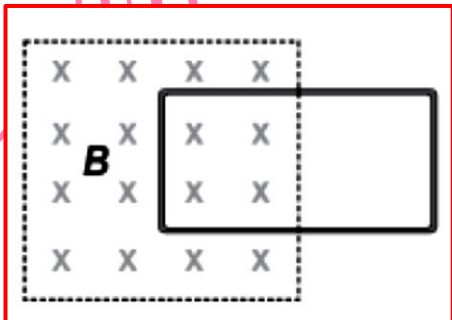
③ ما ذا يحدث **لأنحراف** مؤشر الجلفانومتر في الحالات التالية :

أ- زيادة سرعة حركة المغناطيس :

ب- وضع قالب حديدي داخل الملف :

④ حدد اتجاه التيار الحثي المتولد في المقاومة عندما يتحرك المغناطيس مبتعداً عن الملف ؟ **فسر إجابتك** .

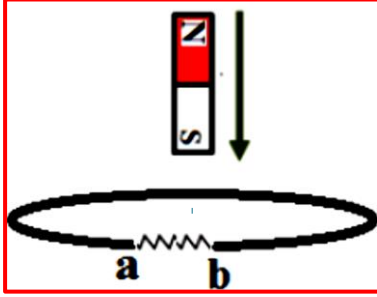
س 22) في الشكل المجاور **حدد اتجاه التيار الحثي** المتولد في الحلقة في الحالات التالية . مع ذكر السبب؟



1- لحظة سحب الحلقة لليمين بسرعة ثابتة .

2- عند زيادة شدة المجال المغناطيسي .

س 23 في الشكل المقابل أسقط مغناطيس فوق حلقة من السلك (ملف دائري) وقطبه الجنوبي للأسفل .



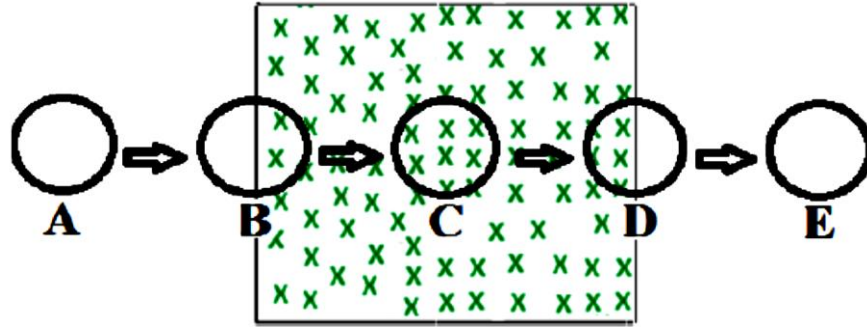
- حدد اتجاه التيار الحثي في المقاومة في الحالتين التاليتين مع ذكر السبب :

أ- عندما كان المغناطيس ساقطاً نحو الحلقة :

ب- بعد أن مر المغناطيس من الحلقة وتحرك بعيداً عنها :

س 24 حلقة دائرية من مادة موصلة تدخل تدريجياً في منطقة مجال مغناطيسي منتظم كما يبين الشكل .

- حدد اتجاه التيار الحثي المتولد في كل حالة مع بيان السبب



: A

السبب :

: B

السبب :

: C

السبب :

: D

السبب :

: E

السبب :

* التيارات الدوامية

- هي تيارات حثية تتولد عندما تتحرك قطعة فلزية داخل مجال مغناطيسي ثابت أو إذا وضعت القطعة داخل مجال مغناطيسي متغير (وتسير في مسارات دائرية كالدوامة)

- تكون التيارات الدوامية كبيرة كلما كان مساحة مقطع القطعة الفلزية كبيرة لأن مقاومتها تكون صغيرة.

• فوائد التيارات الدوامية :

يمكن استغلال الطاقة الحرارية الكبيرة المتولدة عن التيارات الدوامية في صناعة (أفران الحث) .

يمكن استغلال التيارات الدوامية في مكابح عجلات القطارات .

• أضرار التيارات الدوامية :

يتحول جزء من الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية وبالتالي قد تنصهر المادة العازلة للأسلاك الملف فتتلامس .

• للتقليل من اثر التيارات الدوامية في القالب الحديدي لبعض الأجهزة الكهربائية :

أ- يصنع القالب الحديدي على شكل صفائح رقيقة ومعزولة لزيادة مقاومتها فتقل شدة التيارات الدوامية وتقل الطاقة الكهربائية المفقودة على شكل حرارة .

ب- توضع الصفائح بشكل موازي لخطوط المجال المغناطيسي حتى لا تقطعها فتقل شدة التيارات الدوامية

* جهاز كشف الفلزات

استخداماته :

1- في المطارات للكشف عن المعادن .

2- التحكم في إشارات المرور .

الظاهرة أو المبدأ الفيزيائي الذي يعتمد عليها :

ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي أو الحث النبضي .

مكوناته :

1- ملف إرسال

2- ملف استقبال

فكرة العمل :

يتم تمرير تيار متردد في ملف الإرسال الذي ينتج مجالاً مغناطيسياً متغيراً (قيم موجبة وسالبة) فعند زيادة المجال المغناطيسي أو انخفاضه فإنه يستحث تياراً في ملف الاستقبال يميل إلى مقاومة التغير في التدفق المغناطيسي الناتج عن ملف الإرسال .

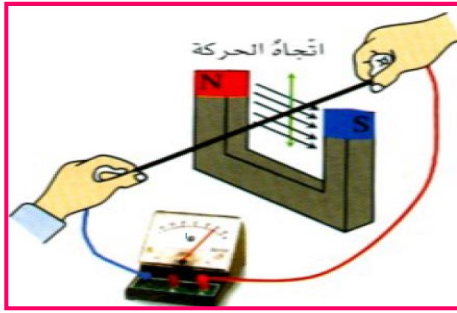
- يقاس التيار المستحث في ملف الاستقبال عندما لا يوجد إلا الهواء بين الملفين .

- إذا كان الموصل على شكل جسم فلزي يمر بين ملفي الاستقبال والإرسال فسيستحث تيار في الجسم الفلزي على شكل تيارات دوامية . تعمل هذه التيارات على مقاومة الزيادة والانخفاض في المجال المغناطيسي المتغير الناتج عن ملف الإرسال .

- يقوم المجال المتغير في ملف الإرسال بحث تياراً في ملف الاستقبال يميل إلى مقاومة الزيادة في التيار المار في الفلز .

- التيار المقيس في ملف الاستقبال سيكون اقل عند وجود اي جسم فلزي بين الملفين .

* فرق الجهد المستحث المؤثر في سلك مستقيم متحرك داخل مجال مغناطيسي :



((القوة المحركة المستحثة في سلك مستقيم))

* **شرط تولدها :** أن يتحرك السلك ويقطع خطوط المجال المغناطيسي .

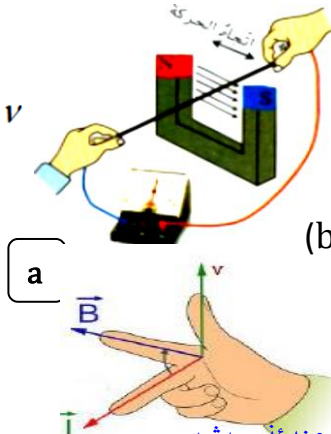
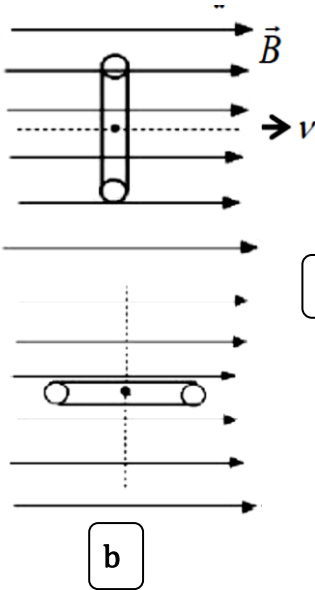
* القوة المستحثة في سلك مستقيم تحسب بالعلاقة التالية :

$$\Delta V_{ind} = Blv \sin \theta$$

v : سرعة السلك l : طول السلك θ : الزاوية بين المجال ومحور السلك

* تكون (ΔV_{ind}) قيمة **عظمى** عندما يكون السلك **يعامد** المجال ويتحرك باتجاه **عمودي** على المجال .

* حالات لا تتولد فيها قوة محركة مستحثة في السلك المستقيم :



① السلك ساكن

② السلك يتحرك موازياً لخطوط المجال كما في الشكل (a)

③ محور السلك يوازي المجال ويتحرك في أي اتجاه كما في الشكل (b)

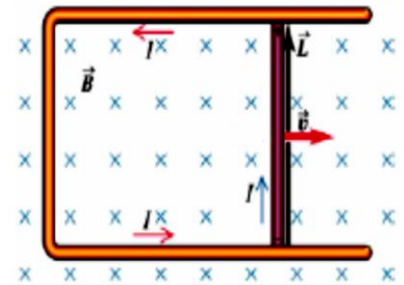
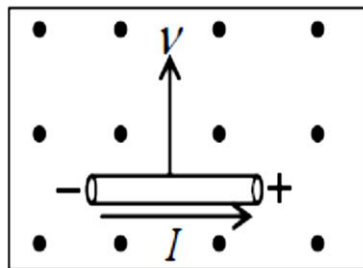
④ الدائرة الكهربائية مفتوحة

* يعمل السلك كبطارية وتحدد أقطابه بقاعدة **أصابع اليد اليمنى**

(حيث الإبهام يشير إلى اتجاه حركة السلك بينما الأصابع تشير لاتجاه المجال عندئذ سيشير

العمودي على باطن الكف نحو الخارج لاتجاه التيار الاصطلاحي)

* داخل السلك اتجاه التيار من القطب **السالب** إلى القطب **الموجب** مثل البطارية .

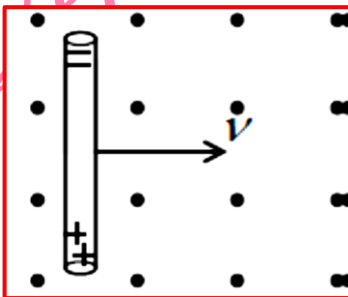


* تفسير تولد (ΔV_{ind}) في السلك :

عند حركة السلك عمودياً على المجال فإن الإلكترونات الحرة بداخله تتأثر بقوة مغناطيسية تعمل على تجميعها عند الطرف

العلوي للموصل (حسب قاعدة أصابع اليد اليمنى) بينما تتجمع الأيونات الموجبة عند

الطرف السفلي . ينتج عن هذا التجمع فرق جهد (القوة المحركة المستحثة)

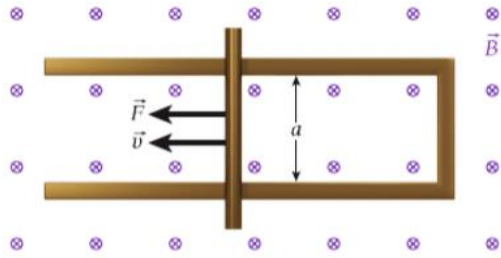


مثال 9.3

أطلق المكوك الفضائي كولومبيا قمراً صناعياً مربوطاً بسلك يمتد مسافة (20 km) تم توجيه السلك عمودياً على المجال المغناطيسي لكوكب الأرض عند تلك النقطة وبلغ مقدار المجال ($B = 5.1 \times 10^{-5} T$) كان المكوك يسافر بسرعة (7.6 km/s) كم يبلغ فرق الجهد المستحث بين طرفي السلك ؟

$$\Delta V_{ind} = 7.8 \text{ kV}$$

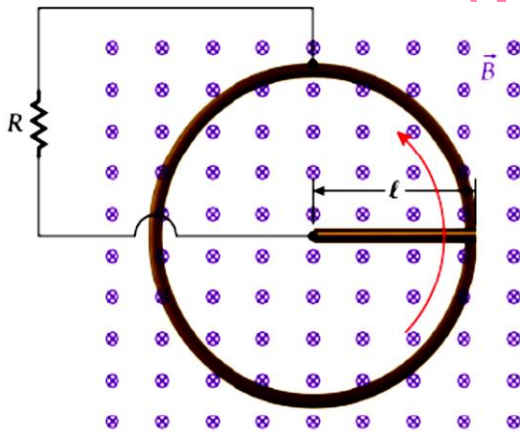
مثال 9.4



$$\Delta V_{ind} = 1.25 \text{ V}$$

سحب موصل مستقيم أفقياً بقوة ثابتة مقدارها ($F = 5.0 N$) على طول مجرى يتكون من سلك على شكل حرف U ويبعد طرفا السلك عن بعضهما مسافة ($a = 0.50 m$) ولا يحدث أي احتكاك بين الموصل والمجرى . يتجه مجال مغناطيسي منتظم مقداره ($B = 0.50 T$) لداخل الصفحة ويتحرك الموصل بسرعة ثابتة ($v = 5.0 m/s$) . أوجد مقدار فرق الجهد المستحث في الدائرة التي يشكلها الموصل والمجرى خلال حركة الموصل

مسألة محلولة 9.1



ساق موصل طوله ($\ell = 8.17 \text{ cm}$) يدور حول أحد طرفيه داخل مجال مغناطيسي منتظم مقداره ($B = 1.53 T$) وفي اتجاه موازي لمحور دوران الساق بينما ينزلق الطرف الآخر للساق على حلقة موصلة عديمة الاحتكاك يصنع الساق (6.0) دورة في الثانية تم توصيل مقاوم ($R = 1.63 m\Omega$) بين الساق الدوار وحلقة التوصيل .

أوجد مقدار القدرة المبذولة في المقاوم بسبب الحث المغناطيسي ؟

(الحل)

$$T = \frac{1}{f} \text{ الزمن الدوري يساوي مقلوب التردد}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \frac{l}{2}}{T} = \frac{2\pi \left(\frac{0.0817}{2}\right)}{\frac{1}{6}} = 1.54 \text{ m/s}$$

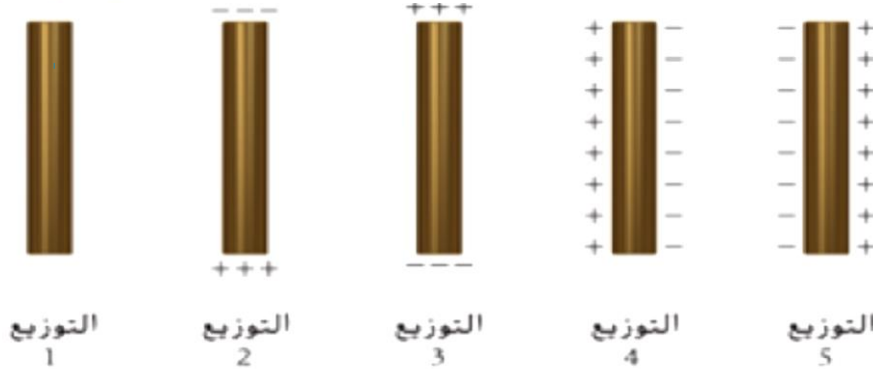
$$V_{ind} = Blv \sin \theta = (1.53)(0.0817)(1.54) = 0.193 \text{ V}$$

$$P = \frac{V_{ind}^2}{R} = \frac{(0.193^2)}{1.63 \times 10^{-3}} = 22.9 \text{ W}$$

مراجعة المفاهيم 9.4

يتحرك عمود معدني بسرعة متجهة ثابتة (v) في مجال مغناطيسي منتظم متجه إلى داخل الصفحة كما في الشكل .

- أي مما يلي يمثل توزيع الشحنة على سطح الساق الفلزي بأدق صورة ؟



(a) التوزيع 1

(b) التوزيع 2

(c) التوزيع 3

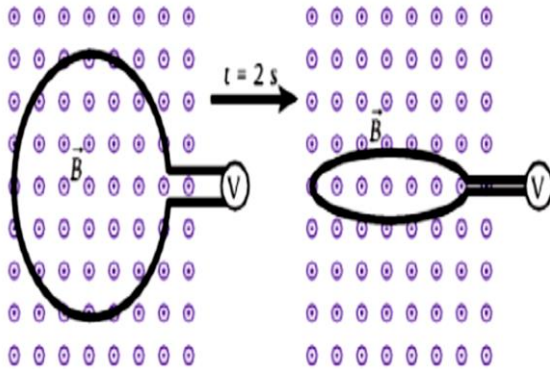
(d) التوزيع 4

(e) التوزيع 5

مراجعة المفاهيم 9.5

توضع حلقة سلكية في مجال مغناطيسي منتظم وخلال فترة زمنية قدرها (2.0 s) تنقلص الحلقة .

- أي عبارة مما يلي تعد صحيحة فيما يتعلق بفرق الجهد المستحث ؟



(a) سيكون هناك فرق جهد مستحث في الحلقة .

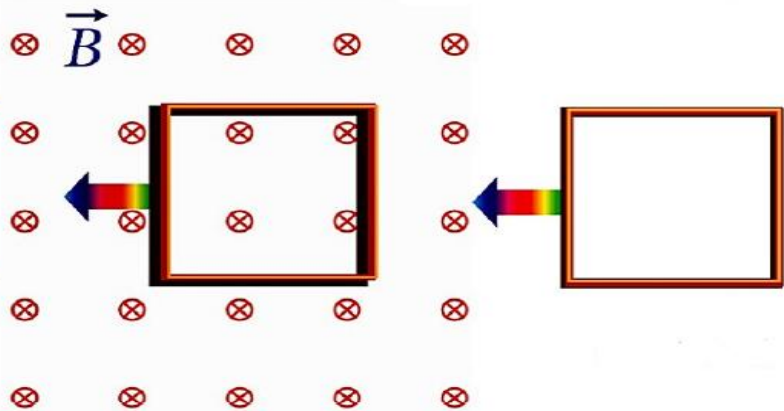
(b) لا يوجد فرق جهد مستحث لأن الحلقة تغير حجمها على طول محور واحد دون المحور الآخر .

(c) لا يوجد فرق جهد مستحث لأن الحلقة تنقلص

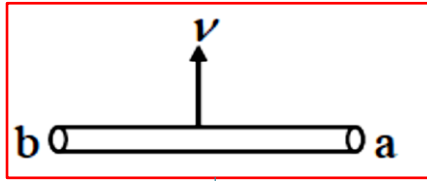
(d) لا يوجد فرق جهد مستحث لأن الحلقة ليست مغلقة

سؤال الاختبار الذاتي 9.2

تم تحريك حلقة توصيل سلكية مربعة مقاومتها صغيرة جداً بسرعة ثابتة من منطقة خالية من المجال المغناطيسي مروراً بالمجال ثم إلى منطقة خالية من المجال . حدد اتجاه التيار المستحث لحظة دخول الحلقة ولحظة خروجها من المجال ؟



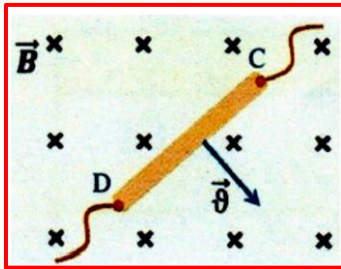
س25) يبين الشكل المجاور سلكاً موصلاً (ab) يعامد المجال المغناطيسي وطوله (0.2 m) يتم تحريكه بسرعة ثابتة (40 m/s) عمودياً على مجال مغناطيسي منتظم فتتولد فيه قوة محرّكة مستحثة (0.4 V) بحيث يكون جهد الطرف (b) أعلى من جهد الطرف (a)



$$B = 0.05 \text{ T}$$

- 1- حدد على الرسم اتجاه المجال المغناطيسي .
- 2- احسب مقدار المجال المغناطيسي المؤثر على السلك .

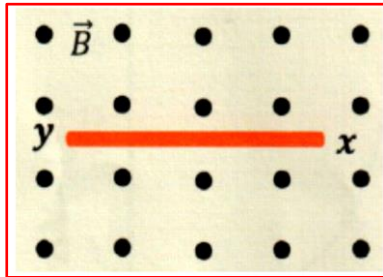
س26) يحرك السلك المستقيم (CD) بسرعة ثابتة مقدارها (2.5 m/s) في مجال مغناطيسي منتظم شدته (0.2 T) كما في الشكل إذا كان طول السلك (0.2 m) .



$$\Delta V_{ind} = 0.1 \text{ V}$$

- احسب مقدار فرق الجهد المستحث بين طرفي السلك ؟ وحدد قطبيته

س27) يظهر الشكل المجاور سلك مستقيم (x-y) عند تحريك السلك تولد بين طرفيه فرق جهد بحيث كان جهد الطرف (x) أعلى من جهد الطرف (y)



- 1- نحو أي جهة تم تحريك السلك .
- 2- اكتب العوامل التي يعتمد عليها مقدار فرق الجهد المتولد بين طرفي السلك .

س28) موصل مستقيم طوله (0.20 m) وضع بشكل عمودي على مجال مغناطيسي منتظم مقداره (0.45 T) إذا تم تحريكه للأعلى

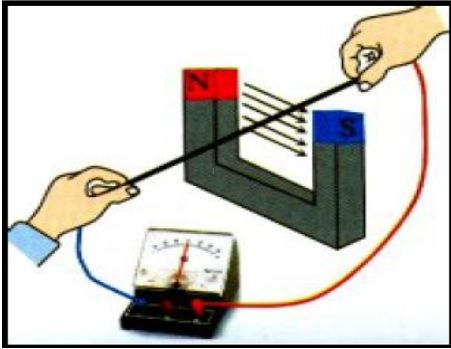


$$v = 15.0 \text{ m/s}$$

كما هو موضح بالشكل المجاور . أجب عما يلي :

- 1- حدد اتجاه التيار المستحث في السلك على الرسم .
- 2- احسب مقدار السرعة التي يجب تحريك السلك بها لكي تتولد قوة محرّكة مستحثة مقدارها (1.35 V)

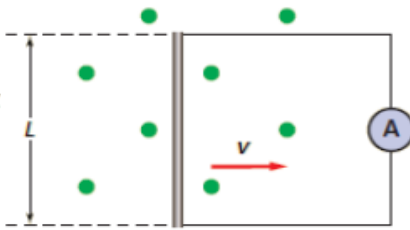
س29) الرسم المجاور يبين سلكاً فلزياً مستقيماً بين قطبي مغناطيس قوي ويتصل طرفاه بجلفانوميتر عندما نحرك السلك إلى الأسفل نلاحظ انحراف مؤشر الجلفانوميتر دلالة على تولد قوة محركة كهربائية مستحثة في السلك



- 1- حدد على الرسم اتجاه التيار المستحث في الدائرة .
- 2- اذكر حالتين يتم فيها تحريك السلك لكن لا يتولد فيها تيار مستحث .

س30) سلك مستقيم طوله (0.2m) يتحرك بسرعة ثابتة مقدارها (6.0 m/s) عمودياً على مجال مغناطيسي شدته (0.08 T)

- 1- ما مقدار القوة المحركة الكهربائية الحثية المتولدة في السلك ؟ $\Delta V_{ind} = 0.096 V$ عمودياً على الصفحة للخارج B

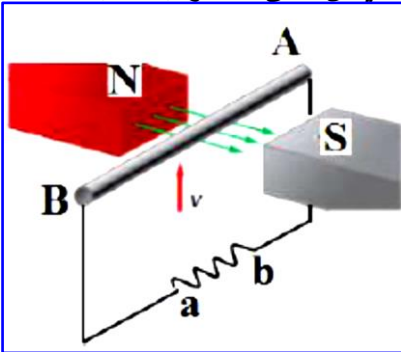


- 2- إذا كان السلك جزءاً من دائرة مقاومتها (0.5Ω) ما مقدار التيار المار في السلك

$$i = 0.192 A$$

- 3- حدد على الرسم اتجاه التيار المار في الموصل ؟

س31) سلك مستقيم طوله (0.5m) يتحرك لأعلى بسرعة مقدارها (20 m/s) داخل مجال مغناطيسي أفقي مقدار (0.4T)



$$\Delta V_{ind} = 4.0 V$$

- 1- ما مقدار القوة المحركة الكهربائية الحثية المتولدة في السلك ؟

- 2- إذا كان السلك جزءاً من دائرة مقاومتها (6.0Ω) ما مقدار التيار المار في السلك

$$i = 0.67 A$$

- 3- حدد اتجاه التيار الحثي المتولد في السلك . ما اسم القاعدة التي استخدمتها

- 4- حدد قطبية السلك

..... B A

- 5- حدد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في التيار الحثي المتولد . ما اسم القاعدة التي استخدمتها ؟

س9.36) تحلق طائرة أسرع من الصوت يبلغ طول الجناح (10.0 m) فوق القطب المغناطيسي الشمالي (في مجال مغناطيسي مقداره (0.500 G) موجه عمودياً على الأرض بسرعة تبلغ ثلاث أضعاف سرعة الصوت **علماً بأن** $v_{\text{الصوت}} = 340 \text{ m/s}$

$$\Delta V_{\text{ind}} = 0.51 \text{ V}$$

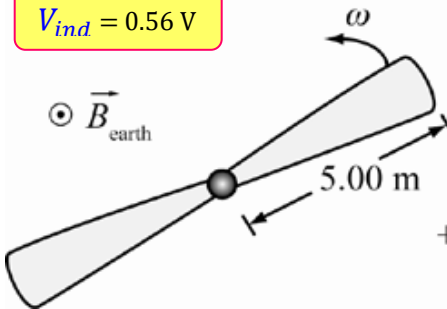
- كم يبلغ فرق الجهد المستحث بين طرفي الجناح ؟

س9.37) تحوم طائرة مروحية فوق القطب المغناطيسي الشمالي في مجال مغناطيسي مقداره (0.426 G) وموجه عمودياً على الأرض

يبلغ طول مراوح الطائرة المصنوعة من الألمنيوم (10.0 m) وتدور حول المحور بسرعة دوران محوري تبلغ ($\omega = 1.0 \times 10^4 \text{ rpm}$)

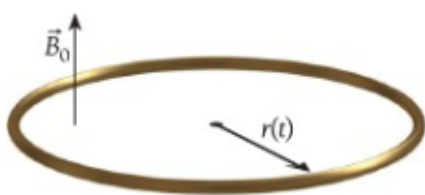
$$V_{\text{ind}} = 0.56 \text{ V}$$

• كم يبلغ فرق الجهد المستحث من المحور إلى نهاية المروحة ؟ **علماً بأن** $v = r\omega$



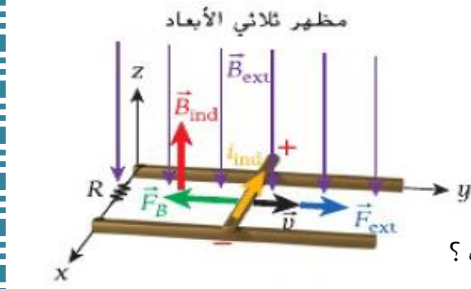
س9.38) تتوسع حلقة توصيل دائرية مرنة بمعدل ثابت بمرور الزمن بحيث يحدد نصف قطرها بواسطة المعادلة التالية

($r(t) = r_0 + vt$) حيث ($v = 0.0150 \text{ m/s}$ ، $r = 0.100 \text{ m}$) الحلقة لها مقاومة ثابتة مقدارها ($R = 12.0 \Omega$) وتوضع في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (0.750 T) عمودياً على مستوى الحلقة .



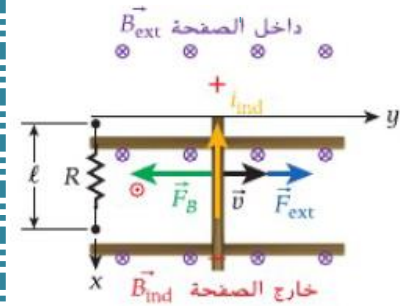
$$i = 1.03 \text{ mA}$$

- احسب مقدار التيار المستحث عند $t = 5.0 \text{ s}$ وحدد اتجاهه ؟



س 9.40 تم توصيل ساقين موصلين متوازيين المسافة بينهما (l) بمقاومة (R) كما بالشكل، يوضع الساقان في مجال مغناطيسي منتظم (\vec{B}_{ext}). متعامد على الساقين، ينزلق عمود توصيل دون احتكاك على الساقين بسرعة متجهة ثابتة (\vec{v}).

(a) باستخدام قانون فاراداي للحث . احسب مقدار فرق الجهد المستحث في العمود المتحرك ؟



(b) احسب مقدار التيار المستحث ؟

(c) احسب مقدار القوة الخارجية (\vec{F}_{ext}) اللازمة لتحرك عمود التوصيل بسرعة ثابتة ؟

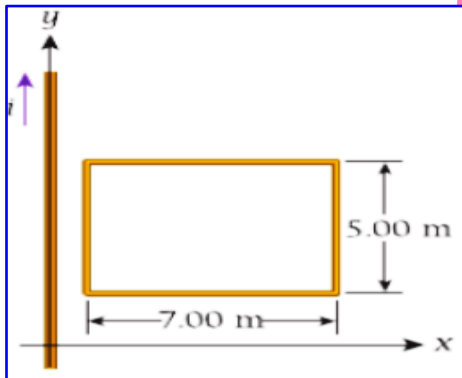
(d) احسب مقدار الشغل المبذول (W_{ext}) والقدرة المولدة (P_{ext}) بواسطة القوة الخارجية في العمود المتحرك ؟

(e) احسب القدرة المبذولة بفعل (P_R) وما العلاقة بينها وبين القدرة المولدة (P_{ext}) ؟

س 9.41 سلك يحمل تيار في اتجاه (y) الموجب ويتغير وفق المعادلة ($i = 2.0A + (0.300 \frac{A}{s})t$)، توجد حلقة كما بالشكل وتبعد عن السلك مسافة ($1.0m$) إذا كان طول الحلقة ($l = 7.0m$) وعرضها ($w = 5.0m$) .

• كم يبلغ فرق الجهد المستحث في الحلقة السلكية عند ($t = 10.0s$)

$$V_{ind} = 6.24 \times 10^{-7} V$$



9.4 المولدات والمحركات Generators and Motors

* **المحرك الكهربائي:** هو جهاز يحول الطاقة **الكهربائية** إلى طاقة ميكانيكية.

* **المولد الكهربائي:** هو جهاز يحول الطاقة **الميكانيكية** إلى طاقة **كهربائية**.

* تعتبر المولدات والمحركات تطبيق على **الحث الكهرومغناطيسي** أجزاءه:

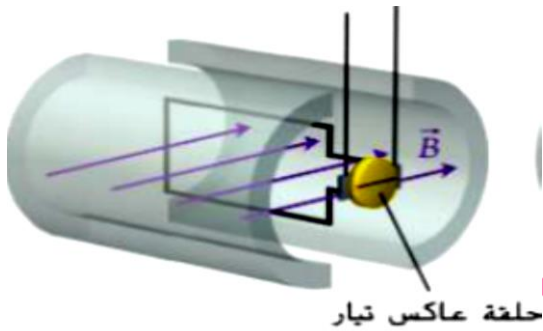
- 1- ملف
- 2- مغناطيس دائم
- 3- حلقتا انزلاق (فلزيتان)
- 4- فرشتا جرافيت

* **مبدأ العمل:**

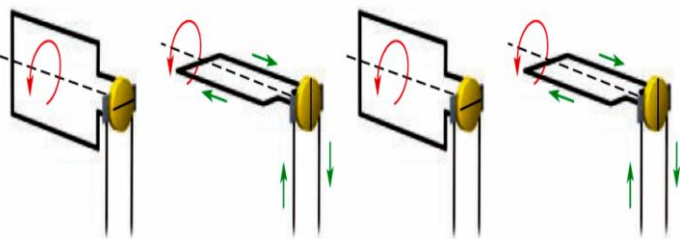
عند دوران الملف أو المغناطيس تتغير الزاوية فيتغير التدفق فيتولد فرق جهد مستحث في الملف .

* **أنواع المولدات الكهربائية**

ب- مولد تيار مستمر (DC)

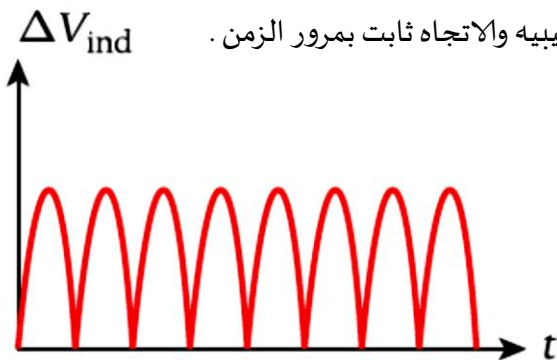


- يحتوي على حلقة واحدة نصف دائرية (عاكس التيار)



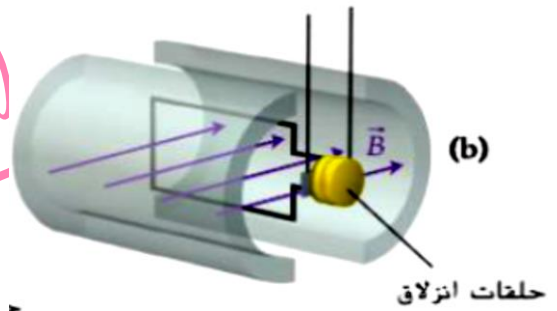
- التيار الناتج يسمى **تيار مستمر نبضي** وهو تيار تتغير شدته

كدالة جيبيه والاتجاه ثابت بمرور الزمن .

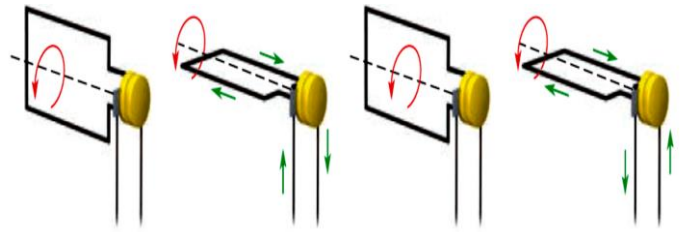


وظيفة **عاكس التيار**: المحافظة على اتجاه ثابت للتيار .

أ- مولد تيار متردد (AC)

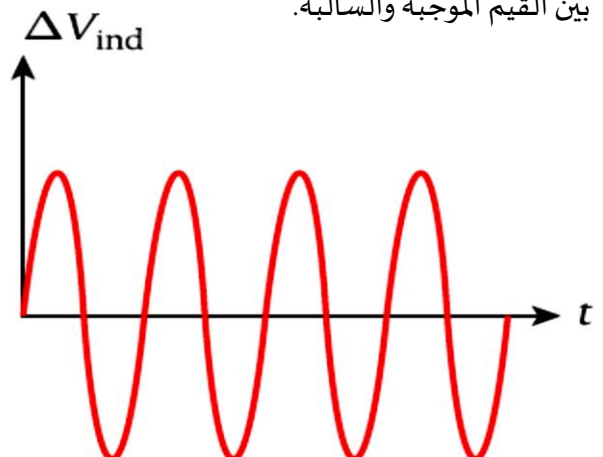


- يحتوي على حلقتي انزلاق بين قطبي مغناطيس وملف



- التيار الناتج يسمى **تيار متردد** وهو تيار يختلف بمرور الزمن

بين القيم الموجبة والسالبة.



* فرق الجهد المستحث المتردد (القوة المحركة AC) :

هي القوة المحركة التي يتغير مقدارها كل لحظة واتجاهها كل نصف دورة .

* الزمن الدوري (T) : هو الزمن اللازم لعمل دورة كاملة . ويقاس بوحدة (الثانية s)

* التردد (f) : هو عدد الدورات في الثانية الواحدة . ويقاس بوحدة (هرتز Hz)

* السرعة الزاوية (ω) وحدة القياس (rad /s) أو (rev /min)

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

* لحساب القوة المحركة المستحثة العظمى ($V_{ind,max}$) نستخدم العلاقة :

$$V_{ind,max} = NAB\omega$$

* لحساب القوة المحركة المستحثة عند أي لحظة نستخدم العلاقة :

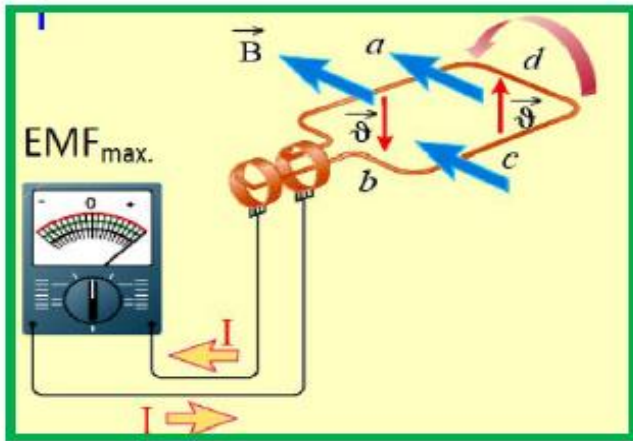
$$V_{ind} = V_{max} \sin \omega t$$

أو

$$V_{ind} = V_{max} \sin \theta$$

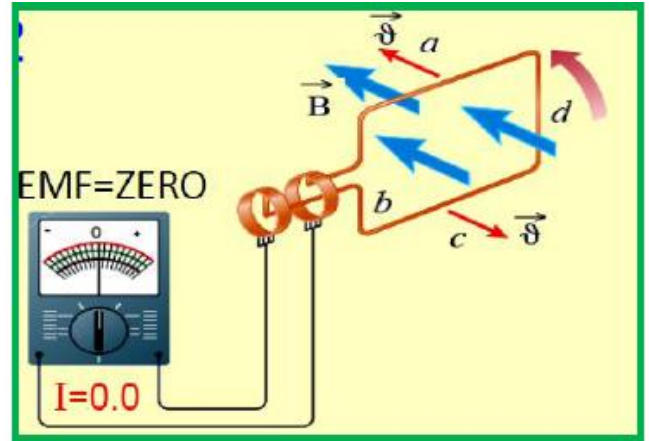
حيث (θ) نفس زاوية التدفق المغناطيسي

حالات خاصة :



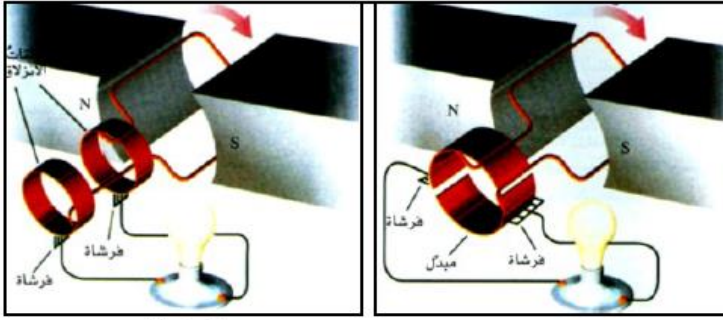
مستوى الملف يوازي المجال ويعامد الحلقة (θ = 90)

$$\Phi = 0 \quad V = V_m$$



مستوى الملف يعامد المجال وموازي للحلقة (θ = 0)

$$\Phi_m = AB \quad V = 0$$



الشكل (2)

الشكل (1)

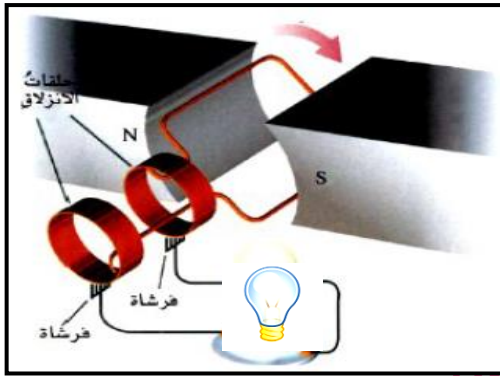
س32) أمعن النظر في الشكلين المجاورين ثم **أجب عما يلي :**

1 ما اسم الجهازين الموضحين في الشكلين .

الشكل (1)

الشكل (2)

2 **ارسم** الخط البياني لمنحنى تغيرات شدة التيار المار في كل من المصباحين بدلالة الزمن .



س33) يبين الشكل المجاور رسماً تخطيطياً لمولد تيار كهربائي متردد :

1 كيف يمكنك **زيادة** شدة إضاءة المصباح دون تغير تركيب المولد .

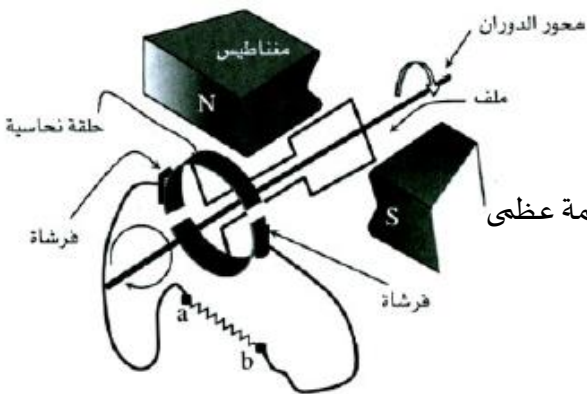
2 **حدد** على الشكل اتجاه التيار المار في المصباح عند هذه اللحظة .

3 ما **التعديل** الذي يجب ادخاله على تركيب المولد ليصبح مولد **تيار مستمر** ؟

س34) اعتمد الشكل المجاور للإجابة عما يلي :

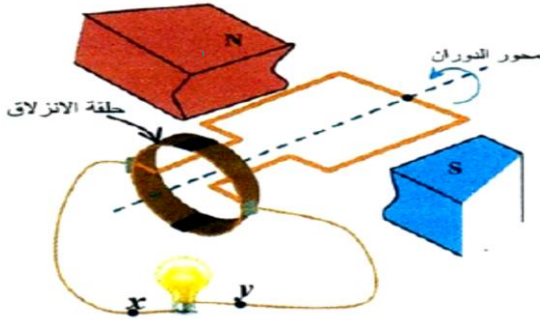
1 **حدد** اتجاه التيار المستحث في المقاوم (ab) عند هذه اللحظة .

2 كيف يكون مستوى الحلقة في اللحظة التي يكون عندها (ΔV_{ind}) قيمة عظمى



س35) يظهر الشكل المجاور رسماً لمولد كهربائي عند لحظة معينة، إذا كانت مساحة مقطع الملف (0.005 m^2) وعدد لفاته (200) لفة وكان الملف يدور حول محور الدوران عكس اتجاه دوران عقارب الساعة بسرعة زاوية مقدارها (15.70 rad/s) وكانت القيمة القصوى لفرق الجهد المستحث في المولد (5.0 V). أجب عما يلي:

$$B = 0.32 \text{ T}$$



1 حدد اتجاه التيار الكهربائي المار في المصباح عند هذه اللحظة.

2 احسب مقدار شدة المجال المغناطيسي المؤثر في الملف.

س36) مولد كهربائي عدد لفاته (250) لفة ومساحة اللفة الواحدة ($2.2 \times 10^{-3} \text{ m}^2$) يدور ملف المولد (3600) دورة خلال دقيقة حول محور دوران يعامد مجال مغناطيسي مقداره (0.75 T). أجب عن الآتي:

$$\Delta V_{ind} = 77.7 \text{ V}$$

1 احسب مقدار فرق الجهد المستحث عندما يكون مستوى الملف يصنع زاوية (60°) مع المجال المغناطيسي.

2 كيف يكون وضع مستوى الملف بالنسبة للمجال عندما يكون فرق الجهد المستحث قيمة عظمى.

س37) ملف مولد كهربائي عدد لفاته (500) ومساحة كل لفة ($4.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2$) يدور في مجال مغناطيسي منتظم مقدار شدته (0.2 T) فيتولد فيه جهد مستحث قيمته العظمى (15.0 V). احسب السرعة الزاوية لدوران الملف.

$$\omega = 375 \text{ rad/s}$$

س9.43) يتكون مولد بسيط من حلقة تدور داخل مجال مغناطيسي ثابت . إذا كانت الحلقة تدور بتردد (f) فإنه يمكن تحديد التدفق المغناطيسي بواسطة ($\Phi(t) = BA \cos(2\pi ft)$) ، إذا كان ($B = 1.0 T$) ، ($A = 1.0 m^2$) .

$$f = 17.5 \text{ Hz}$$

كم يجب أن تكون قيمة (f) حتى يصبح الحد الأقصى لفرق الجهد المستحث ($110.0 V$)؟

س9.44) يحتوي محرك على حلقة واحدة داخل مجال مغناطيسي مقدار شدته ($B = 0.870 T$) إذا كانت مساحة الحلقة ($A = 300.0 cm^2$) . أوجد السرعة الزاوية القصوى المحتملة لهذا المحرك عند توصيله بمصدر جهد مقداره ($170.0 V$)؟

$$\omega = 6513 \text{ rad /s}$$

س9.45) يقرر صديقك إنتاج طاقة كهربائية من خلال تدوير ملف من (1.0×10^5) حلقة سلكية دائرية حول محور عمودي على المجال المغناطيسي للأرض الذي يبلغ مقداره ($0.300 G$) إذا كان نصف قطر الحلقات يساوي ($25.0 cm$)

1) إذا أدار صديقك الملف بتردد قدره ($150.0 Hz$) . ما أقصى تيار سيتدفق في مقاوم ($R = 1.500 k\Omega$) متصل بالملف؟

$$i = 0.370 A$$

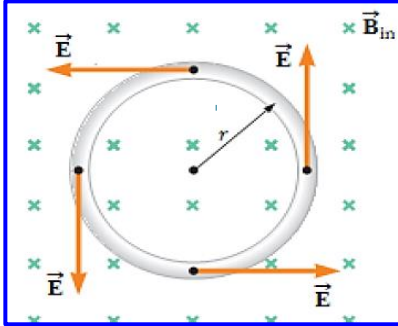
2) إذا بلغ متوسط التيار المتدفق في الملف (0.707) أضعاف أقصى تيار . كم سيبلغ متوسط القدرة الناتجة عن هذا الجهاز؟

$$P = 102.7 W$$

9.5 المجال الكهربائي المستحث Induced Electric Field

• من قانون فاراداي: يمكن الحصول على تيار مستحث بفعل تغير المجال (التغير في التدفق المغناطيسي)

• الشكل المجاور يبين حلقة موصولة نصف قطرها (r) موضوعة في مجال مغناطيسي خارجي متغير مع الزمن عمودي على



مستوى الحلقة. من قانون فاراداي فإن القوة الدافعة الكهربائية تعطى كالتالي:

$$\Delta V_{ind} = - \frac{d\Phi}{dt}$$

• تعمل القوة الدافعة الكهربائية على توليد تيار كهربائي في الحلقة الموصولة وهذا بدوره يشير إلى وجود مجال كهربائي يتناسب مقداره والتيار المار في الحلقة واتجاهه مماس على الحلقة

* تخيل شحنة موجبة (q) تتحرك في مسار دائري نصف قطره (r) في مجال كهربائي (E) فإن الشغل المبذول على الشحنة يساوي تكامل ناتج الضرب القياسي للقوة ومتجه الإزاحة التفاضلي. يتم تحديد مقدار الشغل المبذول عليها بواسطة:

$$\oint \vec{F} \cdot d\vec{s} = \oint q\vec{E} \cdot d\vec{s} = \oint q \cos \theta E ds = qE \oint ds = qE(2\pi r)$$

$$W = Fd \cos \theta$$

$$W = qE(2\pi r)$$

حيث أن الشغل المبذول بواسطة مجال كهربائي ثابت هو ($W = q\Delta V_{ind}$) فنحصل على:

$$\Delta V_{ind} = 2\pi r E$$

يمكننا تعميم هذه النتيجة باعتبار أن الشغل المبذول على شحنة (q) تتحرك بطول مسار عشوائي مغلق هو:

$$W = \oint \vec{F} \cdot d\vec{s} = q \oint \vec{E} \cdot d\vec{s}$$

بالتعويض مرة أخرى بـ ($\Delta V_{ind} q$) عن الشغل المبذول نحصل على:

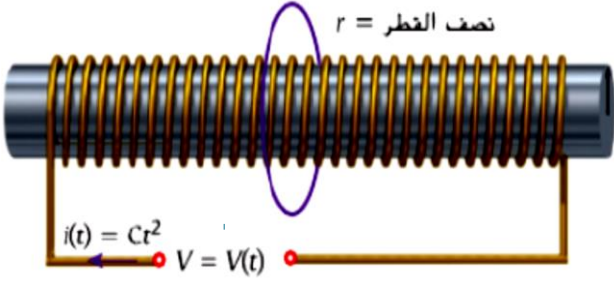
$$\Delta V_{ind} = \oint \vec{E} \cdot d\vec{s}$$

يمكننا الآن التعبير عن فرق الجهد المستحث بطريقة مختلفة من خلال دمج بين قانون فاراداي والمعادلة السابقة:

$$\Delta V_{ind} = \oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = - \frac{d\Phi_B}{dt}$$

يمكن تطبيق هذه المعادلة على أي مسار مغلق في مجال مغناطيسي متغير حتى وإن لم يوجد موصل في المسار

س9.20 يتغير التيار المار في ملف لولبي طويل جداً وملفوف بإحكام نصف قطره (a) وعدد لفاته (n) لفة لكل وحدة طول



مع الزمن وفق المعادلة ($i(t) = Ct^2$) حيث يقاس التيار (i)

بالأمبير والزمن بالثانية و (C) ثابت بوحدات مناسبة

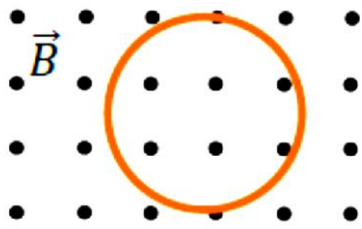
تتحد مع الملف اللولبي في المركز حلقة توصيل نصف قطرها (r)

(a) **اكتب تعبيراً لفرق الجهد** المستحث في الحلقة .

(b) **اكتب تعبيراً لمقدار المجال الكهربائي** المستحث عند نقطة عشوائية على الحلقة .

(c) **هل** تعد الحلقة ضرورية لوجود المجال الكهربائي المستحث ؟

س38 وضعت حلقة سلكية دائرية نصف قطرها (2.0 m) داخل مجال مغناطيسي يعامد الصفحة كما في الشكل ، **يزيد** مقدار



المجال المغناطيسي مع الزمن وفق المعادلة ($B = 3.0t^2$) .

(1) **احسب** المجال الكهربائي المستحث في الحلقة عند اللحظة ($t = 1.2\text{ s}$)

(2) **حدد** اتجاه المجال الكهربائي المستحث .

س39 ملف لولبي طوله (0.2 m) ونصف قطره (2.0 cm) ويحوي (500) لفة ، **تتناقص** فيه شدة التيار من (3.0 A) إلى (1.0 A)

في زمن قدره (0.1 s)

- **حدد مقدار** المجال الكهربائي المستحث داخل الملف اللولبي على بعد (1.0 cm) من مركز الملف

$$E_{ind} = 3.14 \times 10^{-4} \text{ V/m}$$

9.6 الحث الخاص بالملف اللولبي Inductance Of a Solenoid

- ملف لولبي طويل عدد لفاته N ويحمل تيار كهربائي i ويولد مجال مغناطيسي في مركز الملف اللولبي .
- ينتج تدفق مغناطيسي عبر جميع اللفات والتي تساوي $N\Phi_B$ وهو التدفق الكلي للملف اللولبي .
- يكون متجه المجال المغناطيسي موازياً لمتجه العمودي على السطح .
- * عند تغير شدة التيار (Δi) في ملف لولبي يتغير المجال (ΔB) وبالتالي يتغير التدفق المغناطيسي $\Delta\Phi_B$ في نفس الملف فيتولد فرق جهد مستحث (ΔV_{ind}) في نفس الملف

$$\Delta V_{ind} = -L \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

- حيث $(\frac{\Delta i}{\Delta t})$ يمثل المعدل الزمني لتغير شدة التيار L : معامل الحث الذاتي للملف
- * المجال المغناطيسي داخل ملف لولبي يتناسب **طردياً** مع شدة التيار المار فيه **تبعاً للعلاقة** :

$$B = \mu n i$$

- * يمكن حساب التدفق من خلال العلاقة :

$$\Phi_B = \vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta$$

معامل الحث الذاتي (L) :

هو النسبة بين فرق الجهد المستحث ومعدل تغير شدة التيار .

- * **وحدة القياس** : هنري (H) وهي تكافئ ($V.S/A$) أو ($T.m^2/A$)

- * يمكن حساب **معامل الحث الذاتي** للملف اللولبي من خلال العلاقة :

$$L = \mu_0 n^2 A l = \frac{\mu_0 N^2 A}{l}$$

- * يمكن حساب **التدفق الكلي للملف** من :

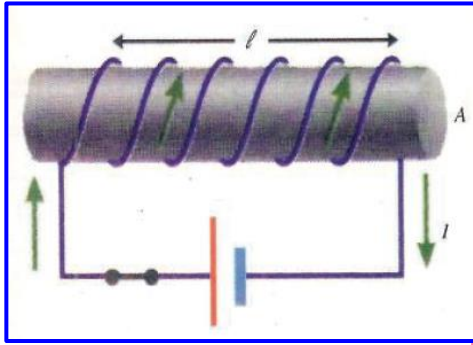
$$Li = N\Phi_B = NAB = NA(\mu_0 n i)$$

- * **معامل الحث الذاتي للملف (L) يعتمد على :** (الشكل الهندسي للملف)

① طول الملف (l)

② مساحة سطح اللفة (A)

③ عدد لفات الملف (N)



س40) أيهما يؤدي إلى زيادة أكبر في معامل الحث الذاتي ملف لولبي مضاعفة عدد لفات الملف أم مضاعفة مساحة مقطعه. لماذا ؟

س41) ملف حلزوني يحوي (100) لفة يتغير التدفق المغناطيسي خلال كل لفة من لفاته بمعدل (0.16 Wb/s) عندما يتغير التيار في نفس الملف بمعدل (20 A/s) .

$$L = 0.8 \text{ H}$$

• احسب معامل الحث الذاتي للملف ؟

$$V_{ind} = -16.0 \text{ V}$$

• احسب متوسط القوة المستحثة في الملف

س42) ملف لولبي يحوي (600) لفة ومساحة مقطعه $(4.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2)$ قلبه من الحديد $(\mu = 2.0 \times 10^{-3} \text{ T.m/A})$ ومعامل حثه الذاتي (0.5 H) ويمر به تيار شدته (0.4 A) .

$$l = 0.58 \text{ m}$$

• احسب طول الملف .

$$V_{ind} = 1.6 \text{ V}$$

• احسب متوسط القوة المستحثة في الملف إذا انعكس التيار المار فيه خلال (0.25 s)

س43) ملف كهربي لولبي طوله (20.0 cm) ومساحة مقطعه $(0.2 \times 10^{-4} \text{ m}^2)$ وعدد لفاته (300) لفة وقلبه من الهواء ويمر به تيار شدته (4.0 A) احسب التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الملف ؟

$$\Phi_B = 1.5 \times 10^{-7} \text{ Wb}$$

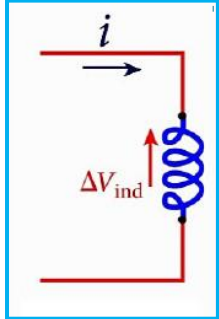
الحث الذاتي والحث المتبادل Self-Induction and Mutual Induction

9.7

الحث الذاتي

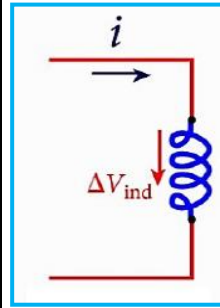
هو توليد فرق جهد مستحث في ملف بسبب تغير شدة التيار في نفس الملف .

تيار متزايد



- نحصل على هذا التيار في عدة حالات
- لحظة غلق الدائرة
- اثناء قالب حديدي في الملف
- انقاص طول الملف نتيجة ضغطه

تيار متناقص



- نحصل على هذا التيار في عدة حالات
- لحظة فتح الدائرة
- اثناء إخراج القالب الحديدي من الملف
- زيادة طول الملف

$$\Delta V_{ind} = -L \frac{di}{dt} = -N \frac{d\Phi_B}{dt}$$

الحث المتبادل

هو توليد قوة محركة مستحثة (فرق الجهد) في ملف نتيجة تغير شدة التيار في ملف آخر مجاور .

الدائرة الابتدائية (الملف 1)

هي الدائرة المؤثرة (تحتوي بطارية) وتقوم بعمل المغناطيس الكهربائي .

الدائرة الثانوية (الملف 2)

هي الدائرة المتأثرة والتي يتولد فيها القوة المحركة المستحثة (فرق الجهد)

* عند تغير تيار الملف 1 تتغير شدة المجال المغناطيسي المؤثر على

الملف 2 فيتغير التدفق المغناطيسي وبالتالي يتولد فرق جهد مستحث .

* بنفس الكيفية التيار المتولد يولد مجال مغناطيسي متغير يؤثر في الملف 1

فيولد في الملف فرق جهد مستحث .

* كل ملف يؤثر على الآخر لذلك سعي (الحث المتبادل)

* طرق تغيير شدة التيار:

1- غلق وفتح الدائرة . 2- تغيير مقاومة الدائرة . 3- تغيير جهد المصدر .

معامل الحث المتبادل :

فرق الجهد المستحث في الملف الثاني نتيجة تغير شدة التيار في الملف الأول . ويقاس بوحدته (هنري H)

* ملاحظات هامة :

الحث الذاتي للملف يعمل على إبطاء نمو التيار في الدائرة وعلى إبطاء تلاشيهِ .

مثال توضيحي :

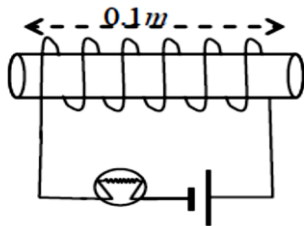
في الشكل ① عند غلق المفتاح :

يضيء المصباح (أ) مباشرة وتبقى شدة إضاءته ثابتة بينما تزداد إضاءة المصباح (ب) تدريجياً من الصفر حتى تبلغ قيمة معينة تثبت عندها .

② عند فتح المفتاح :

ينطفئ المصباح (أ) مباشرة بينما ينطفئ المصباح (ب) تدريجياً

س44) يبين الشكل المجاور ملفاً حلزونياً قلبه من الحديد يتصل مع مصباح كهربائي وبطارية . ما التغيرات التي تطرأ على درجة

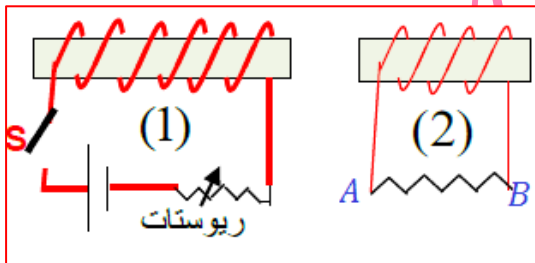


سطوع المصباح في كل من الحالات التالية :

1- إذا ضغطت اللفات ليصبح طول الملف (0.05 m) .

2- إذا سحب القالب الحديدي من داخل الملف .

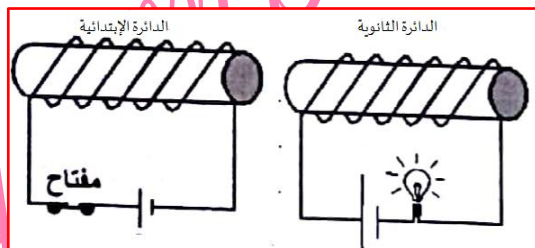
س45) في الشكل المجاور : حدد اتجاه التيار المستحث في المقاومة (A,B) في الحالات التالية :



a. عند إغلاق المفتاح S في الدائرة الأولى ؟

b. عند زيادة قيمة المقاومة المتغيرة في الدائرة الأولى ؟

س46) من خلال الشكل المجاور أجب عما يلي :

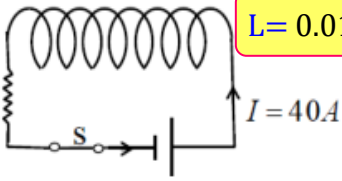


1. حدد على الرسم أقطاب الدائرة الابتدائية وأقطاب الدائرة الثانوية

لحظة فتح المفتاح بالدائرة الابتدائية .

2. بين ماذا يطرأ على إضاءة المصباح لحظة فتح الدائرة الابتدائية . برر إجابتك

س47 في الشكل طول الملف (10.0 cm) ومساحة مقطعه ($5.0 \times 10^{-3} m^2$) وعدد لفاته (400) لفة .



$$L = 0.01 \text{ H}$$

1- احسب معامل الحث الذاتي للملف .

$$\Phi_B = 1.0 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

2- احسب التدفق المغناطيسي الذي يجتاز مقطع الملف .

$$B = 0.2 \text{ T}$$

3- احسب المجال المغناطيسي داخل الملف .

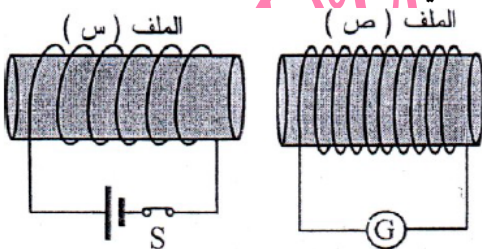
4- إذا فتح المفتاح (S) وتلاشى تيار البطارية خلال زمن (0.02 s) فاحسب فرق الجهد المستحث في الملف ؟

$$\Delta V_{ind} = 20.0 \text{ V}$$

س48 في الشكل عندما يفتح القاطع (S) تتناقص شدة التيار في الملف (س) من (1.0 A) إلى أن تنعدم خلال (0.2 s)

ويلاحظ انحراف مؤشر الجلفانوميتر دلالة على توليد تيار مستحث في الملف (ص) إذا كان معامل الحث المتبادل ($M = 0.2 \text{ H}$)

1- مستخدماً قانون لينز فسر انحراف مؤشر الجلفانوميتر وحدد اتجاه التيار المستحث في (ص) ؟



$$\Delta V_{ind} = 1.0 \text{ V}$$

2- احسب متوسط فرق الجهد المستحث في ملف الدائرة (ص) ؟

مسألة محلولة 9.2

ملف لولبي طويل ذو مقطع عرضي دائري نصف قطره $(r_1 = 2.80 \text{ cm})$ يحوي (لفة/ 290 cm) n يوجد داخل

ملف قصير يتضمن مقطعاً عرضياً دائرياً نصف قطره $(r_2 = 4.90 \text{ cm})$ وعدد لفاته $(N = 31)$ لفة ومتحد معه في المحور **يزداد** التيار في الملف اللولبي بمعدل ثابت من الصفر إلى $(i = 2.20 \text{ A})$ خلال فترة زمنية مقدارها $(t = 48.0 \text{ ms})$

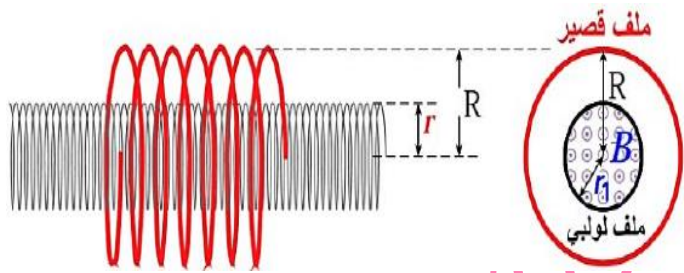
- احسب فرق الجهد المستحث في الملف القصير عندما يتغير التيار ؟

$$M = \mu_0 N n A$$

$$M = (4\pi \times 10^{-7})(31)(290 \times 10^2)(\pi)(0.028)^2$$

$$= 2.78 \times 10^{-3} \text{ H}$$

$$\Delta V_{ind,2} = -M \frac{di_1}{dt} = (-2.78 \times 10^{-3}) \left[\frac{(2.20 - 0)}{48 \times 10^{-3}} \right] = 0.127 \text{ V}$$



س 9.48 ملف قصير يتضمن مقطعاً عرضياً دائرياً نصف قطره

$(R = 10.0 \text{ cm})$ وعدد لفاته $(N = 30)$ لفة ويحيط بملف لولبي

طويل نصف قطره $(r = 8.0 \text{ cm})$ يحوي (60 لفة/ cm) **يزداد**

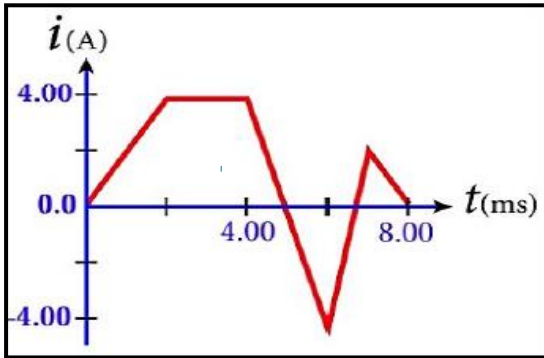
التيار في الملف القصير بمعدل ثابت من الصفر إلى $(i = 2.0 \text{ A})$

في زمن $(t = 12.0 \text{ s})$.

$$\Delta V_{ind} = 7.58 \times 10^{-4} \text{ V}$$

- احسب فرق الجهد المستحث في الملف اللولبي الطويل أثناء زيادة التيار في الملف القصير .

س9.47) يوضح الشكل المجاور التيار المار خلال محث حثه (10.0 mH) خلال فترة زمنية قدرها (8.0 ms) ارسم تمثيلاً بيانياً يوضح فرق الجهد المستحث ذاتياً ($\Delta V_{\text{ind}}, L$) لمحث خلال الفترة الزمنية نفسها .



$$\Delta V_1 = -20 \text{ V}, \Delta V_2 = 0.0 \text{ V}, \Delta V_3 = 40 \text{ V}, \Delta V_4 = -60 \text{ V}, \Delta V_5 = 20 \text{ V},$$

س49) ملف لولبي قلبه من الحديد ($\mu = 2.0 \times 10^{-3} \text{ T.m/A}$) وعدد لفاته (200) لفة وطوله (0.1 m) ومساحة مقطعه ($4.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2$) وموصول في دائرة مغلقة بحيث يمر تيار مستمر إذا تغير التيار المار في الملف بحيث تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتاز مقطع الملف من ($4.0 \times 10^{-5} \text{ Wb}$) إلى ($3.2 \times 10^{-5} \text{ Wb}$) فاحسب :

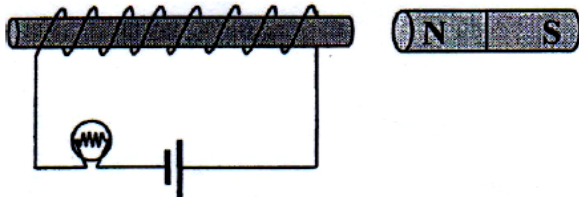
$$L = 0.32 \text{ H}$$

1- معامل الحث الذاتي للملف .

2- التغير في شدة التيار المار في الملف .

$$i = -5.0 \times 10^{-3} \text{ A}$$

س50) يبين الشكل ملفاً لولبياً قلبه من الحديد اكتب طريقتين يمكنك من خلالها أن تزيد من درجة سطوع المصباح لحظياً دون أن تغير البطارية أو الملف .



مراجعة المفاهيم 9.6

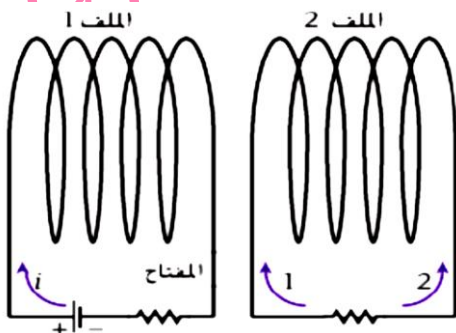
يوضح الشكل ملفين متطابقين يمر تيار (i) في الملف 1 في الاتجاه الموضح

عند فتح المفتاح في دائرة الملف 1 ما ذا يحدث في الملف 2 ؟

(a) يستحث تيار في الملف 2 يتدفق في الاتجاه 1 .

(b) يستحث تيار في الملف 2 يتدفق في الاتجاه 2 .

(c) لا يستحث تيار في الملف 2

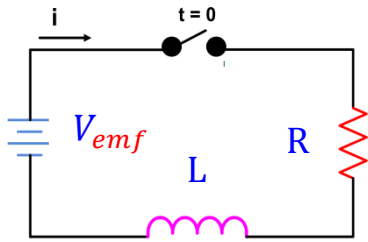


الفيزياء 12 متقدم الفصل الدراسي الثالث للعام الدراسي 2022/2023 م إعداد الأستاذ/ حمدي عبد الجواد

9.8 دوائر المحث والمقاوم RC Circuits

* يعتبر المحث الذي ينمو فيه التيار مع الزمن مصدراً لقوة دافعة كهربائية حثية ، يكون اتجاهها بحيث **تقاوم** التيار .

بمعنى أن : المحث يعمل كمصدر لقوة دافعة كهربائية حثية **عكسية** ، ونتيجة للقوة العكسية هذه لا يصل التيار في دائرة (RL) إلى القيمة النهائية لحظة **غلق الدائرة** . ولكنه ينمو بمعدل **يعتمد** على معامل الحث الذاتي للمحث ومقدار مقاومة الدائرة .



الشكل (1)

• يوضح الشكل المجاور دائرة كهربائية تحتوي على مصدر للقوة الدافعة الكهربائية (V_{emf}) ومتصلة على التوالي بمقاوم ومحث .

1 في الشكل (1) المفتاح مفتوح وبالتالي شدة التيار صفراً $\{i = 0\}$ عند $\{t = 0\}$

2 لحظة **غلق** المفتاح عند $\{t = \}$ ما زالت شدة التيار صفراً $\{i = 0\}$

3 مع مرور الزمن **يزداد** التيار تدريجياً من **الصفر** . وذلك لأن التيار **المتزايد** في المحث يولد فرق جهد مستحث ذاتياً يقاوم الزيادة في التيار وبعد فترة زمنية طويلة يصل إلى $(i = i_{max})$.

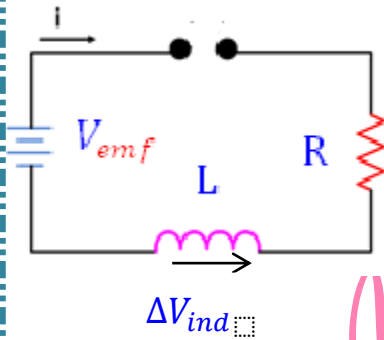
بتطبيق القانون الثاني لكيرشوف لتحليل الدائرة : حيث

◆ مصدر الطاقة يعمل على زيادة في الجهد $(+V_{emf})$.

◆ تعمل المقاومة على خفض الجهد $(-iR)$.

◆ يعمل المحث على خفض الجهد $(-\Delta V_{ind})$

الشكل (2)



$$V_{emf} - iR - L \frac{di}{dt} = 0$$

يمكننا إعادة كتابة المعادلة على هذا النحو :

$$L \frac{di}{dt} + iR = V_{emf}$$

* لحل المعادلة التفاضلية لدائرة المقاوم والمحث :

$$i(t) = \frac{V_{emf}}{R} \left(1 - e^{-t/(L/R)} \right)$$

$$\left\{ \tau_{RL} = \frac{L}{R} \right\}$$

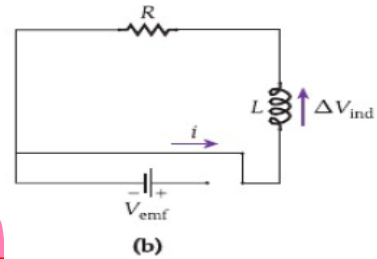
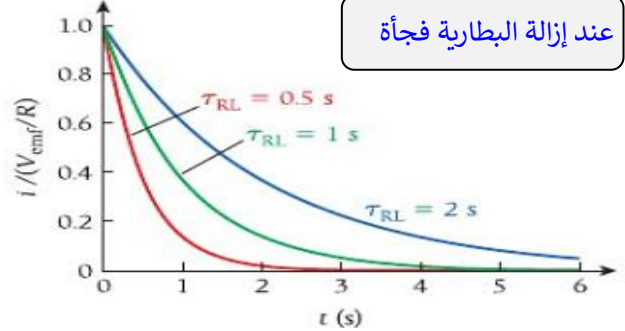
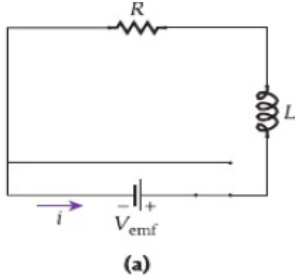
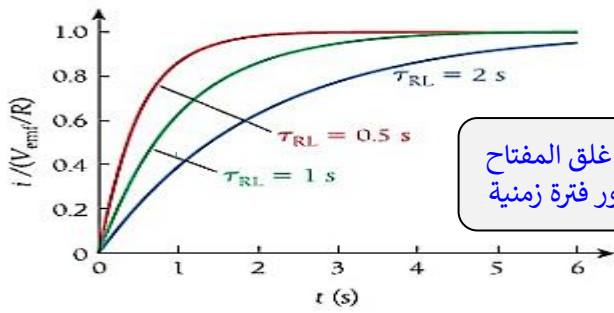
حيث أن $\left\{ \frac{L}{R} \right\}$ هي الثابت الزمني لدائرة المحث والمقاوم RL

الثابت الزمني لمحث يتحكم في زمن انخفاض التيار المار في الدائرة .

إذا تمت إزالة القوة الدافعة الكهربائية من الدائرة فجأة

منحنيات دائرة محث ومقاوم

الشكلان التاليان يوضحان العلاقة بين **التيار والزمن** في دائرة المحث والمقاوم **لثلاث قيم مختلفة** للثابت الزمني (τ_{RL}) .



التيار في صورة دالة للزمن عند **اتصال** مقاوم ومحث ومصدر قوة دافعة كهربائية على التوالي

عند إزالة البطارية وذلك بتعديل وضع المفتاح يتناقص التيار تدريجياً حتى يصل إلى الصفر.

- الشكل (a) : دائرة محث ومقاوم متصلة مع مصدر للقوة الدافعة الكهربائية ويتدفق التيار كما هو موضح على الرسم .
- الشكل (b) : تمت إزالة مصدر القوة الدافعة الكهربائية فجأة . وتوصيل المقاوم والمحث فقط يتدفق التيار الأولي (i_0) في نفس اتجاهه السابق ولكنه يتناقص .

3 التيار المتناقص في المحث يولد فرق جهد **مستحث يقاوم** النقصان في التيار .

4 ينخفض التيار أسياً بمرور الزمن بثابت زمني $(\tau_{RL} = \frac{L}{R})$ وبعد فترة طويلة يصبح $(i = 0)$

بتطبيق القانون الثاني لكيرشوف لتحليل الدائرة :

حيث $(V_{emf} = 0)$

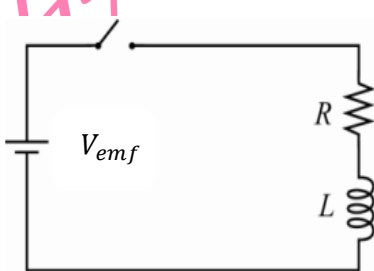
$$L \frac{di}{dt} + iR = 0$$

* لحل المعادلة التفاضلية لدائرة المقاوم والمحث :

$$i(t) = (i_0 e^{-\frac{t}{\tau}})$$

مراجعة المفاهيم 9.7

فكر في دائرة المحث والمقاوم (RL) الموضحة في الشكل . عند غلق المفتاح يرتفع التيار المار في الدائر أسياً إلى القيمة $(i = V_{emf}/R)$. إذا تم استبدال المحث بمحث آخر له ثلاثة أمثال عدد اللفات لكل وحدة طول . فإن الزمن اللازم للوصول إلى تيار مقداره $(0.9i)$



(c) يظل كما هو

(b) يقل

(a) يزداد

9.49 دائرة محث ومقاوم (RL) مقاومتها ($R = 1.0 \text{ M}\Omega$) ومعامل حثها ($L = 1.0 \text{ H}$) تعمل ببطارية جهدها ($V_{emf} = 10.0 \text{ V}$)

(a) كم يبلغ الثابت الزمني للدائرة ؟

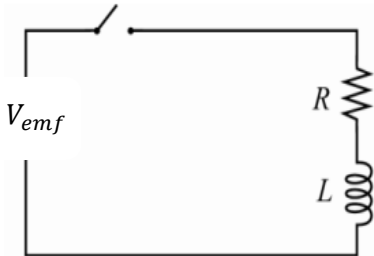
(b) إذا تم إغلاق المفتاح عند الزمن ($2.0 \mu\text{s}$) . أجب عما يلي :

1 ما مقدار التيار بعد ذلك الزمن مباشرة ؟

2 ما مقدار التيار بعد زمن مقداره ($2.0 \mu\text{s}$) ؟

3 ما مقدار التيار بعد مرور فترة زمنية طويلة ($t \rightarrow \infty$) ؟

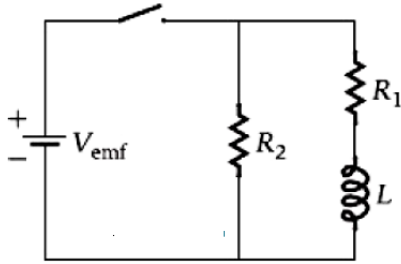
9.50 في الدائرة الموضحة في الشكل ($R = 120.0 \Omega$) و ($L = 3.0 \text{ H}$) تعمل ببطارية جهدها ($V_{emf} = 40.0 \text{ V}$) . بعد غلق المفتاح ، ما المدة الزمنية التي سيستغرقها التيار المار في المحث ليصل إلى ($i = 3.0 \text{ mA}$)



9.51 يزداد التيار بمعدل (3.60 A/s) في دائرة محث ومقاوم (RL) مقاومتها ($R = 3.25 \Omega$) ومعامل حثها ($L = 440.0 \text{ mH}$)

- كم يبلغ فرق الجهد في الدائرة عند اللحظة التي يبلغ فيها التيار المار (3.0 A)

9.52 في الدائرة الموضحة بالشكل ، جهد البطارية ($V_{emf} = 18.0 V$) و ($R_1 = 10 \Omega$) و ($R_2 = 6.0 \Omega$) و ($L = 5.0 H$)

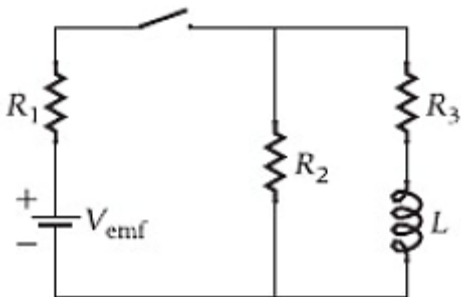


1 احسب كلاً مما يلي بعد غلق المفتاح مباشرةً .

- التيار المار في البطارية .
- التيار المار في المقاوم (R_1) .
- التيار المار في المقاوم (R_2) .
- فرق الجهد عبر المقاوم (R_1) .
- فرق الجهد عبر المقاوم (R_2) .
- فرق الجهد عبر المحث (L) .
- معدل تغير التيار في المقاوم (R_1) .

9.53 تتكون دائرة من بطارية وثلاثة مقاومات ومحث كما هو موضح بالشكل المجاور .

حيث ($R_1 = R_2 = R_3 = 6 \Omega$) و ($L = 3.0 H$) و ($V_{emf} = 18.0 V$)



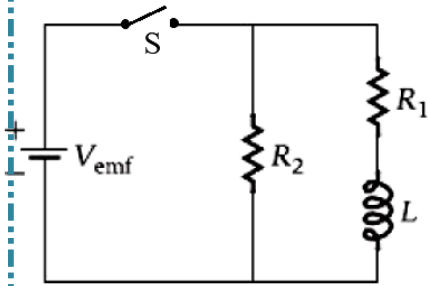
(a) كم سيبلغ التيار المار عبر كل مقاوم . بعد غلق المفتاح مباشرة ؟

(b) كم سيبلغ التيار المار عبر كل مقاوم . بعد غلق المفتاح بمدة طويلة ؟

بفرض أنه أعيد فتح المفتاح ، كم سيبلغ مقدار التيار المار في كل مقاوم (c) بعد فتح المفتاح مباشرة .

(d) بعد فتح المفتاح بمدة طويلة .

9.70) تتصل بطارية جهدها (9.0 V) عبر مفتاح بمقاومتين متطابقتين ومحث نموذجي كما هو موضح بالشكل . حيث ($R_1 = R_2 = 100 \Omega$) و ($L = 3.0 H$) ويتم فتح المفتاح في البداية .



(a) كم سيبلغ التيار المار عبر كل مقاوم . بعد غلق المفتاح مباشرة ؟

(b) كم سيبلغ التيار المار عبر كل مقاوم . بعد مرور (50.0 ms) ؟

(c) كم سيبلغ التيار المار عبر كل مقاوم . عند زمن (500.0 ms) من غلق المفتاح ؟

(d) كم سيبلغ التيار المار عبر كل مقاوم . بعد فتح المفتاح مرة أخرى و مرور فترة زمنية طويلة أكبر من (10.0 s) ؟

(e) كم سيبلغ التيار المار عبر كل مقاوم . بعد مرور زمن (50.0 ms) من فتح المفتاح ؟

(f) كم سيبلغ التيار المار عبر كل مقاوم . بعد مرور زمن (500.0 ms) من فتح المفتاح ؟

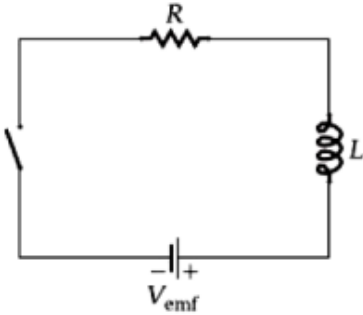
اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :

(1) في دائرة المحث والمقاوم (RL) التي مقاومتها (21.8Ω) ومعامل حثها (55.9 mH) ، ما الزمن الذي يستغرقه التيار ليصل إلى (75%) من أقصى حد لقيمته ؟

- i. 1.87 ms
- ii. 5.34 ms
- iii. 21.5 ms
- iv. 3.55 ms

(2) ما مقدار المقاومة في دائرة المحث والمقاوم (RL) التي ومعامل حثها (33.0 mH) إذا كان الزمن اللازم ليصل التيار إلى (75%) من أقصى حد لقيمته (3.35 ms)

- v. 7.13Ω
- vi. 13.7Ω
- vii. 17.3Ω
- viii. 137.0Ω



(3) في الدائرة المجاورة عند غلق المفتاح يزداد التيار أسياً إلى القيمة النهائية (i_{max}) . إذا تم استبدال المحث بآخر به نصف عدد اللفات لكل وحدة طول ، - فإن الزمن اللازم للوصول إلى تيار مقداره ($0.9 i_{\text{max}}$)

- i. يزداد
- ii. يقل
- iii. لا يتغير
- iv. لا يمكن معرفة ذلك .

(4) في دائرة محث ومقاوم (RL) مقاومتها ($R = 5.3 \Omega$) ومعامل حثها ($L = 290.0 \text{ mH}$) ، يزداد التيار بمعدل (3.60 A/s) عند اللحظة التي يبلغ فيها التيار المار (3.0 A) . ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية للبطارية .

- i. 36.7 V
- ii. 25.6 V
- iii. 11.3 V
- iv. 16.9 V

9.9 الطاقة وكثافة الطاقة لمجال مغناطيسي

* يمكن تحديد الطاقة المخزنة في المجال الكهربائي لمكثف بواسطة العلاقة :

$$U_E = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$$

- لحظة توصيل محث بمصدر قوة دافعة كهربائية فإنه يتولد تيار وفرق جهد مستحث ذاتي يقاوم الزيادة في التيار الأصلي .

لحساب القدرة اللحظية نستخدم العلاقة :

$$P = V_{emf} i = \left(L \frac{di}{dt} \right) i$$

تكون الطاقة المخزنة في المجال المغناطيسي للملف اللولبي وفق العلاقة :

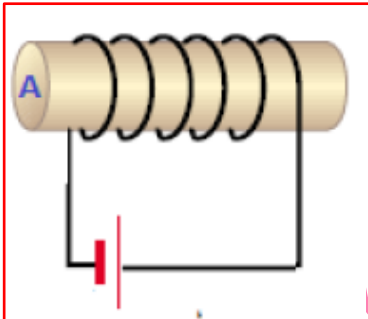
$$U_B = \frac{1}{2} Li^2 = \frac{1}{2} \mu_0 n^2 l A i^2$$

- كثافة الطاقة المخزنة في الملف اللولبي (الطاقة في وحدة الحجم)

إثرائي

$$u_B = \frac{U_B}{V} = \frac{\frac{1}{2} \mu_0 n^2 l A i^2}{l A} = \frac{1}{2} \mu_0 n^2 i^2 \rightarrow u_B = \frac{B^2}{2\mu_0}$$

س50) ملف لولبي معامل حثه الذاتي (2.5 mH) وعدد لفاته (500) لفة ينساب فيه تيار مستمر (4.0 A) أجب عما يلي :



$$\Phi_B = 2.0 \times 10^{-5} \text{ Wb}$$

$$U = 9.07 \text{ J}$$

B. احسب مقدار الطاقة المغناطيسية المخزنة في مجال الملف ؟ (إثرائي)

س9.55) بفرض أن المجال المغناطيسي القريب من الأرض منتظم وشدته (5.0 x 10⁵ T) . احسب حجم الفضاء القريب

$$V = 1.01 \times 10^3 \text{ m}^3$$

من سطح الأرض الذي يحتوي على طاقة (1.0 J)

س9.56 ملف لولبي قطره (1.0 m) وطوله (1.5 m) وشدة مجاله المغناطيسي المنتظم (3.0 T). أجب عما يلي :

$$u_B = 3.58 \times 10^6 \text{ J/m}^3$$

1- احسب كثافة طاقة المجال المغناطيسي .

$$U_B = 4.22 \times 10^6 \text{ J}$$

2- احسب الطاقة الكلية في الملف اللولبي .

س9.57 نفرض أن هناك نجم نيوتروني يمتلك مجالاً مغناطيسياً بالقرب من سطحه مقداره (4.0 × 10¹⁰ T).

$$u_B = 6.366 \times 10^{26} \text{ J/m}^3$$

- احسب كثافة الطاقة لهذا المجال المغناطيسي ؟

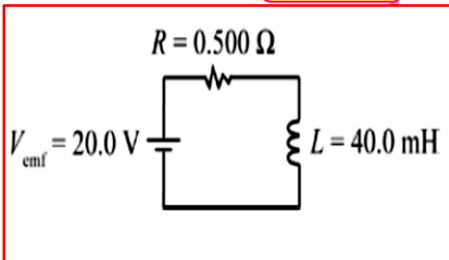
- أوجد الكثافة الكتلية في وضع السكون المرتبطة بكثافة الطاقة في المطلوب الأول ؟

$$\frac{u_B}{c^2} = \rho_{\text{rest}} = \frac{6.366 \cdot 10^{26} \text{ J/m}^3}{(3.00 \cdot 10^8 \text{ m/s}^2)^2} = 7.07 \cdot 10^9 \text{ kg/m}^3$$

س9.58 تؤثر قوة دافعة كهربائية مقدارها (20.0 V) في ملف معامل حثته (40.0 mH) ومقاومته (0.500 Ω). أجب عما يلي :

$$U = 2.0 \text{ J}$$

- حدد الطاقة المخزنة في المجال المغناطيسي عندما يبلغ التيار ربع قيمته العظمى ؟



مراجعة المفاهيم 9.8

ملف لولبي طويل ذو مقطع عرضي دائري نصف قطره (r = 8.1 cm) وطوله (l = 0.45m) وعدد لفاته (2.0 × 10⁴) لفة لكل متر يختزن الملف اللولبي طاقة قدرها (42.5mJ) عندما يحمل تياراً (i) فإذا تضاعف التيار إلى (2i) فإن الطاقة المخزنة في الملف :

(a) تقل بمعامل قدره 4

(b) تزداد بمعامل قدره 4

(c) تقل بمعامل قدره 2

(d) تزداد بمعامل قدره 2

تدريبات متنوعة

س51 وضعت حلقة دائرية في مجال مغناطيسي منتظم بثلاثة أوضاع مختلفة كما في الشكل المجاور :



(A) الوضع



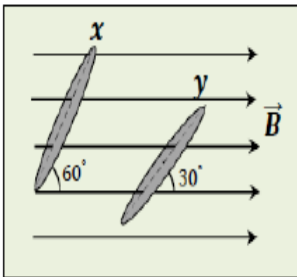
(B) الوضع



(C) الوضع

(1) في أي الأوضاع الثلاثة يكون التدفق المغناطيسي معدوماً .

(2) هل يمكن للتدفق الذي يجتاز الحلقة في الوضع (C) أن يكون أكبر من التدفق الذي يجتاز الحلقة في الوضع (A) ؟



س52 يظهر الشكل المجاور حلقتين متماثلتين يجتاها مجال مغناطيسي منتظم :

(1) احسب مقدار النسبة $\frac{(\phi_B)_y}{(\phi_B)_x}$.

(2) متى يكون التدفق الذي يجتاز سطح الحلقة صفراً .

س53 مولد كهربائي مساحة مقطع ملفه $(0.005m^2)$ يدار ملفه في مجال مغناطيسي منتظم شدته $(0.19T)$ فتتولد

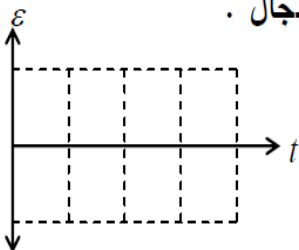
$$\varepsilon_{ind} = 200 \sin(50\pi t)$$

في ملفه قوة محركة كهربائية مستحثة تعطى بالمعادلة

(1) احسب عدد لفات ملف المولد .

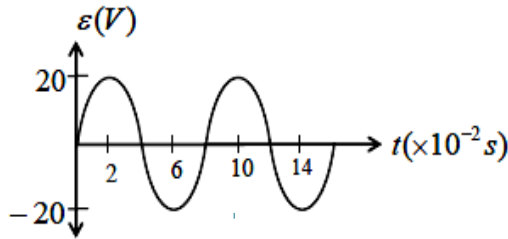
(2) احسب القوة المحركة المستحثة في الملف بعد مرور $(0.065s)$ على بدء دوارنه .

(3) احسب مقدار القوة المحركة المستحثة عندما يصبح مستوى الملف عمودياً على اتجاه المجال .



(4) مثل على الشبكة المجاور تغير القوة المحركة المتولدة مع الزمن .

س54 الشكل المجاور يمثل القوة المحركة المستحثة في ملف مولد كهربائي عدد لفاته (500) لفّة , أجب عما يلي :



(1) احسب السرعة الزاوية للملف .

(2) أكتب معادلة القوة المحركة المستحثة بدلالة الزمن .

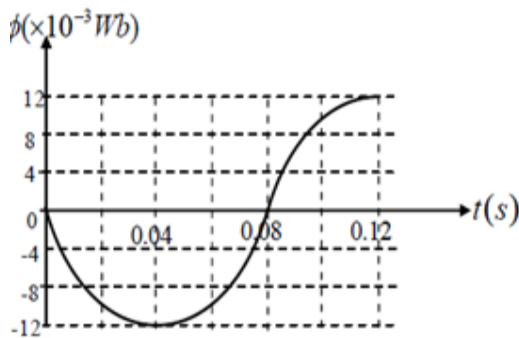
(3) ما نوع القوة المحركة المتولدة في الملف وما نوع التيار الناشئ عنها .

(4) احسب القيمة العظمى للتدفق الذي يجتاز سطح الملف , وخلال أي لحظات على الشكل يتحقق ذلك .

(5) احسب التدفق خلال سطح الملف بعد مرور (0.07s) على دورانه ؟

س55 ملف يحوي (75) لفّة يدور بسرعة زاوية ثابتة داخل مجال مغناطيسي شدته (0.5T) مثلت تغيرات التدفق

المغناطيسي الذي يجتاز سطح الملف مع الزمن كما في الشكل أدناه :



(1) احسب متوسط القوة المحركة المستحثة المتولدة خلال تلك الفترة .

(2) احسب السرعة الزاوية للملف .

(3) احسب القوة المحركة القصوى المستحثة في الملف .

س56 ملف على شكل مربع طول ضلعه (10 cm) يتكون من (500) لفة وضع عمودياً على مجال مغناطيسي منتظم شدته (0.1 T)

• احسب القوة الدافعة الكهربائية المستحثة المتولدة في الملف في الحالات التالية :

1- إذا قلب الملف خلال (0.05 s)

$$\Delta V_{ind} = 20.0 \text{ V}$$

2- إذا دار الملف ربع دورة خلال (0.025 s)

$$\Delta V_{ind} = 20.0 \text{ V}$$

3- عندما ينعدم التدفق خلال (0.15 s)

$$\Delta V_{ind} = 3.33 \text{ V}$$

4- عندما تزداد شدة المجال إلى (0.3 T) خلال (0.75 s)

$$\Delta V_{ind} = -1.33 \text{ V}$$

س57 ملف دائري صغير يتكون من لفة واحدة نصف قطره (5.0 cm) ومقاومته ($1.0 \times 10^{-3} \Omega$) وضع عند مركز ملف

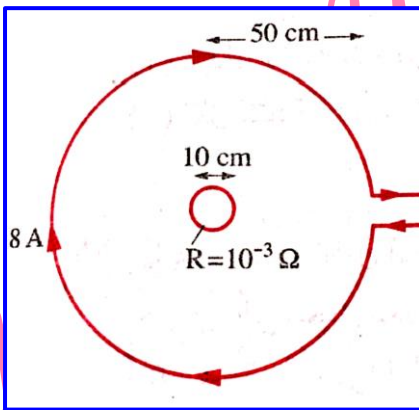
كبير يتكون أيضاً من لفة واحدة ونصف قطره (50.0 cm) ويمر بالملف الكبير تيار متغير بانتظام من

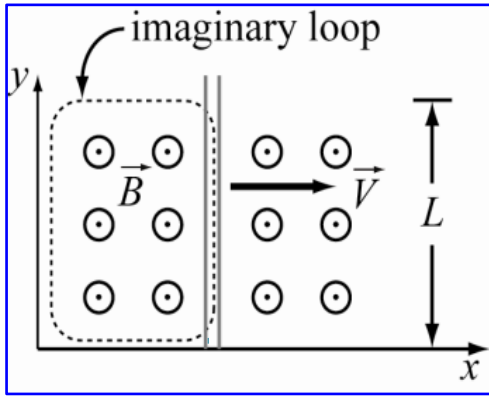
(0.0 A) إلى (8.0 A) خلال فترة زمنية مقدارها (10^{-6} s).

- احسب شدة التيار المار في الملف الصغير خلال هذه الفترة الزمنية ؟

(بفرض أن المجال المغناطيسي للملف الكبير منتظم حول مركزه)

$$I = 79.0 \text{ A}$$





س9.62 يتحرك سلك طوله ($l = 10.0 \text{ cm}$) بسرعة متجهة ثابتة في المستوى xy حيث يكون السلك موازياً لمحور (y) ويتحرك على طول المحور (x). إذا تم توجيه مجال مغناطيسي مقداره (1.0 T) في اتجاه محور (z) الموجب .

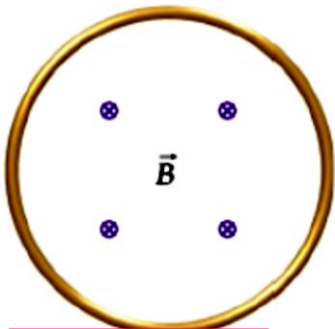
- ما مقدار السرعة المتجهة للسلك إذا كان ($\Delta V_{ind} = 2.0 \text{ V}$)

$$v = 20.0 \text{ m/s}$$

س9.65 يحمل ملف لولبي يتكون من (100) لفة وطوله (8.0 cm) ونصف قطره (6.0 mm) تيار شدته (0.40 A) يتدفق من اليمين إلى اليسار ثم يعكس التيار اتجاهه ليتدفق من اليسار إلى اليمين .

- ما مقدار تغير الطاقة المخزنة في المجال المغناطيسي داخل الملف اللولبي ؟ (إثرائي)

$$u_R = 1.42 \times 10^{-6} \text{ J/m}^3$$



س9.69 توضع حلقة سلكية أحادية مساحة مقطعها (5.0 m^2) في مستوى الصفحة ، كما بالشكل .

ثم يوجّه مجال مغناطيسي يتغير مع الزمن في منطقة مركز الحلقة إلى داخل الصفحة ويحدد

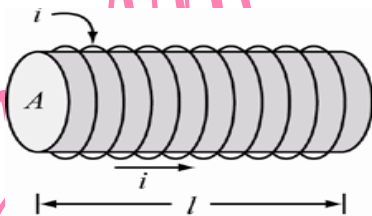
مقداره بالعلاقة $B = 3.0 \text{ T} + (2.0 \text{ T/s})t$ عند الزمن ($t = 2.0 \text{ s}$)

- ما مقدار فرق الجهد المستحث في الحلقة . وما اتجاه التيار المستحث ؟

$$\Delta V_{ind} = -10.0 \text{ V}$$

س9.71 يحمل ملف لولبي طويل (3.0 m) وعدد لفاته ($n = 90$ /م) تياراً شدته (3.0 A) ويحتوي على طاقة مخزنة

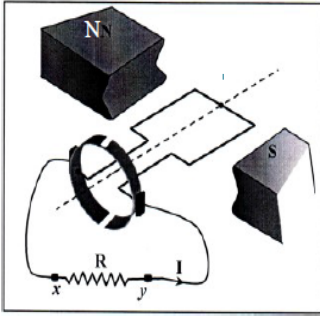
مقدارها (2.80 J) . ما مساحة المقطع العرضي للملف اللولبي ؟ (إثرائي)



$$A = 20.4 \text{ m}^2$$

س58) يبين الشكل المجاور رسماً تخطيطياً لمولد كهربائي عند لحظة معينة أثناء دوران ملفه في مجال مغناطيسي ، إذا كان التيار المستحث المار في المقاوم (R) يتجه من (x) إلى (y) أجب عما يلي :

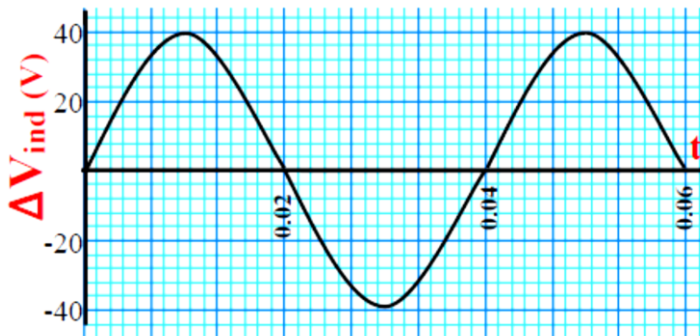
(1) ما نوع التيار الكهربائي المار في المقاوم (R) .



(2) في أي اتجاه بالنسبة لاتجاه دوران عقارب الساعة يدور ملف المولد .

(3) ما التغير الذي تجربه على الجهاز ليصبح محركاً كهربائياً .

س59) الرسم البياني المجاور يبين العلاقة بين القوة المحركة الكهربائية المستحثة في ملف مولد كهربائي عدد لفاته (1.0×10^3)



لفة ومساحة مقطعه (0.08 m^2) أجب عما يلي :

• اكتب معادلة القوة الدافعة المستحثة في الملف بدلالة الزمن؟

$$B = 3.19 \times 10^{-3} \text{ T}$$

• احسب شدة المجال المغناطيسي المنتظم الذي يدور في ملف المولد

س60) يبين الشكل المجاور ثلاث حلقات فلية متماثلة (س ، ص ، ع) عند لحظة ما أثناء حركتها نحو اليمين في

مجال مغناطيسي منتظم بالسرعة الثابتة نفسها ، اعتماداً على الشكل أجب عما يلي :

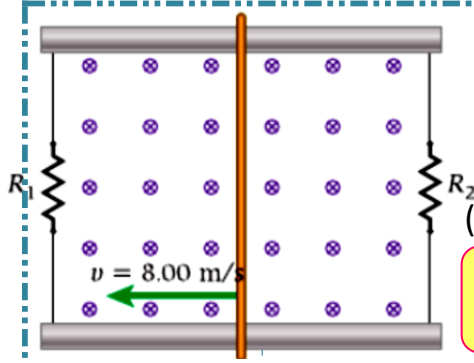
(1) رتب الحلقات تنازلياً تبعاً للتدفق المغناطيسي الذي يجتاز سطح كل منها (الأكبر من اليمين) .

\vec{B}



(2) حدد على الرسم اتجاه التيار المستحث في الحلقة (س) و (ع) .

(3) فسر عدم تولد تيار مستحث في الحلقة (ص) .



س9.75) ينزلق عمود توصيل طوله (50.0 cm) فوق ساقين فلزيين وموضوعين في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (1.0 kG) كما في الشكل ، يتصل طرفا العمود بمقاومين ($R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 200.0 \Omega$) يتحرك عمود التوصيل بسرعة ثابتة مقدارها (8.0 m/s)

$$I_1 = 4.0 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$I_2 = 2.0 \times 10^{-3} \text{ A}$$

(a) ما مقدار التيارين المارّين في المقاومين ؟

$$P = 2.4 \times 10^{-3} \text{ W}$$

(b) ما القدرة التي تصل إلى المقاومين ؟

$$F = 0.300 \text{ mN}$$

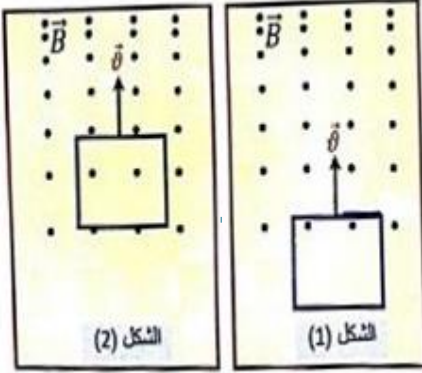
(c) ما القوة اللازمة للإبقاء على حركة العمود بسرعة متجهة ثابتة ؟

س9.83) يلقي خاتم قطره (1.95 cm) في الهواء مع الدوران لينتج سرعة زاوية مقدارها ($\omega = 13.3 \text{ rev/s}$) ويكون محور الدوران هو قطر الخاتم . فإذا كان مقدار المجال المغناطيسي للأرض في موقع الخاتم هو ($4.77 \times 10^{-5} \text{ T}$) .

$$\Delta V_{ind} = 1.19 \times 10^{-6} \text{ V}$$

- ما أقصى حد لفرق الجهد المستحث في الخاتم ؟

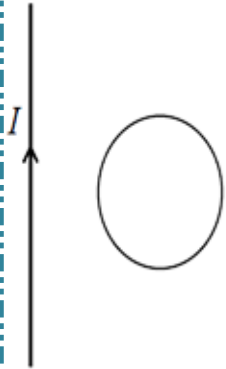
س61 يظهر الشكل (1) المجاور حلقة مصنوعة من سلك فلزي تدخل إلى منطقة يؤثر فيها مجال مغناطيسي غير منتظم :



- (1) حدد على الشكل (1) اتجاه التيار المستحث في الحلقة .
- (2) إذا استمرت الحلقة في حركتها بالسرعة الثابتة نفسها بعد دخولها بالكامل إلى المجال

كما في الشكل (2) , فسر استمرار تدفق تيار مستحث في الحلقة عندئذ .

س62 يبين الشكل المجاور سلكاً مستقيماً وطويلاً يحمل تياراً كهربائياً مستمراً وحلقة من سلك موصل



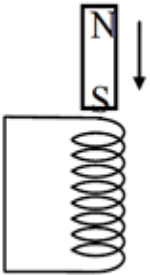
السلك المستقيم والحلقة يقعان في مستوى الصفحة , حدد اتجاه التيار المستحث في الحلقة إذا :

(1) سحبت الحلقة بسرعة ثابتة في مستوى الصفحة نحو اليسار باتجاه السلك .

(2) سحبت الحلقة بسرعة ثابتة في مستوى الصفحة لأعلى باتجاه مواز للسلك .

س63 تم اسقاط مغناطيس قوي داخل ملف حلزوني رأسي طويل كما في الشكل :

(1) هل يؤدي ذلك إلى حث تيار كهربائي في الملف ولماذا ؟

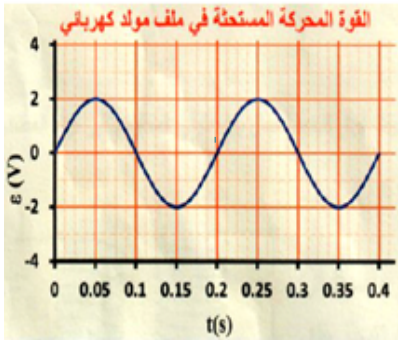


(2) كيف يؤثر التيار المستحث في حركة المغناطيس (يسرعها أم يبطئها) ولماذا .

(3) هل يسقط المغناطيس بعجلة السقوط الحر نفسها أم بأقل منها أم يساويها .

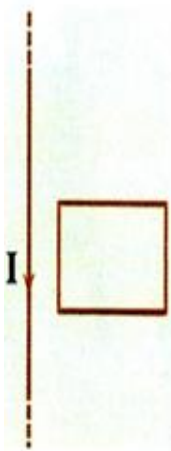
س64 كلما كان دوران ملف مولد أسرع يصعب تدوير هذا الملف , استخدم قانون لنز لتعليل ذلك ؟

س65 يدور ملف مولد مكون من (250) لفة بسرعة زاوية ثابتة في مجال مغناطيسي منتظم اتجاهه يعامد محور الدوران ، مثلت تغيرات القوة المحركة المستحثة في الملف مع الزمن فكانت كما في الرسم المجاور إذا كانت مساحة سطح كل لفة $(0.015 m^2)$:
 (1) احسب مقدار شدة المجال المغناطيسي المؤثر في الملف .

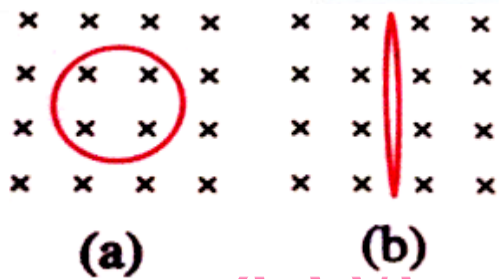


(2) ارسم على الشبكة نفسها الخط البياني لتغيرات القوة المحركة الكهربائية المستحثة في الملف مع الزمن إذا أنقصت السرعة الزاوية لدوران الملف إلى نصف ما كانت عليه .

س66 وضع سلك مستقيم طويل جداً ويحمل تياراً مستمراً بجوار حلقة نحاسية كما في الشكل المجاور ، اكتب في العمود الأول من الجدول إجراء واحداً يجب القيام به لتحقيق ما هو مذكور في العمود الثاني .



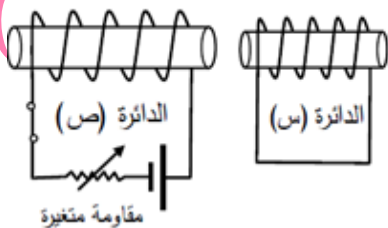
العمود الأول	العمود الثاني
(1)	لا يتولد تيار مستحث في الحلقة أثناء تحريكها
(2)	يتولد في الحلقة تيار مستحث يدور مع عقارب الساعة

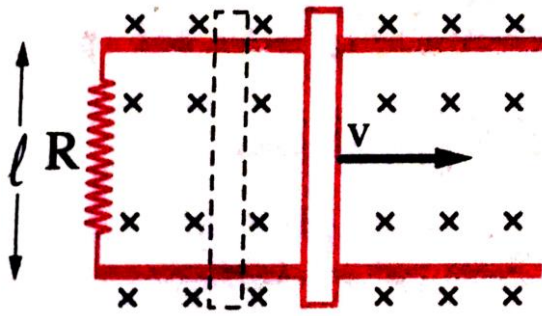


س67 لفة من سلك مرن مصنوع من مادة موصلة نصف قطرها $(0.12 m)$ عمودية على مجال مغناطيسي منتظم شدته $(0.15 T)$ كما بالشكل (a) فإذا تم الضغط على جانبي اللفة حتى أصبح مساحتها $(3.0 \times 10^{-3} m^2)$ كما بالشكل (b) في زمن قدره $(0.2 s)$
 - احسب القوة المحركة المستحثة المتولدة في الملف ؟

$$\Delta V_{ind} = 31.7 \times 10^{-3} V$$

س68 يظهر الشكل المجاور دائرتين متجاورتين (س ، ص) ، حدد طريقتين مختلفتين يمكن من خلالهما توليد قطب مغناطيسي شمالي في الطرف الأيمن لملف الدائرة (س) .





س70 في الشكل المقابل إذا كانت $(l = 15.0 \text{ cm})$ ، $(R = 25.0 \Omega)$ ، $(B = 0.6 \text{ T})$ ، $(v = 8.0 \text{ m/s})$ بفرض ان مقاومة ساق النحاس المنزلة والقضيبين مهملة . اجب عما يلي :

1- احسب القوة المحركة المستحثة.

2- احسب شدة التيار المستحث

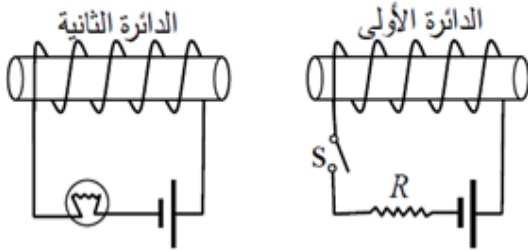
3- احسب القدرة المستنفذة في المقاومة

س71 ماذا يحدث لسطوع المصباح في الحالات التالية :

(1) عند غلق المفتاح (s) .

(2) عند زيادة قيمة المقاومة (R) .

(3) عند فتح المفتاح (s) .



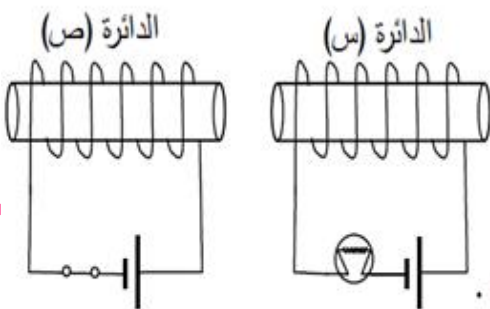
س72 في الشكل معامل الحث المتبادل بين الدائرتين (0.8 H) عند فتح الدائرة (ص) تنافست شدة التيار المار فيها

من (2.5 A) إلى أن تلاشى كلياً خلال (0.25 s) أجب عما يلي :

(1) احسب القوة المحركة المستحثة المتولدة في الدائرة (س) .

(2) ماذا يحدث لدرجة سطوع المصباح في الدائرة (س) لحظة فتح الدائرة (ص) ولماذا .

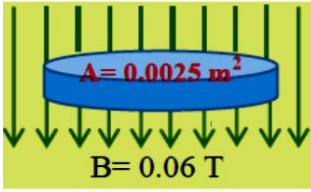
(3) ما اسم القانون المتبع لتحديد اتجاه التيار المستحث .



أختر أنسب تكملة لكل مما يلي ثم ضع في المربع أمامها إشارة (✓)

1. يبلغ التدفق المغناطيسي الذي يجتاز سطح حلقة قيمتها القصوى عندما يكون فيها مستوى الحلقة:

- ☐ عمودياً على خطوط المجال المغناطيسي ☐ موازياً لخطوط المجال المغناطيسي
☐ يصنع زاوية حادة مع خطوط المجال المغناطيسي ☐ يصنع زاوية منفرجة مع خطوط المجال المغناطيسي

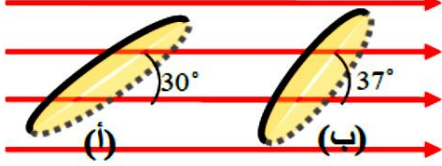


2. ما مقدار التدفق المغناطيسي الذي يجتاز السطح الطوي للقرص الموضح في الشكل المجاور؟

- ☐ $-1.5 \times 10^{-4} \text{ Tm}^2$ ☐ $+1.5 \times 10^{-4} \text{ Tm}^2$
☐ $+4.17 \times 10^{-2} \text{ Tm}^2$ ☐ $-4.17 \times 10^{-2} \text{ Tm}^2$

3. الحلقة في الوضع (أ) يميل سطحها على خطوط لمجال مغناطيسي منتظم فكان التدفق الذي يجتاز سطحها

$2.0 \times 10^{-4} \text{ Wb}$ إن مقدار التدفق المغناطيسي الذي يجتاز سطحها في الوضع (ب) يساوي



- ☐ $1.0 \times 10^{-4} \text{ Wb}$ ☐ $1.2 \times 10^{-4} \text{ Wb}$
☐ $9.0 \times 10^{-5} \text{ Wb}$ ☐ $2.4 \times 10^{-4} \text{ Wb}$

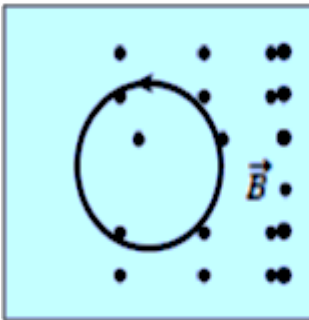
4. ما نسبة التدفق المغناطيسي الذي يجتاز سطح الحلقة (Y) إلى التدفق المغناطيسي

الذي يجتاز سطح الحلقة (X) في الشكل المجاور إذا كانت مساحة سطح

الحلقة (Y) مثلي مساحة سطح الحلقة (X)؟

- ☐ $\frac{2}{1}$ ☐ $\frac{1}{2}$
☐ $\frac{1}{1}$ ☐ $\frac{1}{\sqrt{2}}$

5. في الشكل المجاور، لكي يتولد في الحلقة الموصلة تيار كهربائي مستحث اتجاهه باتجاه عكس دوران عقارب الساعة:



- ☐ سحب الحلقة بسرعة ثابتة في مستوى الصفحة نحو الأعلى.
☐ سحب الحلقة بسرعة ثابتة في مستوى الصفحة نحو الأسفل.
☐ نقص شدة المجال المغناطيسي تدريجياً.
☐ زهد شدة المجال المغناطيسي تدريجياً.

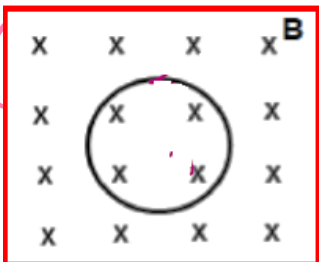
6. الشكل المجاور حلقة موضوعة في مجال مغناطيسي B منتظم كما بالشكل إذا زاد شدة المجال المغناطيسي فإنه

☒ يتولد تيار مستحث في الحلقة عمودي على الصفحة نحو الداخل

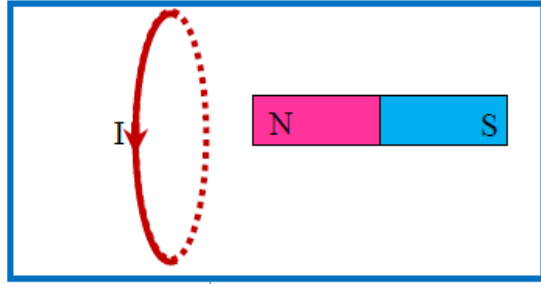
☐ لا يتولد تيار مستحث في الحلقة

☐ يتولد تيار مستحث في الحلقة عكس عقارب الساعة

☐ يتولد تيار مستحث في الحلقة مع عقارب الساعة



7. حلقة مستواها عمودي على مستوى الصفحة، يمر بها تيار مستحث كما هو مبين بالشكل المجاور بسبب



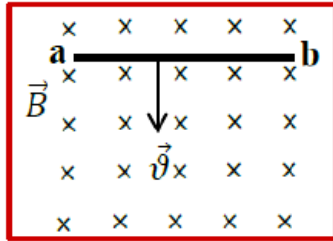
- ☐ حركة المغناطيس باتجاه مستوى الحلقة. (لليسار)
- ☐ حركة المغناطيس باتجاه أعلى الصفحة (لأعلى)
- ☐ حركة المغناطيس باتجاه أسفل الصفحة (لأسفل)
- ☐ حركة المغناطيس بعيداً عن مستوى الحلقة. (لليمين)

8. حلقتان معدنيتان قطر الأولى **ضعف** قطر الثانية فإذا كان معدل التغير في التدفق المغناطيسي فيهما واحد، فإن نسبة $(\Delta V_{1(ind)})$ التأثيرية المتولدة في الأولى إلى $(\Delta V_{2(ind)})$ التأثيرية في الثانية هي :



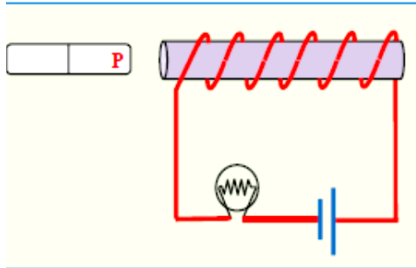
- $\frac{1}{2}$ ☐
- $\frac{1}{1}$ ☐
- $\frac{2}{1}$ ☐
- $\frac{4}{1}$ ☐

9. أي مما يلي صحيح عند حركة الموصل ab بسرعة ثابتة في الشكل المجاور؟



- ☐ يعمل الموصل كبطارية ويكون الطرف a قطباً موجباً والطرف b قطباً سالباً
- ☐ يعمل الموصل كبطارية ويكون الطرف b قطباً موجباً والطرف a قطباً سالباً
- ☐ يمر تيار كهربائي مستحث من الطرف a الى الطرف b
- ☐ يمر تيار كهربائي مستحث من الطرف b الى الطرف a

10. من خلال الشكل المجاور عند تحريك المغناطيس قطب المغناطيس نسبياً من طرف الملف **قلت** **إضاءة المصباح بالدائرة فما نوع القطب P واتجاه حركة المغناطيس**



<input type="checkbox"/> تحرك المغناطيس نحو طرف الملف (لليمين)	قطب المغناطيس P جنوبي
<input type="checkbox"/> تحرك المغناطيس بعيداً عن طرف الملف (لليسار)	قطب المغناطيس P شمالي
<input type="checkbox"/> تحرك المغناطيس بعيداً عن طرف الملف (لليسار)	قطب المغناطيس P جنوبي
<input type="checkbox"/> تحرك المغناطيس للأعلى	قطب المغناطيس P جنوبي

11. تبلغ القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في ملف لمولد كهربائي قيمتها **الصغرى** في اللحظة التي يكون فيها مستوى الملف :

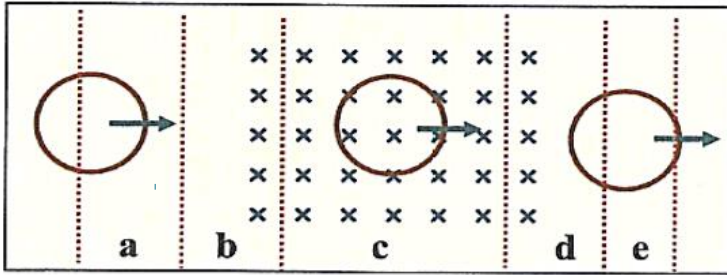
- ☐ يصنع زاوية منفرجة مع خطوط المجال المغناطيسي
- ☐ يصنع زاوية حادة مع خطوط المجال المغناطيسي
- ☐ موازياً لخطوط المجال المغناطيسي
- ☐ عمودياً على خطوط المجال المغناطيسي

12. ملف مكون من (150) لفة ومساحة مقطعه (0.22 m^2)، يدور بسرعة زاوية قدرها (120 rad/s) حول محور دوران عمودي على مجال مغناطيسي منتظم شدته (0.025 T). **القيمة القصوى للقوة الكهربائية المستحثة المتولدة في الملف تساوي:**

- $2.0 \times 10^4 \text{ V}$ ☐
- 11 V ☐
- 450 V ☐
- 99 V ☐

13. يتكون ملف بسيط من حلقة تدور داخل مجال مغناطيسي ثابت، إذا كانت الحلقة تدور بتردد f فإنه يمكن تحديد التدفق المغناطيسي عن طريق المعادلة $\Phi_B(t) = BA \cos(2\pi ft)$ فإذا كان $B = 1.0T$ و $A = 1.0m^2$ كم يجب أن تكون قيمة f حتى يصبح قيمة الحد الأقصى لفرق الجهد المستحث يساوي $110V$ ؟
- ☐ $55Hz$ ☐ $17.5Hz$
☐ $35Hz$ ☐ $8.5Hz$
14. تم تدوير ملف مكون من 2×10^4 لفة حول محور دوران عمودي على مجال مغناطيسي منتظم شدته $3.0G$ ونصف قطر الحلقات يساوي $40cm$ فإذا دار الملف بتردد قدره $150Hz$ فما أقصى تيار مستحث يتدفق في مقاومة قدرها $R = 1.5k\Omega$
- ☐ $3.79A$ ☐ $190A$
☐ $1.89A$ ☐ $4.73A$
15. إذا كانت القيمة القصوى للقوة المحركة الكهربائية المستحثة في ملف تساوي $40V$ عند دورانه في مجال مغناطيسي بمعدل 60 دورة في الثانية فإن مقدار القوة العظمى للقوة المحركة المستحثة عندما يدور بمعدل 90 دور في الثانية مع بقاء المجال ثابت تساوي:
- ☐ $120V$ ☐ $30V$
☐ $60V$ ☐ $90V$
16. لزيادة معامل الحث الذاتي لملف قلبه من الحديد، نعد إلى:
- ☐ زيادة طوله ☐ نزع قلب الحديد
☐ زيادة عدد لفاته ☐ انقاص مساحة مقطعه
17. ملف لولبي منتظم طويل أخذ منه جزء فيه 10 لفات معامل الحث الذاتي له L لذا فإن معامل الحث الذاتي لجزء آخر فيه 30 لفة يساوي:
- ☐ $3L$ ☐ $9L$
☐ $30L$ ☐ $90L$
18. إذا نقصت عدد لفات ملف حلزوني إلى نصف ما كانت عليه وزيد شدة التيار المار فيه إلى ضعف ما كان عليه فإن معامل حثه الذاتي L :
- ☐ لا يتغير ☐ يزيد إلى ضعف ما كان عليه
☐ يقل إلى ربع ما كان عليه ☐ يقل إلى نصف ما كان عليه
19. وحدة قياس معامل الحث الذاتي هنري H وهي تكافئ
- ☐ Wb/A ☐ $T/A.s$
☐ $V.A/s$ ☐ $V/A.s$

9- تتحرك حلقة نحاسية نحو اليمين كما في الشكل المجاور بحيث تمر من خلال مجال مغناطيسي منتظم ، في أي المناطق المحددة في الشكل يمر في الحلقة تيار كهربائي مستحث خلال حركتها؟



- ☐ المنطقتان a و c
- ☐ المنطقتان e و c
- ☐ المنطقتان a و e
- ☐ المنطقتان d و b

10- حلقة فلزية مستطيلة الشكل طولها (4.0 cm) وعرضها (2.0 cm) يجتازها مجال مغناطيسي بوحدة (T)

عموديا على سطحها ويتغير مع الزمن وفق المعادلة $[B(t) = 7.0 t^2]$ ، ما مقدار فرق الجهد المستحث في الحلقة عندما $(t = 5.0 s)$ ؟

مساعدة

$$\Delta V_{ind} = - \frac{d(AB \cos \theta)}{dt}$$

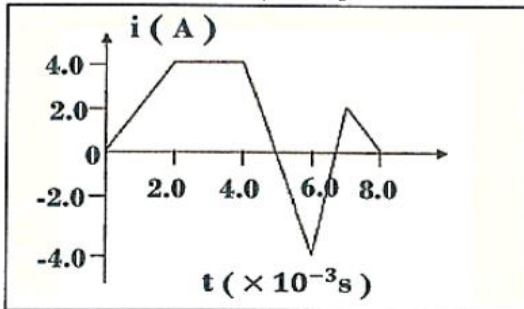
- ☐ 0.06 V
- ☐ 0.60 V
- ☐ 1.4 V
- ☐ 0.14 V

11- ما شدة التيار المستمر الذي يتدفق في ملف معامل حثته الذاتي (1.2 H) ويخزن طاقة كهربائية (375 J) ؟

- ☐ 18 A
- ☐ 5.0 A
- ☐ 1.8 A
- ☐ 25 A

12- يظهر الرسم البياني المجاور تغيرات شدة التيار والزمن في ملف معامل حثته الذاتي (10 mH) ،

ما مقدار أكبر فرق جهد مستحث في الملف خلال فترات تغيرات التيار الموضحة في الرسم؟



- ☐ 20 V
- ☐ 30 V
- ☐ 40 V
- ☐ 60 V

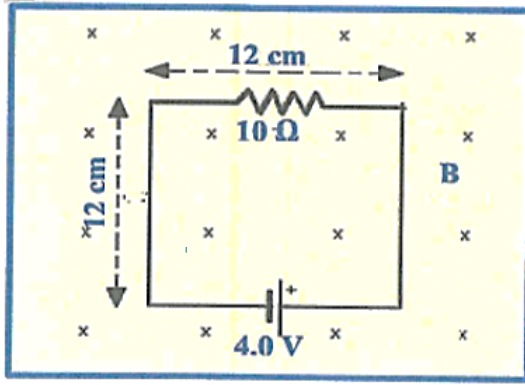
14- مصدر تيار متردد يعطي جهدا كهربائيا وفق المعادلة $[V = 200 (\sin 2\pi 60 t)]$ تم توصيله

بمقاوم (20 Ω) ، ما مقدار متوسط القدرة الكهربائية المبذولة في المقاوم ؟

- ☐ 1000 W
- ☐ 4000 W
- ☐ 2000 W
- ☐ 8000 W

19- في الشكل المجاور ينخفض المجال المغناطيسي الذي يجتاز الدائرة الكهربائية بمعدل (150 T/s) ،

- احسب شدة التيار المار في المقاوم خلال انخفاض المجال المغناطيسي.



20- ملف حثي يمر فيه تيار مستمر وتتغير شدة التيار بوحدة (A) وفق المعادلة $[i(t) = 5 + 7t - 2t^2]$ ، عند اللحظة $(t = 3.0 \text{ s})$ كان فرق الجهد المستحث في الملف (0.036 V) .

- احسب معامل الحث الذاتي للملف .

مساعدة

$$\Delta V_{ind} = -L \frac{di}{dt}$$