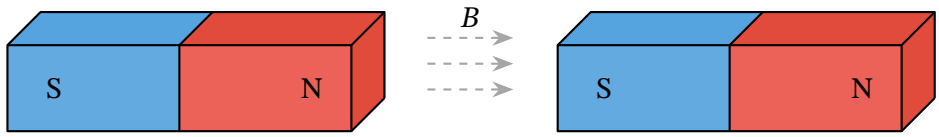
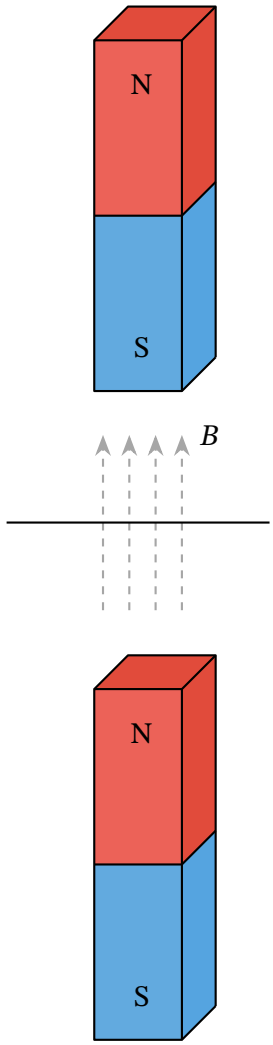
شارح: القوة المؤثِّرة على أسلاك موصِّلة موضوعة في مجال مغناطيسي

في هذا الشارح، سوف نتعلَّم كيف نستخدم العلاقة: $F = BIL$ لحساب القوة المؤثِّرة على سلك يمرُّ به تيار كهربي، وموضوع في مجال مغناطيسي منتظِم.

ربما تكون قد درستَ من قبلُ كيف تؤثِّر المغناطيسات الدائمة بعضها على بعض، فهي قد تتنافر أو تتجاذب وفقًا للقطبين المتواجِهين. يحدث ذلك نتيجة تأثير المجالات المغناطيسية، التي يُشار إليها بالرمز B، ويوضِّح الشكل الآتي اتجاه المجال لقطبين متعاكِسين.

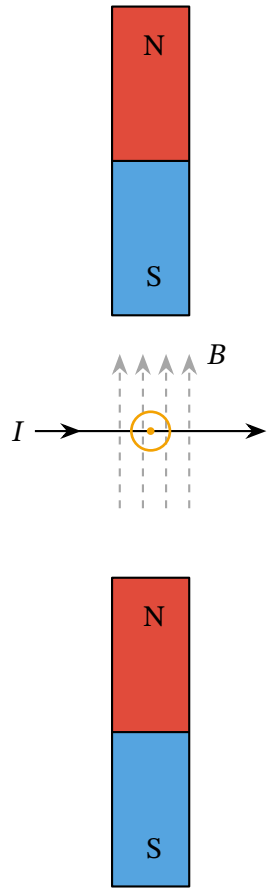


ومع ذلك، فإن المغناطيسات لا يؤثِّر بعضها على بعض بقوة وحسب. بل أنها في الظروف المناسبة، يُمكن أيضًا أن تؤثِّر بقوة على سلك. دعونا نفترض أننا نضع سلكًا بين هذين المغناطيسين، بحيث يكون السلك داخلَ المجال المغناطيسي، كما في الشكل الآتي.



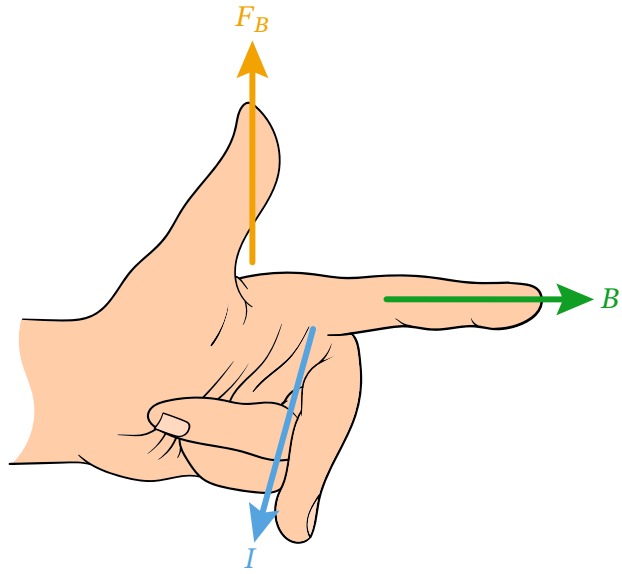
إذا كان السلك لا يمرُّ به تيار، فلن تُوجَد قوة، أمَّا إذا كان هذا السلك يمرُّ به التيار I العمودي على اتجاه المجال المغناطيسي، فإن المجال المغناطيسي يتفاعل معه، وهو ما يولِّد قوة تؤثِّر على السلك.

قد تؤدِّي هذه القوة إلى تحرُّك السلك، مثلما تتحرَّك المغناطيسات الدائمة عند تعرُّضها لمجالات مغناطيسية من مغناطيسات أخرى. القوة المؤثِّرة على هذا السلك موضَّحة باللون الأصفر في الشكل الآتي.



النقطة المُحاطة بدائرة تُشير إلى قوة اتجاهها إلى خارج الشاشة، أمَّا العلامة X المُحاطة بدائرة، فتُشير إلى قوة اتجاهها إلى داخل الشاشة، كما هو موضَّح في الشكل الآتي.

يُمكننا تحديد اتجاه القوة باستخدام قاعدة اليد اليسرى لفلمنج. باستخدام يدك اليسرى، مُدَّ إصبع السبابة إلى الأمام، ووجِّه الإبهام إلى أعلى، وحرِّك الوُسطى لتصبح عمودية على الإبهام، كما هو موضَّح في الشكل الآتي.

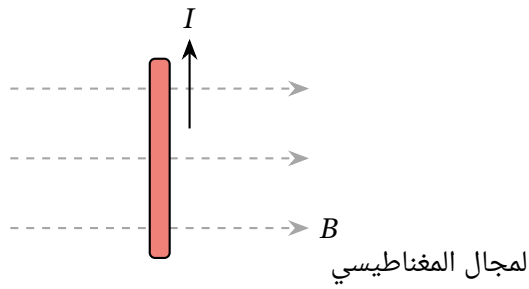


تمثِّل السبابة اتجاه المجال المغناطيسي، B، وتمثِّل الوُسطى اتجاه التيار الكهربي، I، وتمثِّل الإبهام اتجاه القوة المؤثِّرة على السلك، F_B.

دعونا نلقِ نظرةً على أحد الأمثلة.

مثال ١: فهْم اتجاه القوة المؤثِّرة على سلك به تيار موضوع في مجال مغناطيسي منتظِم

يوضِّح الشكل مقطعًا لسلك وُضِعَ بحيث يصنع زاوية 90° مع مجال مغناطيسي شدته 0.1 T. يحمل السلك تيارًا كهربيًّا شدته 2 A. ما اتجاه القوة المؤثِّرة على السلك بسبب المجال المغناطيسي؟



الحل

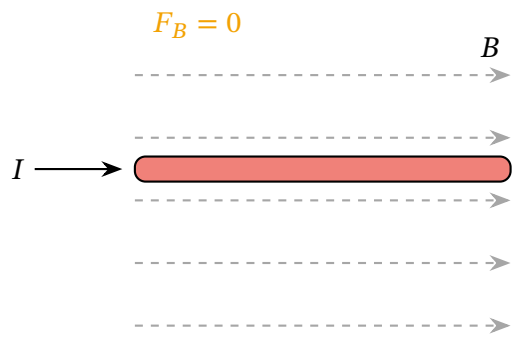
على الرغم من أن السؤال أخبرنا بقيمتي شدة التيار وشدة المجال المغناطيسي (من المُهِمّ أن نعلم أن شدَّة المجال المغناطيسي تُسمَّى أيضًا كثافة الفيض المغناطيسي)، فلن يؤثِّر ذلك على اتجاه التيار ولا المجال المغناطيسي. لإيجاد اتجاه القوة المؤثِّرة على السلك عندما يُوضَع بزاوية 90°، علينا استخدام قاعد اليد اليسرى.

يكون اتجاه المجال المغناطيسي، وتمثِّله إصبع السبابة، لليمين. ويكون اتجاه التيار، وتمثِّله الإصبع الوُسطى، لأعلى. ويجب أن تكون راحة اليد متجهةً إلى أعلى.

بإخراج إصبع الإبهام، نرى أن اتجاه القوة المؤثِّرة على السلك سيكون إلى داخل الشاشة؛ ومن ثَمَّ يُمكننا الإشارة إليه بدائرة في منتصفها X.

إذن، اتجاه القوة المؤثِّرة على السلك يكون إلى داخل الشاشة.

كلما اقتربت الزاوية بين المجال المغناطيسي والتيار الكهربي من 90 درجة، تزداد القوة المؤثِّرة على السلك. وتقلُّ قيمة هذه القوة تدريجيًّا حتى تَصِل إلى الصفر عندما يكون المجال المغناطيسي والتيار متوازيَيْن، أو بينهما زاوية قياسها 0 درجة، كما هو موضَّح في الشكل الآتي.

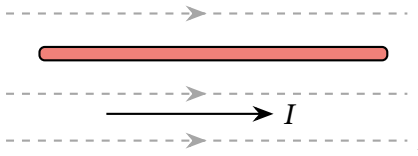


وفي هذه الحالة لا يُهِمُّ اتجاه التيار؛ لأنه موازٍ للمجال المغناطيسي في الحالتين.

دعونا نلقِ نظرةً على مثال آخَر.

مثال ٢: فهْم تأثير مجال مغناطيسي منتظِم على سلك يمرُّ به تيار موازٍ للمجال

يوضِّح الشكل مقطعًا لسلك وُضِع موازيًا لمجال مغناطيسي منتظِم شدته 0.1 T. يمرُّ بالسلك تيار شدته 2 A. ما اتجاه القوة المؤثِّرة على السلك بفعل المجال المغناطيسي؟



المجال المغناطيسي

الحل

لا يعتمد اتجاه القوة على قيمتَيْ شدة المجال المغناطيسي وشدة التيار، حتى مع معرفة هاتين القيمتين. ما يُهِمُّ هنا هو الزاوية.

إذا كان قياس الزاوية المحصورة بين اتجاه التيار واتجاه المجال المغناطيسي لا يساوي صفرًا، فإنه حينها فقط ستُوجَد قوة مؤثِّرة على السلك.

اتجاه المجال المغناطيسي واتجاه التيار في السلك متوازيان في هذا المثال؛ ومن ثَمَّ، لن تُوجَد قوة مؤثِّرة على السلك في أيِّ اتجاه.

الطريقة التي يُمكننا بها حساب القوة المؤثِّرة على الأسلاك هي استخدام المعادلة الآتية.

معادلة: القوة المؤثِّرة على سلك موصِّل موضوع في مجال مغناطيسي

إذا مرَّ بالسلك تيار عموديٌّ على اتجاه مجال مغناطيسي، فإن هذا المجال المغناطيسي يؤثِّر على السلك بالقوة F_B التي نحصل عليها من المعادلة:

$$F_B = BIL,$$

حيث B شدة المجال المغناطيسي، وI شدة التيار المار في السلك، وL طول السلك الموجود في المجال المغناطيسي.

لنلقِ نظرةً على مثال نستخدم فيه هذه المعادلة.

مثال ٣: إيجاد القوة المؤثِّرة على سلك يحمل تيارًا موضوع في مجال مغناطيسي منتظِم

وُضِع جزء طوله 20 cm من سلك يمرُّ به تيار شدته 12 A، بزاوية 90° في مجال مغناطيسي شدته 0.1 T. ما مقدار القوة التي تؤثِّر على السلك؟

الحل

يُمكننا البدء بالنظر إلى المتغيِّرات التي علينا إيجادها في معادلة القوة المؤثِّرة على سلك يمرُّ به تيار:

$$F_B = BIL.$$

B هي شدة المجال المغناطيسي، مُعطاة بوحدة النظام الدولي للوحدات، تسلا (T). بالتعبير عنها بطريقة أخرى، تسلا واحد يساوي نيوتن واحدًا لكل أمبير متر، أو $\frac{\text{N}}{\text{A} \times \text{m}}$. شدة هذا المجال المغناطيسي تساوي 0.1 T.

وشدة التيار I تساوي 12 أمبير.

لدينا جزء طوله 20 cm من السلك، إذن هذه قيمة L. لكننا نريد هذا الطول بوحدة المتر، لنحذفه مع المتر في وحدة التسلا. يُوجَد 100 cm في المتر واحد، وهو ما يُمكن التعبير عنه بالعلاقة:

$$\frac{1\ \text{m}}{100\ \text{cm}}.$$

بضرب هذه العلاقة في القيمة المُعطاة، وهي 20 cm، نحصل على الطول بوحدة المتر:

$$\frac{1\ \text{m}}{100\ \text{cm}} \times 20\ \text{cm} = 0.2\ \text{m}.$$

طول هذا السلك يساوي 0.2 متر.

والآن أصبح لدينا جميع المتغيِّرات التي نحتاج إليها لإيجاد مقدار القوة المؤثِّرة على السلك. بالتعويض عن شدة المجال المغناطيسي بـ 0.1 T، وعن شدة التيار بـ 12 A، وعن الطول بـ 0.2 m، نحصل على:

$$F_B = BIL$$
$$F_B = (0.1\ \text{T})\,(12\ \text{A})\,(0.2\ \text{m})\,.$$

والآن، دعونا نفكَّ وحدات التسلا لنرى كيف يُمكن حذفها مع الوحدات الأخرى عند ضربها معًا:

$$F_B = \left(0.1\frac{\text{N}}{\text{A} \times \text{m}}\right)(12\ \text{A})\,(0.2\ \text{m})\,.$$

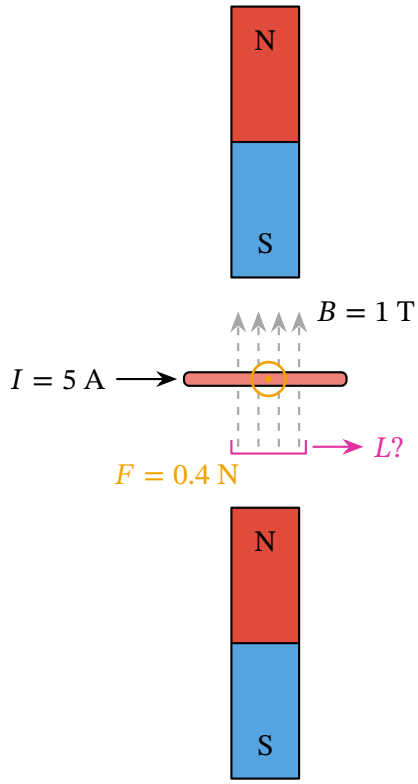
يُمكننا الآن أن نلاحِظ أن وحدات المتر والأمبير تُلغَى عند ضرب هذين الحدَّيْن معًا، ويتبقَّى لنا فقط وحدة النيوتن، وهي وحدة القوة في النظام الدولي للوحدات:

$$\left(0.1\frac{\text{N}}{\text{A} \times \text{m}}\right)(12\ \text{A})\,(0.2\ \text{m}) = 0.24\ \text{N}.$$

إذن مقدار القوة المؤثِّرة على السلك هو 0.24 نيوتن.

إذا لزم الأمر، يُمكننا أيضًا جعل بعض المتغيِّرات التي نريد إيجادها في طرف بمفردها في المعادلة، بشرط أن تكون المتغيِّرات الأخرى معلومة.

نفترض أن لدينا سلكًا يمرُّ به تيار شدته 5 A، اتجاهه عمودي على مجال مغناطيسي شدته 1 T. مقدار القوة المؤثِّرة على السلك يساوي 0.4 N، لكننا لا نعرف طول السلك الموضوع في المجال المغناطيسي، L. يوضِّح الشكل الآتي هذا السلك.



يُمكننا إيجاد طول السلك باستخدام معادلة القوة المؤثِّرة على سلك يمرُّ به تيار وموضوع في مجال مغناطيسي، ثم جعل L في طرف بمفرده:

$$F_B = BIL.$$

نبدأ بقسمة الطرفين على BI:

$$\frac{F_B}{BI} = \frac{BIL}{BI}.$$

بحذف BI من البسط والمقام في الطرف الأيمن، يتبقَّى لنا فقط الطول L:

$$\frac{F_B}{BI} = L.$$

بالتعويض بالقِيَم الأخرى، يُمكننا إيجاد الطول:

$$\frac{(0.4\ \text{N})}{(1\ \text{T})\,(5\ \text{A})} = L.$$

أولًا: نفكُّ وحدة التسلا:

$$\frac{(0.4\ \mathrm{N})}{\left(1\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{A}\times\mathrm{m}}\right)(5\ \mathrm{A})} = L.$$

نعلم أن القسمة على عدد يكافئ الضرب في مقلوبه. عند حذف وحدتي النيوتن والأمبير، نحصل على:

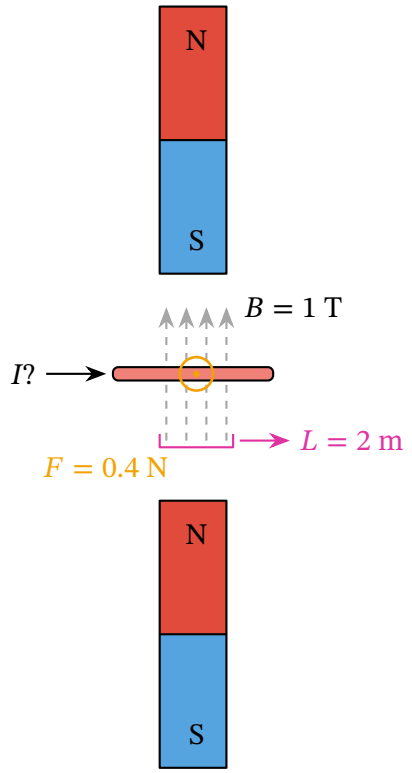
$$\begin{aligned}\frac{\mathrm{N}}{\left(\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{A}\times\mathrm{m}}\right)\mathrm{A}} &= \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{A}} \times \left(\frac{\mathrm{A}\times\mathrm{m}}{\mathrm{N}}\right) \\ &= \mathrm{m}.\end{aligned}$$

هذا يعني أن جميع الوحدات يُلغِي بعضها بعضًا، ما عدا الطول، وتكون الإجابة هي:

$$\frac{(0.4\ \mathrm{N})}{\left(1\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{A}\times\mathrm{m}}\right)(5\ \mathrm{A})} = 0.08\ \mathrm{m}.$$

إذن طول السلك الموضوع في المجال المغناطيسي يساوي 0.08 متر، أو 8 سنتيمترات.

يُمكن إجراء العملية نفسها لإيجاد شدة التيار. نفترض أن لدينا سلكًا شدة التيار المار به مجهولة، لكننا نعلم أن اتجاه هذا التيار عمودي على مجال مغناطيسي شدته 1 T. ومقدار القوة المؤثِّرة على السلك يساوي 0.4 N، وطول السلك الموضوع في المجال المغناطيسي يساوي 2 m. يوضِّح الشكل الآتي هذا السلك.



هيَّا نُوجِد شدة التيار. لنبدأ بالمعادلة الأصلية:

$$F_B = BIL,$$

يُمكننا قسمة الطرفين على BL، فيصبح لدينا:

$$\frac{F_B}{BL} = \frac{BIL}{BL}.$$

وهذا يؤدِّي إلى حذف IL من بسط الطرف الأيمن ومقامه، لتتبقَّى فقط شدة التيار I:

$$\frac{F_B}{BL} = I.$$

دعونا نعوِّض بعد ذلك بقِيَم كلٍّ من القوة، 0.4 N، وشدة المجال المغناطيسي، 1 T، والطول، 2 m، لنحصل على:

$$\frac{(0.4\ \text{N})}{(1\ \text{T})\,(2\ \text{m})} = I$$

ثم نفك وحدة التسلا لنحصل على:

$$\frac{(0.4\ \mathrm{N})}{\left(1\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{A}\times\mathrm{m}}\right)(2\ \mathrm{m})} = I.$$

القسمة على عدد تكافئ الضرب في مقلوبه. عند حذف وحدتي النيوتن والمتر، سنحصل على:

$$\begin{aligned}\frac{\mathrm{N}}{\left(\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{A}\times\mathrm{m}}\right)\mathrm{m}} &= \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\times\left(\frac{\mathrm{A}\times\mathrm{m}}{\mathrm{N}}\right)\\ &= \mathrm{A}.\end{aligned}$$

وهذا يعني أن جميع الوحدات يُلغِي بعضها بعضًا، ماعدا شدة التيار، ويتبقَّى فقط الأمبير:

$$\frac{(0.4\ \mathrm{N})}{\left(1\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{A}\times\mathrm{m}}\right)(2\ \mathrm{m})} = 0.2\ \mathrm{A}.$$

إذن شدة التيار المار في هذا السلك تساوي 0.2 A.

دعونا نتناول مثالًا على كيفية إيجاد شدة المجال المغناطيسي.

مثال ٤: إيجاد شدة مجال مغناطيسي منتظِم بمعرفة مقدار القوة المؤثِّرة على سلك يحمل تيارًا

وُضِع سلك بحيث يصنع زاوية قياسها 90° مع مجال مغناطيسي، يبلغ طول هذا السلك 1 m، ويمرُّ به تيار شدته 4 A، وتؤثِّر عليه قوة مقدارها 0.2 N. ما شدة المجال المغناطيسي؟

الحل

يصنع هذا السلك زاوية قياسها 90 درجة مع المجال المغناطيسي، وهو ما يعني أنه عمودي تمامًا على اتجاه المجال المغناطيسي.

نريد جعل شدة المجال المغناطيسي، B، في طرف بمفردها. دعونا نبدأ بالمعادلة الأساسية:

$$F_B = BIL,$$

نقسم الطرفين على IL:

$$\frac{F_B}{IL} = \frac{BIL}{IL}.$$

يؤدِّي هذا إلى حذف IL في الطرف الأيمن، فيتبقَّى فقط B:

$$\frac{F_B}{IL} = B.$$

نعوِّض بعد ذلك بقيمة كلٍّ من القوة، 0.2 N، وشدة التيار، 4 A والطول، 1 m، لنحصل على:

$$\frac{(0.2\ \text{N})}{(4\ \text{A})\,(1\ \text{m})} = B.$$

وحدة القياس تسلا تساوي نيوتن لكل أمبير متر، وهو ما نلاحِظه هنا بالضبط. وبضرب هذه الوحدات معًا، نحصل على الإجابة:

$$\frac{(0.2\ \text{N})}{(4\ \text{A})\,(1\ \text{m})} = 0.05\ \text{T}.$$

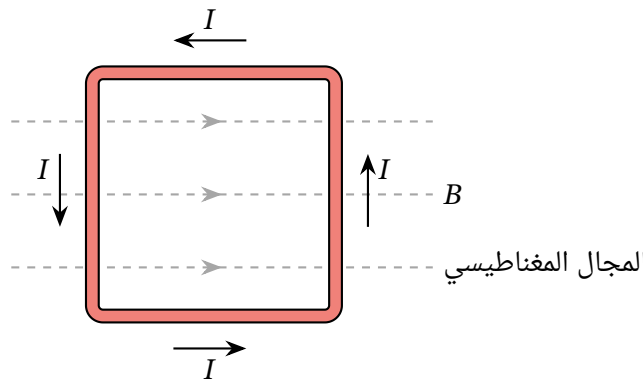
إذن شدة المجال المغناطيسي تساوي 0.05 تسلا.

القوة التي تؤثِّر على سلك نتيجة وجوده في مجال مغناطيسي يُمكن أن تتسبَّب في تحريك السلك، لكن شكل السلك لا يكون دائمًا بسيطًا، كما في حالة السلك الطويل المستقيم.

لنلقِ نظرةً على مثال.

مثال ٥: فهْم القوى المؤثِّرة على قطاع مربع من سلك يمرُّ به تيار وموضوع في مجال مغناطيسي منتظِم

يوضِّح الشكل قطاعًا مربعًا من سلك وُضِعَ في مجال مغناطيسي مُنتظِم؛ بحيث يكون ضلعان من أضلاعه عموديين على اتجاه المجال، والضلعان الآخَران موازِيَين للمجال. شدة المجال المغناطيسي 0.3 T، وشدة التيار المار عَبْر السلك 2 A. كلُّ ضلع من أضلاع المربع طوله 0.2 m.



١. ما مقدار القوة المؤثِّرة على الجانب الأيمن من المربع؟

٢. في البداية، ما اتجاه القوة المؤثِّرة على الجانب الأيمن من المربع؟

أ. إلى خارج الشاشة

ب. إلى داخل الشاشة

٣. ما مقدار القوة المؤثِّرة على الجانب الأيسر من المربع؟

٤. في البداية، ما اتجاه القوة المؤثِّرة على الجانب الأيسر من المربع؟

أ. إلى داخل الشاشة
ب. إلى خارج الشاشة

٥. ما مقدار القوة المؤثِّرة على الجانب العُلوي من المربع؟

٦. ما التأثير الكلي للمجال المغناطيسي على السلك؟

أ. المجال المغناطيسي ليس له تأثير على السلك.
ب. المجال المغناطيسي يجعل السلك يدور حول المحور y للشاشة.
ج. المجال المغناطيسي يجعل السلك يتسارع عموديًّا على الشاشة إلى الداخل.
د. المجال المغناطيسي يجعل السلك يتسارع عموديًّا على الشاشة إلى الخارج.
هـ. المجال المغناطيسي يجعل السلك يدور حول المحور x للشاشة.

الحل

الجزء الأول

اتجاه التيار المار في السلك عمودي على المجال المغناطيسي؛ ومن ثَمَّ، تُوجَد قوة مؤثِّرة عليه. يُمكننا إيجاد هذه القوة باستخدام المعادلة:

$$F_B = BIL,$$

ثم التعويض بقيمة كلٍّ من شدة المجال المغناطيسي، $0.3\ \text{T}$، وشدة التيار، $2\ \text{A}$، والطول، $0.2\ \text{m}$، وهو ما يُعطينا:

$$F_B = (0.3\ \text{T})\,(2\ \text{A})\,(0.2\ \text{m}).$$

بفكِّ وحدة التسلا، نلاحِظ أن وحدات الأمبير والمتر تُلغَى لنحصل على:

$$\left(0.3\frac{\text{N}}{\text{A}\times\text{m}}\right)(2\ \text{A})\,(0.2\ \text{m}) = 0.12\ \text{N}.$$

إذن مقدار القوة المؤثِّرة على السلك هو 0.12 نيوتن.

الجزء الثاني

يُمكن تحديد اتجاه القوة المؤثِّرة على الجانب الأيمن من المربع باستخدام قاعدة اليد اليسرى لفلمنج. يُشير المجال المغناطيسي (إصبع السبابة) إلى اليمين، ويُشير التيار (إصبع الوسطى) إلى الأعلى. وهذا يعني أنه بإخراج الإبهام، مع جعل اتجاه راحة اليد إلى أعلى، ستشير القوة إلى داخل الشاشة.

إذن الإجابة الصحيحة هي ب: إلى داخل الشاشة.

الجزء الثالث

كما في الجزء الأول، اتجاه التيار في السلك عمودي على المجال المغناطيسي، لكنه فقط في الاتجاه المعاكِس. يُمكننا إيجاد مقدار القوة باستخدام المعادلة:

$$F_B = BIL,$$

ثم التعويض بالقِيَم المُعطاة لشدة المجال المغناطيسي، $0.3\ \text{T}$، وشدة التيار $2\ \text{A}$، والطول $0.2\ \text{m}$، فنحصل على:

$$F_B = (0.3\ \text{T})\,(2\ \text{A})\,(0.2\ \text{m}).$$

بفكّ وحدة التسلا، نلاحِظ أن وحدات الأمبير والمتر تُلغَى لنحصل على:

$$\left(0.3\frac{\text{N}}{\text{A}\times\text{m}}\right)(2\ \text{A})\,(0.2\ \text{m}) = 0.12\ \text{N}.$$

مقدار القوة، كما في الجزء الأول، يساوي 0.12 نيوتن.

الجزء الرابع

يُمكن تحديد اتجاه القوة باستخدام قاعدة اليد اليسرى لفلمنج. يُشير المجال المغناطيسي (إصبع السبابة) إلى اليمين، ويُشير التيار (إصبع الوسطى) إلى الأسفل. وهذا يعني أنه بإخراج الإبهام، مع جعل اتجاه راحة اليد إلى أسفل، ستشير القوة إلى خارج الشاشة.

إذن الإجابة الصحيحة هي ب: إلى خارج الشاشة.

الجزء الخامس

على طول الجزء العُلوي من المربع، يكون التيار موازيًا لاتجاه المجال المغناطيسي. لا يُهمُّنا اتجاه التيار؛ لأن أيَّ خطين يُمكن أن يكونا متوازيَيْن حتى إذا كان لهما اتجاهان متعاكسان. ومن ثَمَّ، فإن مقدار القوة المؤثِّرة على الجانب العُلوي من المربع يساوي صفرًا.

وينطبق الأمر نفسه على الجانب السُفلي من المربع: لا تُوجَد قوة مؤثِّرة على السلك هناك.

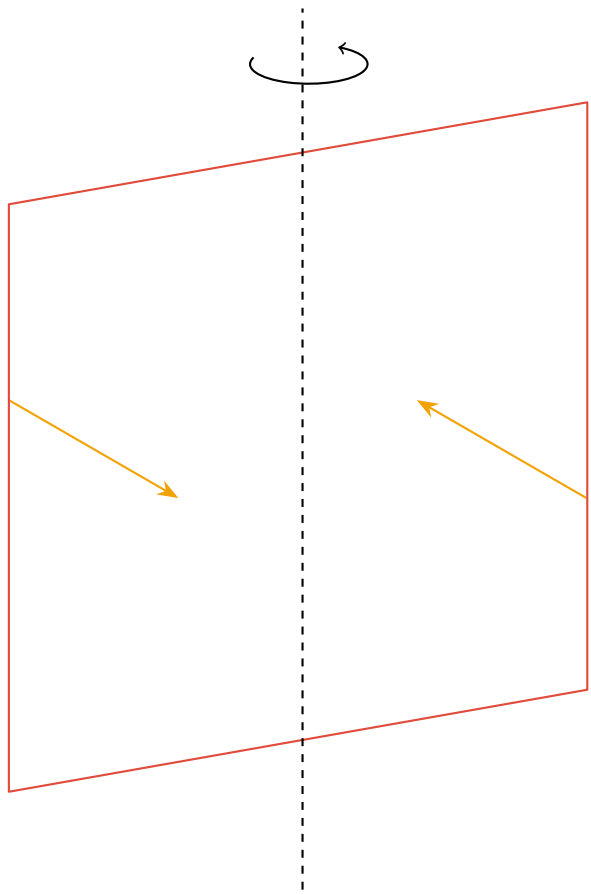
الجزء السادس

دعونا نفكِّر في كيفية تأثير هذه القوى على هذا الملف.

الجزآن العُلوي والسُفلي لا يتأثَّران بقوة، بينما يتأثَّر الجزآن الأيمن والأيسر بقوتين ثابتتين اتجاههما إلى داخل الشاشة وخارجها على الترتيب. ونظرًا لأن هذه القوى تؤثر على أجزاء مختلفة من السلك؛ ومن ثَمَّ لا يُلغِي بعضها بعضًا، يُوجَد تأثير كلي للمجال المغناطيسي على السلك. ولا ينطبق هذا على الخيار أ.

كما أن القوتين المؤثِّرتين على السلكين اللذين على جانبي الملف لا يُمكن جمعهما معًا، لأنهما يُشيران إلى اتجاهين متعاكسين. وهذا يعني أن الملف لن يتسارَع إلى داخل الشاشة ولا إلى خارجها؛ ولذا، فإن الإجابة لا يُمكن أن تكون ج أو د.

بدلًا من ذلك، سيدور الملف باستمرار حول المركز. وبما أن الجزأين العُلوي والسُفلي لا يتأثَّران بقوة، فلن يدور السلك حول المحور x على الإطلاق. عند النظر إلى السلك من زاوية مختلفة قليلًا، سيبدو كما في الشكل الآتي.



سيبدأ في الدوران حول المحور y.

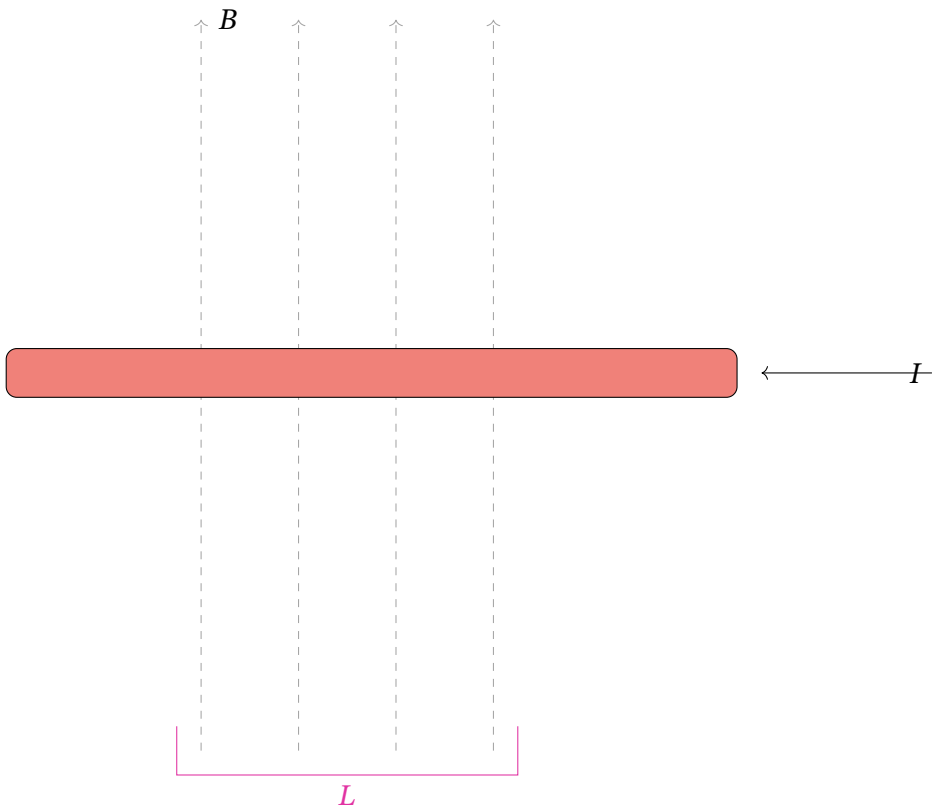
إذن، الإجابة الصحيحة هي ب: المجال المغناطيسي يجعل السلك يدور حول المحور y للشاشة.

رأينا أن القوة المؤثِّرة على سلك موصِّل موضوع في مجال مغناطيسي تساوي صفرًا عندما يكون السلك موازيًا لاتجاه المجال المغناطيسي، ولكن عندما يكون عموديًّا عليه، يُمكن إيجاد القوة باستخدام المعادلة:

$$F_B = BIL.$$

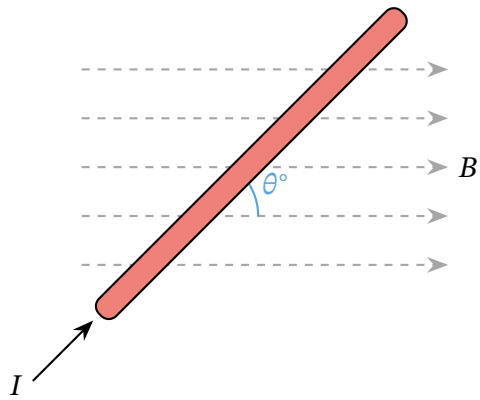
هاتان الحالتان موضَّحتان في الشكلين الآتيين.

عمودي



$$F_B = BIL$$

أمَّا إذا كان السلك الموصِّل موضوعًا بزاوية ليست 0 ولا 90 درجة، فيجب التعبير عن ذلك بمعادلة مختلفة. يوضِّح الشكل الآتي سلكًا موضوعًا بزاوية، وهذه الزاوية هي θ درجة.



سيتأثَّر هذا السلك بقوة يُمكن حسابها بالضرب في $\sin(\theta)$، كما هو موضَّح في المعادلة الآتية.

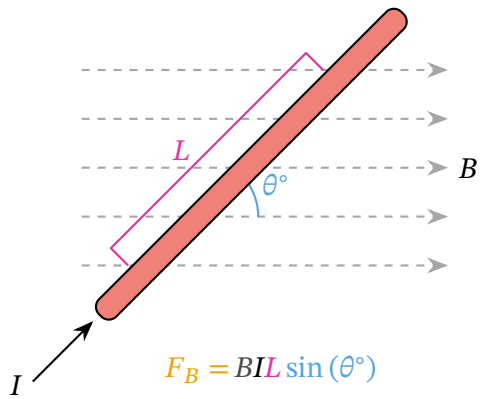
معادلة: القوة المؤثِّرة على سلك موصِّل موضوع بزاوية في مجال مغناطيسي

عند وجود سلك يمرُّ به تيار اتجاهه يصنع زاوية مع اتجاه المجال المغناطيسي، فإن المجال المغناطيسي يؤثِّر على السلك بالقوة F_B التي تُحسَب من المعادلة:

$$F_B = BIL\sin(\theta),$$

حيث B شدة المجال المغناطيسي، وI شدة التيار المار في السلك، وθ الزاوية التي يصنعها السلك مع المجال المغناطيسي، وL طول السلك الموضوع في المجال المغناطيسي.

يوضِّح الشكل الآتي جميع هذه المتغيِّرات.



هيَّا نلخِّص ما تعلَّمناه في هذا الشارح.

النقاط الرئيسية

- السلك الذي يمرُّ فيه تيار وموضوع في مجال مغناطيسي تؤثِّر عليه قوة.
- إذا كان اتجاه المجال المغناطيسي عموديًّا ($90°$) على اتجاه التيار المار في سلك، فإن القوة F التي تؤثِّر على السلك والناشئة عن المجال المغناطيسي تُحسَب من المعادلة:

$$F_B = BIL,$$

حيث B شدة المجال المغناطيسي، وI شدة التيار المار في السلك، وL طول السلك الموضوع في المجال.

- إذا كان اتجاه المجال المغناطيسي واتجاه التيار المار في سلك متوازيَين ($0°$)، أو متوازيَين ومتعاكِسين في الاتجاه ($180°$)، فلن تتولَّد قوة مؤثِّرة على السلك:

$$F_B = 0.$$

- استخدِم قاعدة اليد اليسرى لفلمنج لتحديد اتجاه القوة الناشئة عن المجال المغناطيسي: أشِر بإصبع السبابة في اتجاه المجال المغناطيسي، وإصبع الوُسطى في اتجاه التيار، تجد إصبع الإبهام مشيرة في اتجاه القوة الناشئة عن المجال المغناطيسي.