إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة

إجابات أسئلة الأنشطة

نشاط ٥-١: خطوط المجال المغناطيسي

١. أ. دائرية تتمركز حول السلك.

ب. تدور عكس اتجاه عقارب الساعة.

ج. الأقرب إلى السلك؛ وتكون خطوط المجال المغناطيسي متقاربة بعضها من بعض.

د. ستكون خطوط المجال المغناطيسي دائرية مع اتجاه عقارب الساعة.

هـ. ستصبح خطوط المجال المغناطيسي متقاربة أكثر بعضها من بعض.

٢. أ. اليد اليمنى.

ب. إلى اتجاه التيار الكهربائي.

ج. إلى اتجاه خطوط المجال المغناطيسي.

٣. أ. اليد اليمنى.

ب. إلى اتجاه خطوط المجال المغناطيسي داخل الملف.

ج. إلى اتجاه التيار الكهربائي حول الملف.

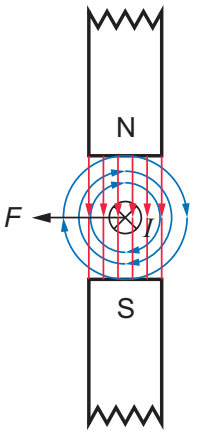
د. زيادة شدة التيار الكهربائي، زيادة عدد لفات الملف لوحدة الطول، إضافة قلب حديدي.

هـ. سوف يتجاذبان؛ سيكون للملف الثاني قطب جنوبي في نهايته اليمنى وسيجذب القطب الشمالي للملف الأول.

و. بعكس اتجاه التيار الكهربائي في أحد الملفَّين.

نشاط ٥-٢: القوة المؤثرة على سلك يسري فيه تيار كهربائي

١. أ-ج.



د. تلغي خطوط المجال المغناطيسي وخطوط المجال المغناطيسي المحيط بالتيار الكهربائي إلى اليسار بعضها بعضًا (لأنها متعاكسة بالاتجاه)؛ وتجمع (تضاف) خطوط المجال المغناطيسي وخطوط المجال المغناطيسي المحيط بالتيار الكهربائي إلى اليمين، لذلك تكون القوة إلى اليسار.

٢. أ. يمثل الإبهام اتجاه القوة.

يمثل الإصبع الأول (السبّابة) اتجاه المجال المغناطيسي.

يمثل الإصبع الثاني (الوسطى) اتجاه التيار الكهربائي.

ب. تكون القوة عمودية على الصفحة وباتجاه داخل الصفحة في الشكل ٥-٤ (ب)، ويكون اتجاه القوة إلى أعلى الصفحة في الشكل ٥-٤ (ج).

٣. أ. F : القوة (الوحدة نيوتن، N).

B : كثافة الفيض المغناطيسي (الوحدة تسلا، T).

I : شدة التيار الكهربائي (الوحدة أمبير، A).

L : طول الموصل (الوحدة متر، m).

المعلم الإلكتروني للتأمل

ب. $B = \frac{F}{IL}$

وحدة B = $[N][A]^{-1}[m]^{-1}$

بما أن $F = ma$ ، وحدتها

$[N] = [kg][m][s]^{-2}$

وبالتعويض نحصل على:

وحدة B =

$[kg][m][s]^{-2}[A]^{-1}[m]^{-1} = [kg][A]^{-1}[s]^{-2}$

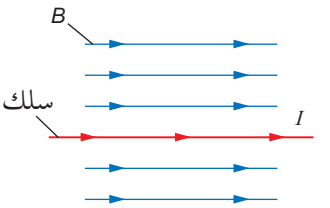
ج. $\vec{B}$ و $\vec{F}$ و I

د. $F = BIL \sin\theta$

هـ. $F = BIL \sin\theta$

$= 0.250 \times 0.30 \times 0.40 \times \sin 90° = 0.030$ N

و.



٤. أ. $F = BIL \sin\theta$

$B = \frac{F}{IL \sin\theta} = \frac{8.0 \times 10^{-3}}{200 \times 10^{-3} \times 0.1 \times \sin 90°}$

$= 0.40$ T

ب. $F = BIL \sin\theta$

$= 32 \times 10^{-6} \times 5.0 \times 1.0 \times \sin 90°$

$= 1.6 \times 10^{-4}$ N

ج. وزن السلك = 0.2 N تقريبًا؛ 1000 مرّة أكبر من مقدار القوة المغناطيسية.

٥. أ. إلى الأسفل من القطب الموجب إلى القطب السالب للبطارية.

ب. يكون اتجاه المجال المغناطيسي عموديًا إلى داخل الصفحة. يشير الإصبع الأوسط من اليد اليسرى إلى أسفل الصفحة، ويشير الإبهام إلى اليمين في اتجاه القوة، وتشير السبّابة إلى اتجاه المجال المغناطيسي.

نشاط ٥-٣: الفيض المغناطيسي وكثافة الفيض المغناطيسي والفيض المغناطيسي الكلي

١. الفيض المغناطيسي: كثافة الفيض المغناطيسي عموديًا على دائرة مضروبًا في مساحة المقطع العرضي.

الفيض المغناطيسي الكلي: الفيض المغناطيسي عبر ملف مضروبًا في عدد اللفات.

كثافة الفيض المغناطيسي: القوة المؤثرة لكل وحدة تيار كهربائي لكل وحدة طول على سلك موضوع بزاوية قائمة مع المجال المغناطيسي.

الويبر: الفيض المغناطيسي الذي يمر عبر مساحة 1 m^2 عندما تكون كثافة الفيض المغناطيسي 1 T

٢. أ. تعطي كثافة الفيض المغناطيسي شدة المجال المغناطيسي أو مدى تقارب خطوط المجال بعضها من بعض.

يخبرنا الفيض المغناطيسي بعدد الخطوط التي تمر عبر دائرة ما، على سبيل المثال ملف.

يعطينا الفيض المغناطيسي الكلي عدد الخطوط التي تحسب لكل لفة على حدة أو بطريقة أخرى تحسب في كل مرة يمر فيها الخط من خلال لفة مختلفة.

ب. الفيض المغناطيسي = Wb

كثافة الفيض المغناطيسي = T (أو $Wb\ m^{-2}$)

الفيض المغناطيسي الكلي = Wb

أو (Wb-turns)

ج. الفيض المغناطيسي كله يمر من الملف الابتدائي إلى الملف الثانوي (لا شيء يمر عبر الهواء)؛ في حين يكون للملفَّين عدد مختلف من اللفات.

المعلم الإلكتروني الشامل

٣. أ. أن تضع فاطمة مستوى الحلقة بزاوية 90° مع المجال المغناطيسي (يكون العمودي على الحلقة موازيًا لاتجاه المجال المغناطيسي).

ب. الفيض المغناطيسي:

$\Phi = BA$

$= 5.0 \times 10^{-5} \times 1.8 \times 10^{-4}$

$= 9.0 \times 10^{-9}$ Wb

ج. لأنه توجد لفة واحدة فقط في الحلقة ($N = 1$).

٤. الفيض المغناطيسي الكلي:

$N\Phi = NBA$

وبما أنّ مركّبة $\vec{B}$ العمودية على A هي:

$= B \sin\theta$

فبالتالي يصبح الفيض المغناطيسي الكلي:

$= NBA \sin\theta$

٥. أ. في هذه الحالة يكون الفيض المغناطيسي عند حده الأقصى $= BA$

أي أن الحد الأقصى للفيض:

$= 0.028 \times 2.5 \times 10^{-4} = 7.0 \times 10^{-6}$ Wb

ب. في هذه الحالة يكون الفيض المغناطيسي عند حده الأدنى $= 0$

ج. مركّبة $\vec{B}$ العمودية على A هي:

$= B \sin\theta = 0.028 \times \sin30° = 0.014$ T

الفيض المغناطيسي:

$= 0.014 \times 2.5 \times 10^{-4} = 3.5 \times 10^{-6}$ Wb

أو:

$\Phi = BAN \cos\theta$

$= 0.028 \times 2.5 \times 10^{-4} \times \cos 60°$

$= 3.5 \times 10^{-6}$ Wb

٦. مساحة الملف A:

$= 0.020 \times 0.020 = 4.0 \times 10^{-4}$ m^2

الفيض المغناطيسي الكلي $= BAN \sin\theta$ (حيث θ هي الزاوية بين مستوى الملف والمجال المغناطيسي).

الفيض المغناطيسي الكلي:

$N\Phi = 2.8 \times 10^{-2} \times 4.0 \times 10^{-4} \times 50 \times \sin35°$

$= 3.2 \times 10^{-4}$ Wb

٧. أ. $\Phi = BA = 0.010 \times 2.0 \times 10^{-4}$

$= 2.0 \times 10^{-6}$ Wb

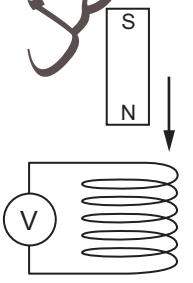
ب. الفيض المغناطيسي الكلي $= N\Phi$

$N = \dfrac{\text{الفيض المغناطيسي الكلي}}{\Phi}$

$= \dfrac{3.0 \times 10^{-5}}{2.0 \times 10^{-6}} = 15$ لفة

نشاط ٥-٤: قانون فاراداي للحث الكهرومغناطيسي وقانون لنز

١. أ. يجب أن يُظهر الرسم التخطيطي مجالًا مغناطيسيًا، وموصلًا (أو ملفًا)، وفولتميتر، أو راسم ذبذبات (c.r.o.) أو أميتر للكشف عن القوة الدافعة الكهربائية، على سبيل المثال:



ب. يجب أن يشرح كيفية تحقّق التغيّر في الفيض المغناطيسي الكلي وكذلك يشرح القياسات التي تم إجراؤها على الكاشف، على سبيل المثال: حرّك الملف خارج المجال المغناطيسي، ولاحظ الحدّ الأقصى لفرق

المعلم الإلكتروني الشامل

الجهد على راسم الذبذبات. كرّر إبعاد الملف في نصف الزمن الذي استغرقته من قبل، تجد أن تغيّر الفيض المغناطيسي الكلي هو نفسه ولكن معدل التغيّر يتضاعف مرتَين وكذلك قراءة راسم الذبذبات.

٢. أ. لأن الفيض المغناطيسي في الملف يتغيّر وشكل الملف مع المقاومة دائرة مغلقة.

ب. قطب شمالي؛ لأنه يتنافر مع القطب الشمالي للمغناطيس الذي يقترب منه أو يقلّل من (يقاوم) زيادة الفيض المغناطيسي.

ج. قطب شمالي؛ لأنه يتجاذب مع القطب الجنوبي للمغناطيس الذي يتركه أو يقلّل من (يقاوم) تناقص الفيض المغناطيسي.

د. لأن المغناطيس يتحرك أسرع عندما يترك الملف؛ فيكون معدل تغيّر الفيض المغناطيسي أكبر.

هـ. استخدام مغناطيس أقوى؛ تحريك المغناطيس أسرع؛ زيادة عدد اللفات في الملف؛ خفض مقدار المقاومة.

٣. أ. لأن هناك تغيّرًا في الفيض المغناطيسي خلال الملف عندما يدور الملف.

ب. لأن الفيض المغناطيسي يكون صفرًا في هذه المرحلة ولكن تغيره يكون أكبر ما يمكن.

ج. زيادة عدد اللفات أو تدوير الملف أسرع أو استخدام ملف ذي مساحة مقطع عرضي أكبر أو استخدام مجال مغناطيسي أقوى؛ كل هذه تزيد من معدل تغيّر الفيض المغناطيسي الكلي خلال الملف:

$$\frac{\Delta(N\Phi)}{\Delta t} = \frac{\Delta(NBA)}{\Delta t}$$

يؤدي تدوير الملف أسرع إلى تقليل زمن التغيّر.

نشاط ٥-٥: المزيد حول قانون فاراداي

١. $T\ m^2\ s^{-1}$ ؛ V ؛ $J\ C^{-1}$

٢. أ. الفيض المغناطيسي الكلي:

$$N\Phi = NBA$$
$$= 50 \times 0.20 \times 8.0 \times 10^{-4}$$
$$= 8.0 \times 10^{-3}\ Wb$$

ب. $$\varepsilon = \frac{\Delta(N\Phi)}{\Delta t} = \frac{8.0 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-3}} = 0.16\ V$$

ج. يتغير الفيض المغناطيسي الكلي من $8.0 \times 10^{-3}\ Wb$ إلى $-8.0 \times 10^{-3}\ Wb$ في الزمن نفسه. لذلك يتضاعف التغيّر في الفيض المغناطيسي الكلي في الزمن نفسه.

$$\varepsilon = 2 \times 0.16 = 0.32\ V$$

٣. $$\varepsilon = \frac{\Delta(N\Phi)}{\Delta t} = NA\frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{\varepsilon}{NA} = \frac{12}{3000 \times 2.0 \times 10^{-4}} = 20\ T\ s^{-1}$$

٤. $$\varepsilon = \frac{\Delta(N\Phi)}{\Delta t} = \frac{\Delta(NBA)}{\Delta t}$$

بإعادة ترتيب معادلة ε للحصول على Δt:

$$\Delta t = \frac{\Delta(NBA)}{\varepsilon} = \frac{200 \times 0.090 \times 1.6 \times 10^{-3}}{15}$$
$$= 1.9 \times 10^{-3}\ s$$

٥. أ. $$\varepsilon = \frac{\Delta(N\Phi)}{\Delta t} = \frac{\Delta(NBA)}{\Delta t}$$
$$= \frac{1 \times 5.0 \times 10^{-4} \times 6.0 \times 10^{-4}}{0.60} = 5.0 \times 10^{-7}\ V$$

باستخدام $V = IR$ وبإعادة ترتيب المعادلة:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{5.0 \times 10^{-7}}{3.6} = 1.4 \times 10^{-7}\ A$$

ب. لأن الفيض المغناطيسي عبر حلقة السلك لا يتغيّر.

٦. أ. لأنه عند الحد الأقصى للفيض المغناطيسي يكون الفيض ثابتًا لحظيًا.

ب. لأن معدل تغير الفيض المغناطيسي يكون أكبر ما يمكن.

المعلم الإلكتروني الشامل

٧. أ. $\varepsilon = \frac{\Delta(N\Phi)}{\Delta t} = \frac{0.20}{0.100} = 2.0\ \text{V}$

(هذه القيمة ستكون سالبة)

ب. $\varepsilon = \frac{\Delta(N\Phi)}{\Delta t} = \frac{0.20 - 0.10}{0.200} = 0.5\ \text{V}$

(هذه القيمة ستكون موجبة)

ج. $\varepsilon = 0\ \text{V}$ (لأنه لا يوجد تغيّر في الفيض المغناطيسي الكلي).

٨. أ. 0 ms ، 20 ms ، 40 ms ، 60 ms ، 80 ms أو 100 ms

ب. 10 ms ، 30 ms ، 50 ms ، 70 ms أو 90 ms

ج. القوة الدافعة الكهربائية المستحثة.

د. القوة الدافعة الكهربائية المستحثة هي ميل التمثيل البياني.

مماس الرسم عند 40 ms يعطي الميل:

$= \frac{2.0 - (-2.0)}{0.048 - 0.032} = 250\ \text{V}$

القيمة القصوى للقوة الدافعة الكهربائية المستحثة = 250 V

هـ. القيمة القصوى للفيض المغناطيسي الكلي:

$= 2.0\ \text{Wb} = BAN$

$B = \frac{2.0}{AN} = \frac{2.0}{1.6 \times 10^{-2} \times 500} = 0.25\ \text{T}$

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. أ. القوة المؤثرة لكل وحدة تيار كهربائي لكل وحدة طول على سلك موضوع بزاوية قائمة مع المجال المغناطيسي ووحدة قياسها التسلا Tesla (T).

ب. ١. قطب شمالي.

٢. قوة تنافر؛ لأن القطب الجنوبي للملف الزنبركي A يواجه القطب الجنوبي للملف الزنبركي B.

٣. القوتان متساويتان في المقدار (لكن اتجاههما متعاكسان)؛ وهذا مثال على القانون الثالث لنيوتن. يكون للملف الزنبركي A تيار كهربائي شدته أكبر ويتأثر بمجال أضعف؛ ويكون للملف الزنبركي B تيار كهربائي شدته أصغر ويتأثر بمجال أقوى، والقوتان الناتجتان متساويتان ومتعاكستان.

٢. أ. $F = BIL \sin\theta$

$F = 2.8 \times 10^{-4} \times 0.60 \times 0.40 \times \sin 90^\circ$

$= 6.7 \times 10^{-5}\ \text{N}$

(يتجه عموديًا إلى داخل الصفحة).

ب. $F = BIL \sin\theta$

$F = 2.8 \times 10^{-4} \times 0.60 \times 0.50 \times \frac{40}{50}$

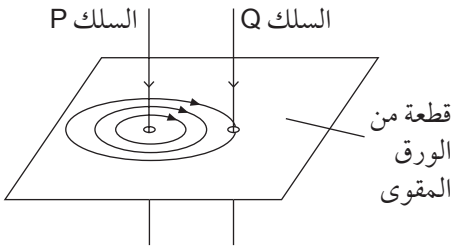
(بما أن $\sin\theta = \frac{40}{50}$ من المثلث)

$F = 6.7 \times 10^{-5}\ \text{N}$

(تتجه عموديًا إلى خارج الصفحة).

ج. يكون اتجاه التيار الكهربائي موازيًا للمجال المغناطيسي، لذلك $\theta = 0^\circ$ و $\sin\theta = 0$ (أو التيار الكهربائي لا يقطع خطوط المجال المغناطيسي).

٣. أ. بالنسبة إلى السلك Q: دائري حول السلك، وبالنظر إليه من أعلى يكون اتجاهه باتجاه عقارب الساعة.



تكون الدوائر أقرب بعضها من بعض بالقرب من السلك ممّا هي أبعد عن السلك.

ب. ١. السهم نحو السلك Q

المعلم الإلكتروني الشامل

٢. القوتان هما نفساهما ولكن اتجاهما متعاكس (أو كلا السلكَين يتجاذبان) بالرجوع إلى القانون الثالث لنيوتن. أو على الرغم من أن شدة التيار الكهربائي في السلك P أكبر منه في السلك Q فإن المجال المغناطيسي عند P بسبب Q أصغر من المجال المغناطيسي عند Q بسبب P.

٤. أ. تتجه القوة على السلك إلى الأعلى بالرجوع إلى القانون الثالث لنيوتن.

ب. $F = mg = 0.0026 \times 9.81 = 0.026\ \text{N}$

$F = BIL$

$B = \frac{F}{IL} = \frac{0.026}{3.4 \times 0.056} = 0.13\ \text{T}$

ج. تزيد قراءة الميزان بمقدار $(2.6 \sin 60° = 2.25\ \text{g})$ فقط عند تشغيل التيار الكهربائي.

القوة المؤثرة على السلك هي $BIL \sin\theta$ حيث θ هي الزاوية بين المجال المغناطيسي والسلك.

٥. أ. ١. تنشأ أي قوة دافعة كهربائية مستحثة باتجاه معيّن بحيث ينتج عنها تأثيرات تقاوم التغيّر الذي أنتجها.

٢. يوصل الأميتر الحساس على التوالي مع الملف ويتم إدخال قطب معروف من مغناطيس في الملف، وسيلاحظ مرور تيار كهربائي باتجاه معيّن من خلال الأميتر. يقترح قانون لنز أن التيار الكهربائي يكون باتجاه معيّن لينتج القطب نفسه لقطب المغناطيس في نهاية الملف، وبالتالي يتنافر مع المغناطيس. توضّح قاعدة قبضة اليد اليمنى أن هذه هي الحالة التي تحدث، إذا كان اتجاه التيار الكهربائي معروفًا من الأميتر.

ب. ١. مساحة الملف A:

$A = 0.050 \times 0.080 = 0.0040\ \text{m}^2$

الفيض المغناطيسي الكلي:

$\Phi = BAN = 0.15 \times 0.0040 \times 40 = 0.024\ \text{Wb}$

٢. $\varepsilon = -\frac{\Delta(N\Phi)}{\Delta t} = \frac{-(0 - 0.024)}{3.0} = 0.0080\ \text{V}$

٣. الاتجاه من اليسار إلى اليمين داخل الملف، حيث يقاوم المجال المغناطيسي الناشئ من التيار المستحث في الملف انخفاض المجال المغناطيسي الذي يسببه المغناطيس الكهربائي.

٦. أ. يتناسب مقدار القوة الدافعة الكهربائية المستحثة طرديًا مع معدّل تغيّر الفيض المغناطيسي الكلي.

ب. ١. يعطي الڤولتميتر قراءة باتجاه معيّن، ثم يُظهر صفرًا ثم يُظهر قراءة بالاتجاه المعاكس بالقيمة نفسها.

٢. عندما يحرّك المغناطيس إلى داخل الملف، فإنه يحدث زيادة في الفيض المغناطيسي وزيادة في معدل تغيّر الفيض المغناطيسي عبر الملف، وهذا يستحث قوة دافعة كهربائية باتجاه معيّن. وعندما يتوقف المغناطيس، فإنه لا يوجد معدل تغير في الفيض المغناطيسي ولا توجد قوة دافعة كهربائية. أما عند إزالة المغناطيس، فإنه يوجد معدل لتغير الفيض المغناطيسي معاكس (سالب وليس موجبًا) وتتكوّن قوة دافعة كهربائية باتجاه معاكس.

المعلم الإلكتروني التفاعلي

٣. تكون القيمة القصوى للقوة الدافعة الكهربائية المستحثة أكبر، ولكن لفترة زمنية أقصر، ويمكن تفسير ذلك بأن التغيّر في الفيض المغناطيسي الكلي هو نفسه ولكن لأنه يحدث في زمن أقصر فينتج عنه معدل تغيّر أكبر.

ج. ١. مركّبة $\vec{B}$ العمودية على مستوى الملف:

$$B\cos\theta = 0.15 \times \cos 60^\circ = 0.075 \text{ T}$$

$$\Phi = BA\sin\theta = 0.075 \times 4.0 \times 10^{-4}$$

$$= 3.0 \times 10^{-5} \text{ Wb}$$

٢.
$$\varepsilon = -\frac{\Delta(N\Phi)}{\Delta t} = \frac{N\Delta(\Phi)}{\Delta t}$$

$$= -\frac{5.0 \times (0 - 3.0 \times 10^{-5})}{0.25} = 6.0 \times 10^{-3} \text{ V}$$

٣. يتغير الفيض المغناطيسي عبر الملف جيبيًا، $\Phi = BA\cos\omega t$. لذلك يكون الفيض المغناطيسي في بعض الأوقات ثابتًا لحظيًا، وفي أوقات أخرى يتغيّر بسرعة كبيرة. لذلك معدل تغيّر الفيض المغناطيسي ليس ثابتًا.

٧. أ. مساحة النافذة A:

$$A = 0.50 \times 0.90 = 0.45 \text{ m}^2$$

الفيض المغناطيسي الكلي:

$$BAN\cos\theta = 2.0 \times 10^{-5} \times 0.45 \times 1$$

$$= 9.0 \times 10^{-6} \text{ Wb}$$

ب. هناك تغيّر في الفيض المغناطيسي الكلي لأن الدائرة مكونة من حلقة واحدة والزاوية بين مسطح مساحة الإطار والمجال المغناطيسي الأرضي يتغير عندما يغلق الإطار.

ج.
$$\varepsilon = -\frac{\Delta(N\Phi)}{\Delta t}$$

$$= \frac{-(9.0 \times 10^{-6} - 0)}{0.40} = -2.3 \times 10^{-5} \text{ V}$$

المعلم الإلكتروني الشامل