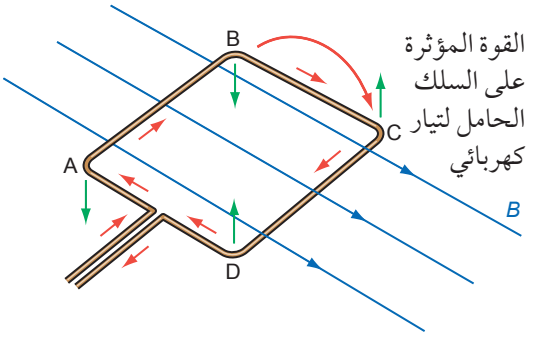
مستحثة في اللفات التي يمر بها مساوية لها بالمقدار ومعاكسة لها بالاتجاه).

ج. عندما يترك المغناطيس الملف، فإن الفيض المغناطيسي الكلي في الملف ينخفض، لذلك تنعكس القوة الدافعة الكهربائية المستحثة (إشارة سالبة)، أي يكون اتجاه القوة الدافعة الكهربائية المستحثة معاكسًا (قانون لنز)؛ تكون ذروة القوة الدافعة الكهربائية أكبر، لأن المغناطيس يتحرك أسرع عندما يترك الملف (بسبب تسارع الجاذبية الأرضية)؛ ويكون معدل تغيّر الفيض المغناطيسي الكلي أكبر.

٢٨. عندما تكون المصابيح مضاءة، سوف تبذل شغلًا ضد قوة تأثير المحرك الناتجة عن التيار الكهربائي المستحث؛ في حين عندما تكون المصابيح مطفأة، فإنه لا يوجد تيار كهربائي مستحث (ومع ذلك توجد قوة دافعة كهربائية مستحثة) ولكن لا توجد قوة تأثير المحرك.

٢٩.



٣٠. يتولّد تيار كهربائي متردد، إذ يدور عادة قضيب مغناطيسي داخل ملف ثابت، فعندما يعبر القطب الشمالي أحد أضلاع الملف، يتدفق التيار الكهربائي باتجاه معيّن، وعندما يعبر القطب الجنوبي الضلع نفسه فإن التيار الكهربائي يعكس اتجاهه.

٣١. حسب قانون فاراداي فإن القوة الدافعة الكهربائية المستحثة تتغير بتغير هذه الكميات كالآتي:

B أكبر تعني أن الفيض المغناطيسي أكبر، لذلك تكون $\frac{\Delta(N\Phi)}{\Delta t}$ أكبر، وبالتالي $\varepsilon \propto B$.

A أكبر تعني أن الفيض المغناطيسي أكبر، لذلك تكون $\frac{\Delta(N\Phi)}{\Delta t}$ أكبر، وبالتالي $\varepsilon \propto A$.

N أكبر تعني أن الفيض المغناطيسي الكلي أكبر، لذلك تكون $\frac{\Delta(N\Phi)}{\Delta t}$ أكبر، وبالتالي $\varepsilon \propto N$.

f أكبر تعني أن معدل تغيّر الفيض المغناطيسي الكلي أكبر، لذلك تكون $\frac{\Delta(N\Phi)}{\Delta t}$ أكبر، وبالتالي $\varepsilon \propto f$.

٣٢. يكون الفيض المغناطيسي الكلي لمصدر التيار الكهربائي المستمر ثابتًا، أي لا يوجد تغيّر في الفيض المغناطيسي، وبالتالي لا توجد قوة دافعة كهربائية مستحثة وفقًا لقانون فاراداي.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. ب

٢. ج

٣. أ. (تُعطى القوة F بـ $F = BIL \sin\theta$)

تكون القوة قصوى عندما تكون الزاوية θ بين السلك والمجال المغناطيسي 90° (أي عندما يكون السلك عموديًا على خطوط المجال المغناطيسي أي $\sin\theta = 1$).

ب. تكون القوة صفرًا عندما تكون الزاوية θ بين السلك والمجال المغناطيسي 0° (أي يكون السلك موازيًا للمجال المغناطيسي).

٤. أ. $F = BIL \propto I$ (شدة التيار الكهربائي $F \propto$)، لذلك، تزداد القوة بعامل 3.0 لتصل إلى القيمة 1.41×10^{-2} N

ب. $F = BIL \propto \Delta B$ (القوة $\propto$ التغيّر في كثافة الفيض المغناطيسي)، لذلك، تنخفض القوة إلى النصف أي إلى القيمة 2.35×10^{-3} N

المعلم الإلكتروني الشامل

ج. $F = BIL \propto \Delta L$ (القوة ∝ طول السلك في المجال المغناطيسي)، لذلك تنخفض القوة إلى 40% من قيمتها الابتدائية أي إلى القيمة 1.88×10^{-3} N

٥. أ. $F = BIL \sin\theta$

$$B = \frac{F}{IL \sin\theta} = \frac{3.8 \times 10^{-3}}{1.2 \times 0.03 \times \sin 50^\circ}$$

$= 0.138$ T ≈ 0.14 T

ب. يعطى الاتجاه بواسطة قاعد اليد اليسرى لفليمنج، ويواجه السلك قوة إلى داخل مستوى الورقة.

٦. أ. يكون اتجاه التيار الكهربائي من Y إلى X. وذلك لأنه في Q يكون اتجاه المجال المغناطيسي الناشئ عن التيار الكهربائي فوق السلك من الغرب إلى الشرق. وبتبيّن قاعدة اليد اليمنى أن اتجاه التيار الكهربائي يكون نحو أعلى الصفحة.

ب. تشير البوصلة P إلى أن اتجاه المجال المغناطيسي يكون إلى الشمال الغربي.

ج. تشير البوصلة Q إلى أن اتجاه المجال المغناطيسي يكون إلى الشمال الغربي عندما نعكس اتجاه التيار الكهربائي.

٧. أ. $F = BIL = 4.5 \times 10^{-3} \times 2.5 \times 0.07$

$= 7.88 \times 10^{-4} \approx 7.9 \times 10^{-4}$ N

ب. لأن المجال المغناطيسي هو في اتجاه التيار الكهربائي (أو باتجاه السلك).

ج. وفقًا لقاعدة اليد اليسرى لفليمنج فإن الضلع PQ سوف يخضع لقوة تتجه عموديًا إلى خارج مستوى الصفحة، في حين سوف يخضع الضلع RS لقوة تتجه عموديًا إلى داخل مستوى الصفحة.

لذلك يدور الإطار مع اتجاه عقارب الساعة (عندما ينظر إليه من طرف الضلع PS).

٨. أ. يتجه المجال المغناطيسي من اليسار إلى اليمين.

ب. القوة = وزن الشريط الورقي

$F = mg = 60 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \times 9.81$

$= 5.89 \times 10^{-4}$ N $\approx 5.9 \times 10^{-4}$ N

ج. $$B = \frac{F}{IL} = \frac{5.89 \times 10^{-4}}{8.5 \times 0.052}$$

$= 1.33 \times 10^{-3}$ T ≈ 1.3 mT

د. سوف يتحرّك الإطار إلى الأعلى وإلى الأسفل ببطء.

٩. أ. يبيّن المخطط سلكًا ومجالًا مغناطيسيًا وطريقة لقياس القوة (مثل المخططات المشابهة إما للشكل ٥–١٠ أو ٥–١١ الوارد في كتاب الطالب).

قِس شدة التيار الكهربائي I ومقدار القوة F، ويمكن أن تكون طريقة قياس القوة على سبيل المثال، بأخذ الفرق في قراءة ميزان الكفة الكتلية (للميزان الإلكتروني) (بوحدة kg) مضروبًا في 9.81

قِس طول السلك L الذي يحقق زاوية قائمة مع المجال المغناطيسي.

$$B = \frac{F}{IL}$$

ب. ١. باستخدام قاعدة اليد اليسرى، يكون المجال المغناطيسي أفقيًا نحو الشمال، وتكون القوة نحو الأعلى وبذلك يكون التيار الكهربائي من الغرب إلى الشرق.

٢. $$I = \frac{F}{BL}$$

$$= \frac{0.02}{1.6 \times 10^{-5} \times 3.0} = 417 \approx 420 \text{ A}$$

١٠. أ. لأن السلك يحمل تيارًا كهربائيًا في مجال مغناطيسي، لذلك يواجه قوة؛ ويكون اتجاه

المعلم الإلكتروني الشامل

القوة على الميزان الإلكتروني إلى الأعلى؛ لذلك تقل قراءة الميزان.

ب. وفقًا للقانون الثالث لنيوتن، يكون اتجاه القوة على السلك إلى الأسفل؛ لتنتج قوة إلى الأعلى على الميزان الإلكتروني.

ويكون اتجاه التيار الكهربائي في السلك من اليسار إلى اليمين وفقًا لقاعدة اليد اليسرى.

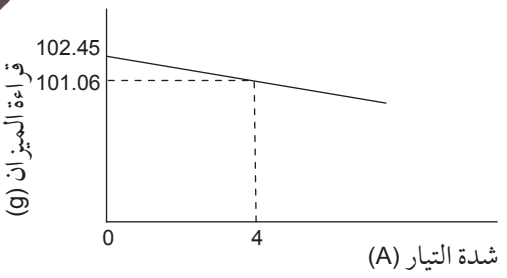
ج. القوة على السلك:

$$(102.45 - 101.06) \times 10^{-3} \times 9.81 = 0.0136 \text{ N}$$

$$B = \frac{F}{IL} = \frac{0.0136}{4.0 \times 5.0 \times 10^{-2}} = 0.068 \text{ T}$$

د. يُعنوَن المحوران في التمثيل البياني، وتوضع قراءتا الميزان عليه عندما تكون شدة التيار الكهربائي صفرًا و 4 A.

تنخفض قراءة الميزان خطيًا مع شدة التيار الكهربائي.



١١. ب

١٢. أفضل توضيح لذلك هو أن الملف الثانوي مصنوع من سلك معزول، لذلك لا يمكن أن يتدفق تيار من القلب الحديدي إلى الملف الثانوي (بدلًا من ذلك، فإذا صنعت قطعًا صغيرة في القلب، ووضعت فيه قطعة من الورق، فإن القوة الدافعة الكهربائية المستحثة تبقى موجودة في الملف على الرغم من أن الورق يعزله، ولكن ستقلّ القوة الدافعة الكهربائية المستحثة؛ لأن كمية الفيض في القلب سوف تقل إذا لم يشكّل القلب دائرة كاملة من الحديد).

يُستحث تيار كهربائي لأن هناك تغيّرًا في الفيض المغناطيسي الذي يربط الملف الثانوي، ويعود هذا التغيّر في الفيض إلى التغيّر في شدة التيار الكهربائي في الملف الابتدائي.

١٣. أ. الفيض في لفة واحدة:

$$\Phi = BA = 20 \times 10^{-3} \times (5.0 \times 10^{-2})^2$$

$$= 5.0 \times 10^{-5} \text{ Wb}$$

ب. القوة الدافعة الكهربائية المستحثة:

$$\varepsilon = \frac{\Delta(N\Phi)}{\Delta t} = \frac{100 \times 5.0 \times 10^{-5}}{0.1}$$

$$= 5.0 \times 10^{-2} \text{ V}$$

١٤. القوة الدافعة الكهربائية المستحثة:

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

$$= 5.0 \times 10^{-5} \times 40 \times 300 = 0.60 \text{ V}$$

قيمة عدم اليقين المطلق:

$$\frac{10}{300} \times 0.60 = 0.02 \text{ V}$$

(لذلك فإن $V = 0.60 \pm 0.02$ V)

١٥. عندما لا يكون هناك فيض مغناطيسي كلي، فإن تغيّر الفيض المغناطيسي يكون بأقصى معدّل، وبالتالي تكون قيمة القوة الدافعة الكهربائية المستحثة قصوى.

وعندما تكون قيمة الفيض المغناطيسي الكلي قصوى، فإنه لحظيًا لا يتغيّر؛ وبالتالي لا توجد قوة دافعة كهربائية مستحثة.

١٦. أ. يكون الفيض المغناطيسي الكلي 1 Wb، عندما يعبر ملف يتكوّن من لفة واحدة ومساحة مقطعة العرضي 1 m^2 مجالًا مغناطيسيًا مقداره 1 T بزاوية قائمة مع مساحة مقطعه العرضي.

(ويمكن أن تكون لمساحات أخرى وأعداد لفات أخرى).

المعلم الإلكتروني الشامل

ب. ١. $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{0.6 \times 1.2 \times 10^{-4}}{0.2}$

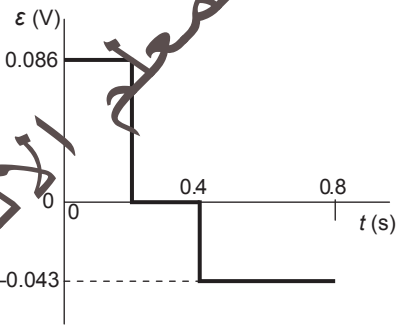
$= 3.6 \times 10^{-4}$ Wb s^{-1}

٢. $\varepsilon = \frac{\Delta(N\Phi)}{\Delta t} = 240 \times 3.6 \times 10^{-4}$

$= 0.0864 \approx 8.6 \times 10^{-2}$ V

٣. تكون القوة الدافعة الكهربائية المستحثة صحيحة وثابتة بين 0 s و 0.2 s، وتكون صفرًا بين 0.2 s و 0.4 s.

وتكون القوة الدافعة الكهربائية المستحثة سالبة ومقدارها يساوي نصف القيمة في إجابة الجزئية أ بين 0.4 s و 0.8 s



١٧. أ. ١. الزمن المستغرق = $\frac{\text{المسافة}}{\text{السرعة}}$

$t = \frac{0.02}{0.5} = 4.0 \times 10^{-2}$ s

٢. الفيض المغناطيسي الكلي:

$N\Phi = NBA$

$= 150 \times 0.30 \times (0.02 \times 0.02)$

$= 1.8 \times 10^{-2}$ Wb

ب. لأن معدل التغيّر في الفيض المغناطيسي ثابت.

ج. الفيض المغناطيسي الكلي الابتدائي = 0

والفيض المغناطيسي الكلي النهائي = 1.8×10^{-2} Wb

مقدار القوة الدافعة الكهربائية المستحثة = معدل تغير الفيض المغناطيسي الكلي

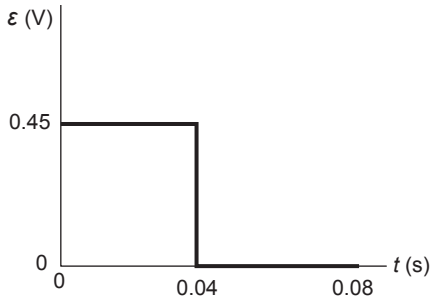
$\varepsilon = \frac{1.8 \times 10^{-2} - 0}{4.0 \times 10^{-2}} = 0.45$ V

(بالمقدار فقط)

د. عندما يكون الملف داخل المجال تمامًا، تكون القوة الدافعة الكهربائية المستحثة صفرًا.

والسبب في ذلك هو عدم وجود تغيير في الفيض المغناطيسي الكلي.

هـ.



محوران صحيحان ومعنوَنان، وقوة دافعة كهربائية مستحثة ثابتة بين 0 s و 0.04 s، وقوة دافعة كهربائية مستحثة صفرًا بين 0.04 s و 0.08 s

١٨. أ. تتناسب القوة الدافعة الكهربائية المستحثة طرديًا مع معدل التغيّر في الفيض المغناطيسي الكلي.

ب. ١. $\Phi = BA = 50 \times 10^{-3} \times \pi \times (0.1)^2$

$= 1.57 \times 10^{-3} \approx 1.6 \times 10^{-3}$ Wb

٢. التغير في الفيض المغناطيسي الكلي:

$\Delta(N\Phi) = 600 \times 1.57 \times 10^{-3} - 0$

$\Delta(N\Phi) = 0.942 \approx 0.94$ Wb

(مقدار فقط)

٣. القوة الدافعة الكهربائية المستحثة:

$\varepsilon = \frac{\Delta(N\Phi)}{\Delta t} = \frac{0.942}{0.12} = 7.85 \approx 7.9$ V

١٩. أ. ١. التغيّر في الفيض المغناطيسي يسبب قوة دافعة كهربائية مستحثة. لأن أشعة العجلة تقطع خطوط المجال المغناطيسي أو

المعلم الإلكتروني الشامل

تمسح الدائرة (المكوّنة من شعاع ونقطتَي التوصيل) الفيض المغناطيسي.

٢. بزيادة شدة المجال المغناطيسي (كثافة الفيض المغناطيسي)، الأمر الذي يتسبب في جعل الفيض المغناطيسي الذي يربط الدائرة أكبر، وبالتالي يكون معدل التغيّر في الفيض المغناطيسي أكبر.

بجعل الملف يدور بشكل أسرع، يصبح كل تغيّر في الفيض المغناطيسي يحدث بزمن أقصر، وبالتالي يحدث معدل تغيّر في الفيض المغناطيسي أكبر.

ب. ١. المساحة التي يمسحها شعاع عجلة في كل ثانية:

$= \pi R^2 f = \pi \times (0.15)^2 \times 5$

$= 0.353 \approx 0.35\ m^2\ s^{-1}$

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

$= 0.353 \times 5 \times 10^{-3}$

$= 1.77 \times 10^{-3} \approx 1.8 \times 10^{-3}\ V$

المعلم الالكتروني الشامل