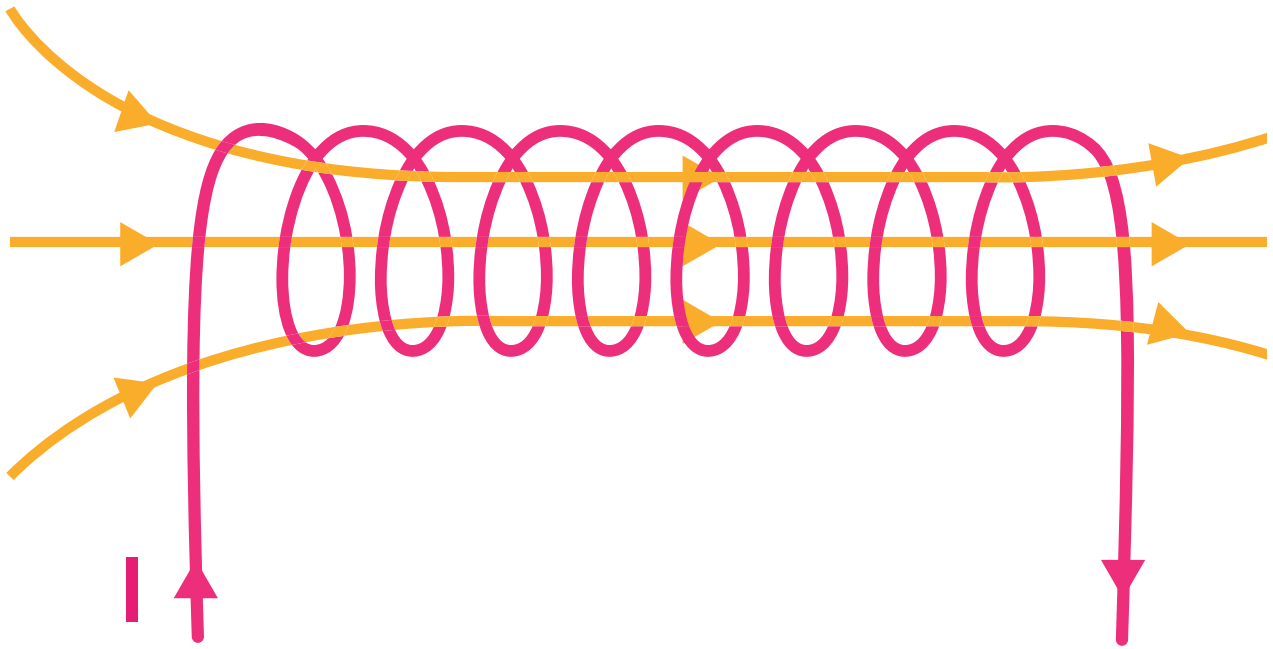
المجال المغناطيسي الناتج عن تيار يمرُّ في ملف لولبي



أهداف الدرس

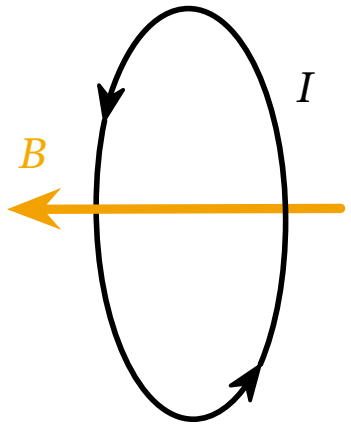
ستتمكَّن من:

- استخدام الصيغة $B = \frac{\mu NI}{l}$ لإيجاد شدة المجال المغناطيسي عند مركز ملف لولبي
- استخدام الصيغة $B = \mu nI$ لإيجاد النتائج نفسها
- تحديد اتجاه المجال المغناطيسي عند نقاط مختلفة حول ملف لولبي يمر به تيار باستخدام مخطط للملف

تذكر: المجال المغناطيسي لملف يمرُّ به تيار

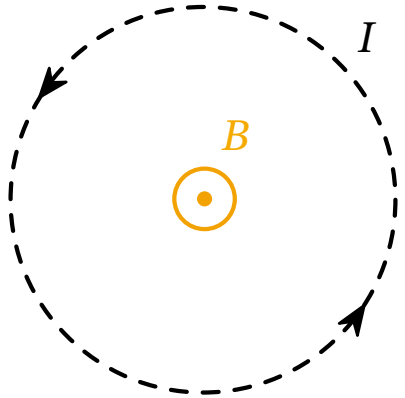
يُمكننا تذكُّر اتِّجاه المجال المغناطيسي لملف يمرُّ به تيار.

عند مركز الملف، يكون للمجال المغناطيسي اتجاه واحد، كما هو موضَّح في الشكل الآتي. يمثِّل الخط البرتقالي اتجاه المجال المغناطيسي والخط الأسود يمثِّل الملف.



تذكر: المجال المغناطيسي لملف يمرُّ به تيار (متابعة)

ويوضِّح الشكل الآتي الملف نفسه إذا نظرنا إليه من الأمام؛ حيث يُشير اتجاه المجال المغناطيسي إلى خارج الشاشة.



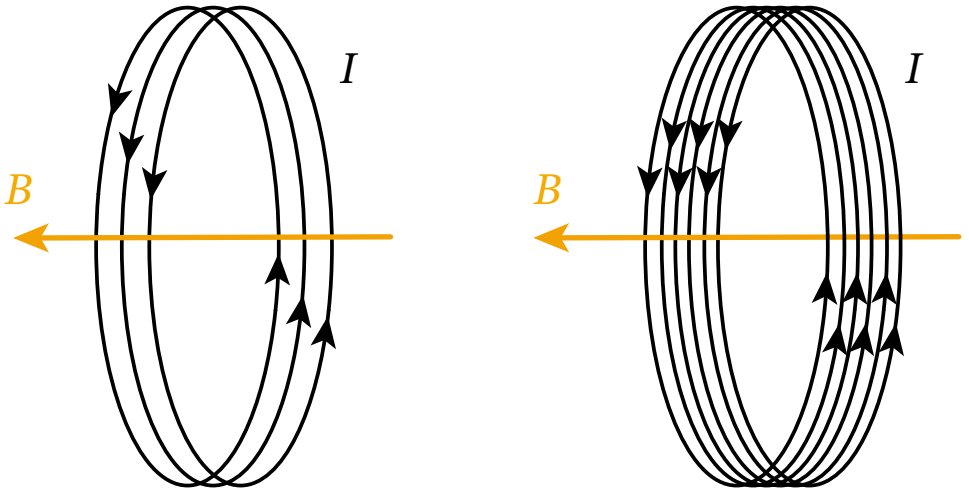
تذكَّر أننا نستخدم الرمزين الآتيين لتوضيح الاتجاهين إلى داخل الشاشة وإلى خارج الشاشة.

إلى داخل الشاشة

إلى خارج الشاشة

المجال المغناطيسي في ملف ذي ملفات متعدِّدة

يُمكن زيادة شدَّة المجال المغناطيسي (من المُهِمّ إدراك أن شدَّة المجال المغناطيسي يُمكن أن يُطلَق عليها أيضًا «كثافة الفيض المغناطيس») عند مركز ملف بإضافة المزيد من اللفات. يوضِّح الشكل الآتي مجموعتين من الملفات تحمل تيارًا له الشدَّة نفسها، ولها نصف القطر نفسه.

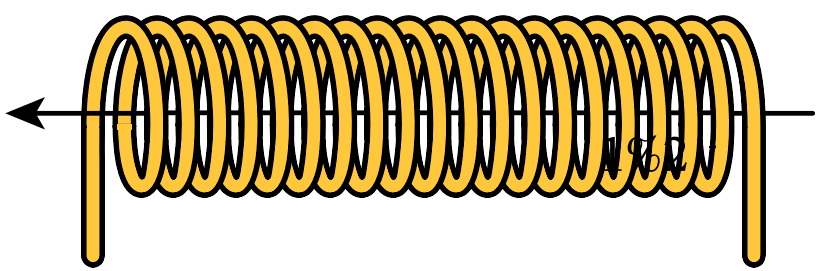


لمجموعة الملفات الموضَّحة على اليمين مجال مغناطيسي أقوى؛ لأن عدد الملفات بها أكثر.

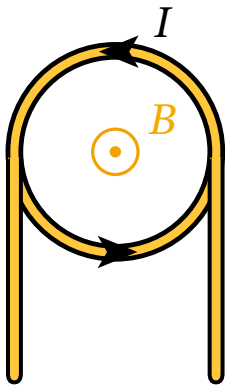
المجال المغناطيسي في ملف لولبي

بدلًا من استخدام مجموعة من الملفات، يُمكن زيادة شدَّة المجال المغناطيسي عند المركز باستخدام سلك واحد متعدِّد اللفات. بصورتين جانبية وأمامية، يوضِّح الشكل الآتي ذلك.

صورة جانبية



صورة أمامية



يُسمَّى السلك الذي يحتوي على مجموعة من اللفات بهذا الشكل ملفًّا لولبيًّا. تُسهِم كل لفة من لفات الملف اللولبي في تقوية شدَّة المجال المغناطيسي عند المركز، كما لو كانت ملفًّا إضافيًّا.

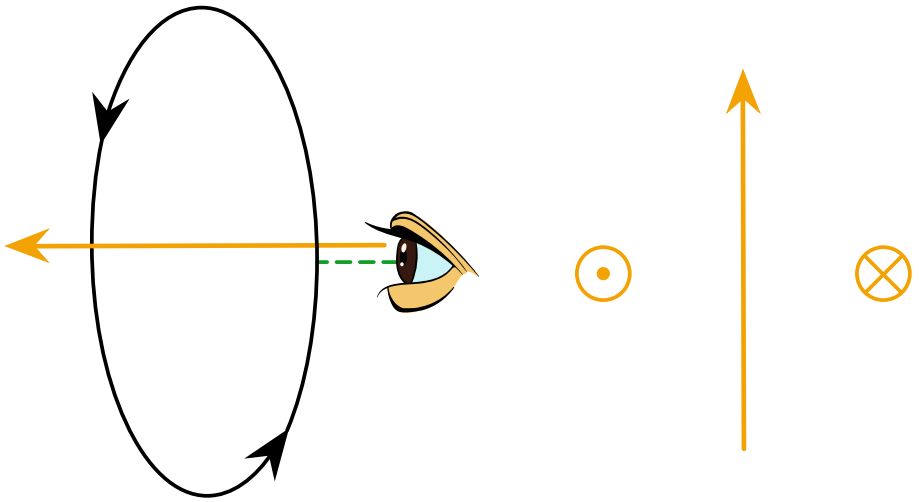
يكون المجال المغناطيسي منتظِمًا عند مركز الملف اللولبي. أيْ له اتجاه ومقدار واحد. وتختلف اتجاهات وشدَّة المجال المغناطيسي للنقاط الأخرى حول الملف اللولبي.

رصد ملف لولبي

قبل دراسة خطوط المجال المغناطيسي لملف لولبي، دعونا نتناول الزاوية التي سنعرض منها الملف. من زاويتين مختلفتين، يوضِّح الشكل الآتي ملفًّا يمرُّ به تيار والمجال المغناطيسي الناتج عنه.

صورة جانبية

صورة من أعلى

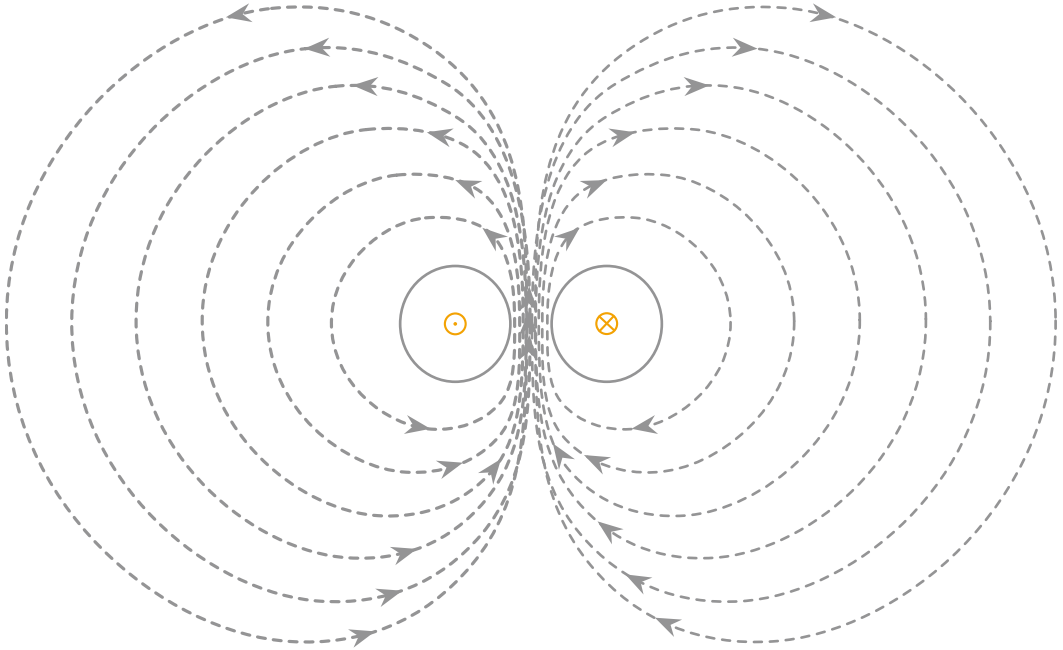


توضِّح الصورة الجانبية لهذا الملف الاتجاه الذي ينظر فيه الراصد، والذي تُشير إليه العين. وتوضِّح الصورة من أعلى اتجاه التيار، إلى داخل الشاشة وخارجها، لكنها لا توضِّح الجزء السُّفلي من الملف.

المجال المغناطيسي الناتج في ملف لولبي ذي لفة واحدة

والآن لنُلقِ نظرةً على الصورة من أعلى لملف مع توضيح خطوط المجال المغناطيسي باللون الرمادي في الشكل الآتي.

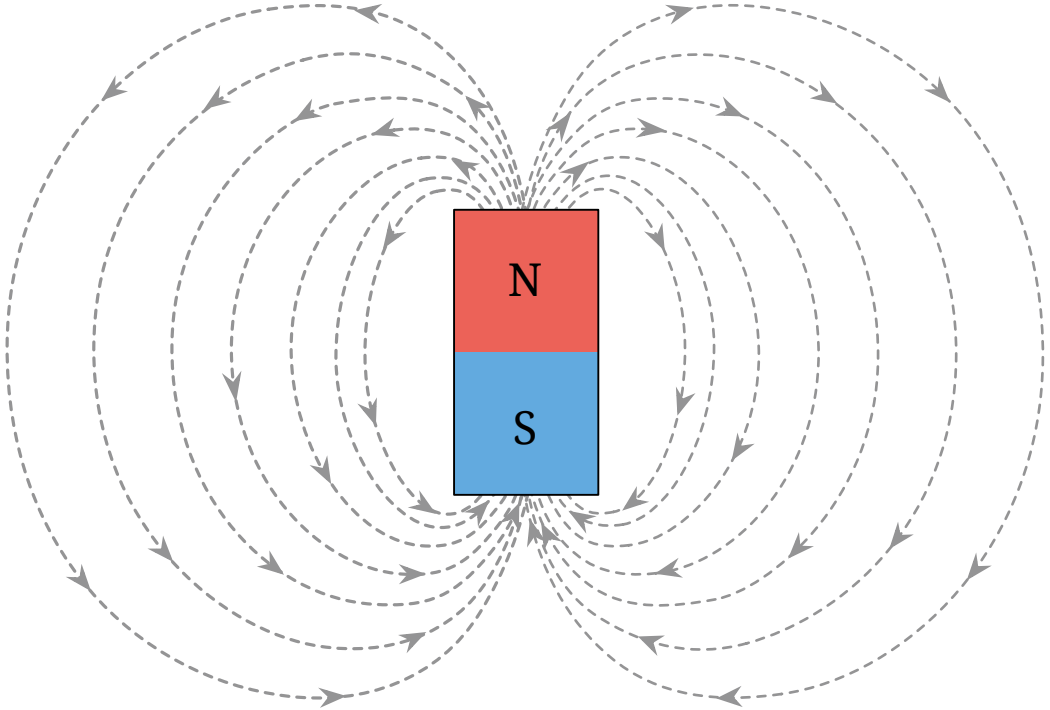
صورة من أعلى



المجال المغناطيسي الناتج في ملف لولبي ذي لفة واحدة (متابعة)

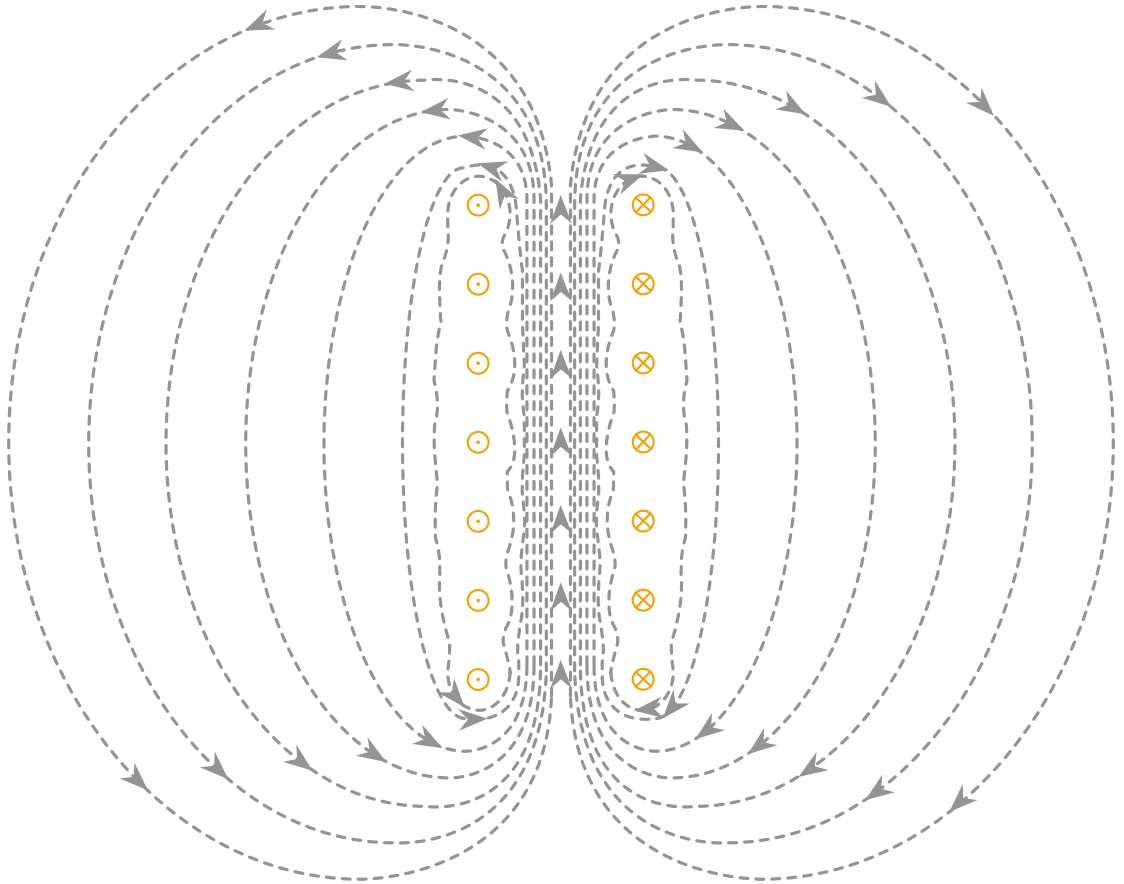
وجود الكثير من خطوط المجال المغناطيسي القريبة بعضها من بعض يعني أن شدَّة المجال المغناطيسي أكبر. نلاحِظ أن خطوط المجال المغناطيسي قريبة جدًّا بعضها من بعض عند مركز الملف، ولها الاتجاه نفسه؛ وهو ما يعني أن المجال المغناطيسي قوي عند تلك النقطة.

وخارج الملف، تُشبه خطوط المجال المغناطيسي خطوط مجال القضيب المغناطيسي، كما هو موضَّح في الشكل الآتي.



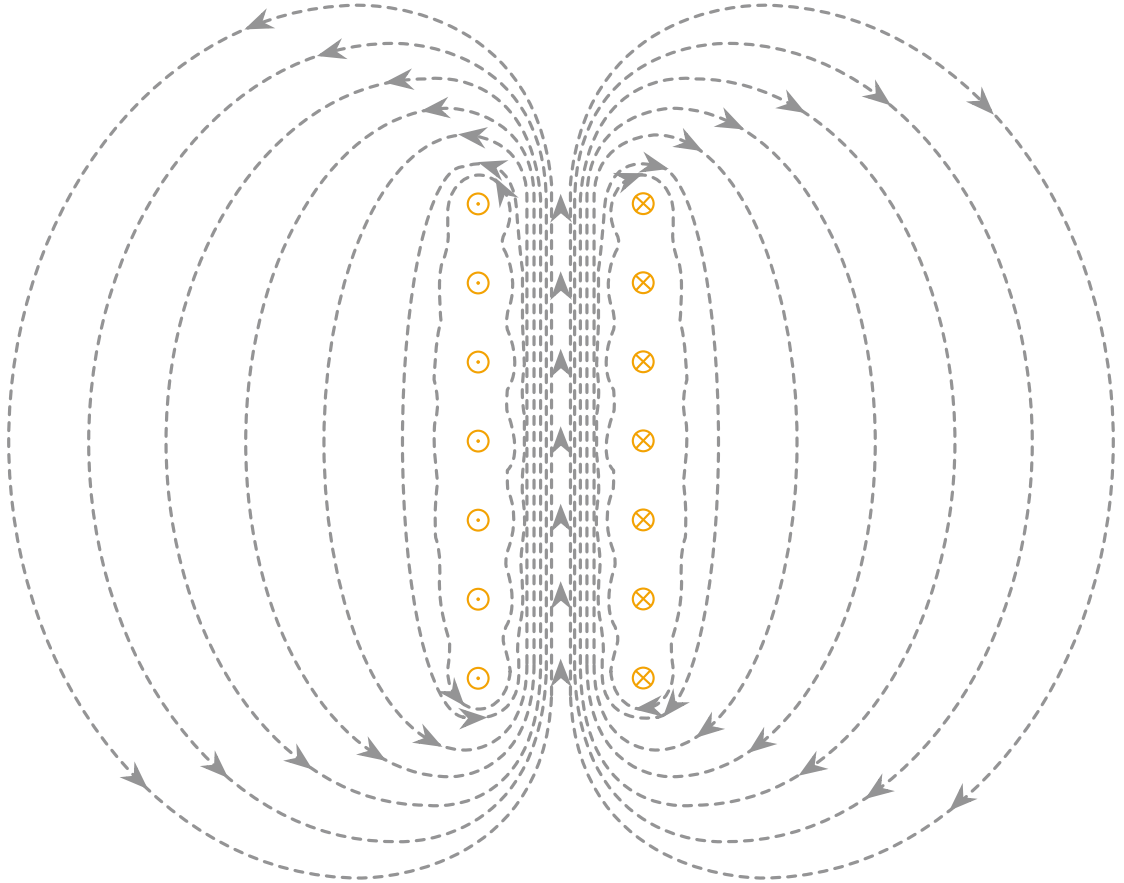
المجال المغناطيسي الناتج في ملف لولبي ذي لفات عديدة

لنُلقِ نظرةً الآن على ملف لولبي يتكوَّن من سبع لفات. يوضِّح الشكل الآتي الملف والمجال المغناطيسي الناتج عنه.



المجال المغناطيسي الناتج في ملف لولبي ذي لفات عديدة (متابعة)

لاحِظ كيف أن خطوط المجال المغناطيسي متوازية ومستقيمة عند مركز اللفات، لكنها تصبح أقلَّ توازيًا باتجاه طرفي الملف اللولبي. كلما اقتربت خطوط المجال من هذين الطرفين، تصبح خطوط المجال أقلَّ انتظامًا.



المجال المغناطيسي الناتج في ملف لولبي مثالي

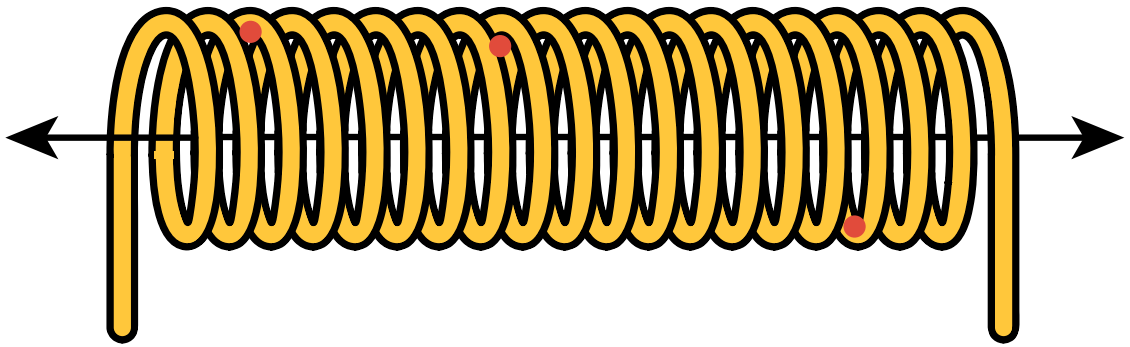
والآن لنتناول ملفًّا لولبيًّا نظريًّا طويلًا جدًّا. هذا الملف طويل جدًّا بحيث يُمكننا اعتباره كأنْ ليس له أيُّ أطراف. هذا يعني أن المجال المغناطيسي منتظِم تمامًا داخل اللفات عند جميع النقاط.

إذا قِسنا شدَّة المجال المغناطيسي عند نقاط مختلفة داخل هذا الملف اللولبي، نجد أنه عند كل النقاط تكون شدَّة المجال المغناطيسي لها نفس المقدار والاتجاه.

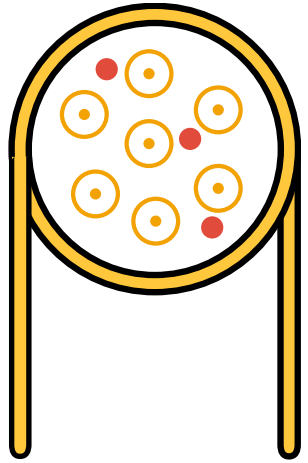
المجال المغناطيسي الناتج في ملف لولبي مثالي (متابعة)

يوضِّح الشكل الآتي ملفًّا لولبيًّا نظريًّا موضَّحًا عليه ثلاث نقاط، تُشير إليها النقاط الحمراء؛ حيث يُوجَد عندها مجالات مغناطيسية متكافئة؛ أيْ متساوية في الشدَّة والاتجاه.

صورة جانبية



صورة أمامية



حساب شدَّة المجال المغناطيسي عند مركز ملف لولبي

يُمكن إيجاد شدَّة المجال المغناطيسي داخل لفات هذا الملف اللولبي النظري الذي سبق ذكره باستخدام معادلة.

معادلة: شدَّة المجال المغناطيسي عند مركز ملف لولبي

يُمكن إيجاد شدَّة المجال المغناطيسي، B، داخل ملف لولبي باستخدام المعادلة:

$$B = \frac{\mu_0 N I}{L},$$

حيث I شدَّة التيار المار في الملف اللولبي، N عدد لفات الملف اللولبي، L طول الملف اللولبي، μ_0 النفاذية المغناطيسية للفراغ، $4\pi \times 10^{-7}\ \mathrm{T \cdot m/A}$.

حساب شدَّة المجال المغناطيسي عند مركز ملف لولبي (متابعة)

بالنسبة إلى ملفٍّ لولبي حقيقي ذي طول محدود، تظلُّ هذه المعادلة مُفيدة لوصف شدَّة المجال المغناطيسي عند مركز اللفات؛ حيث يكون المجال منتظِمًا.

اتجاه المجال المغناطيس في الملف اللولبي الحقيقي يكون ثابتًا إلى حدٍّ ما داخل الملف، ولكن شدَّة المجال متنوِّعة. المركز فقط هو الذي تكون فيه شدَّة المجال المغناطيسي ثابتة.

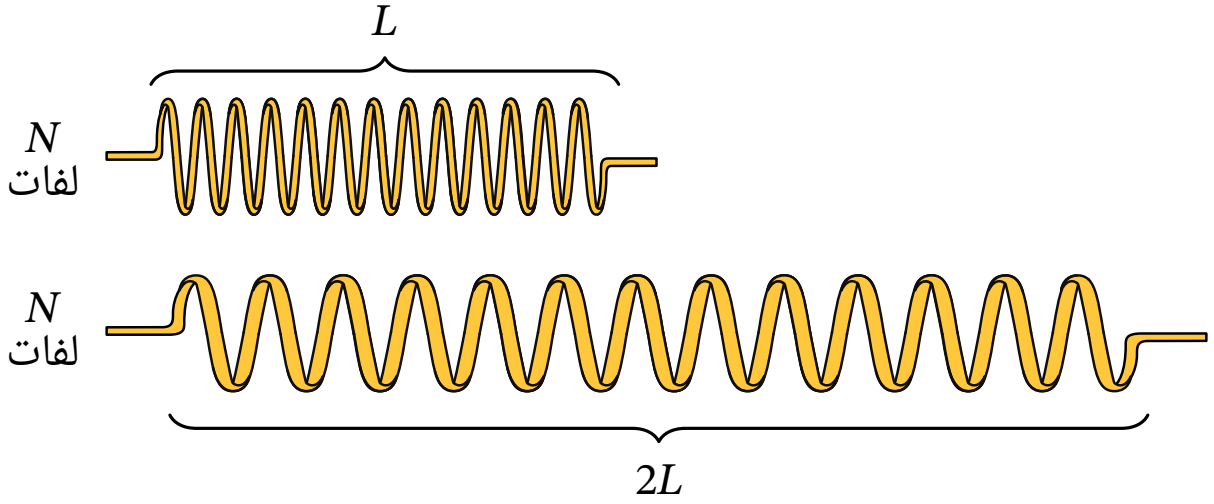
حساب شدَّة المجال المغناطيسي عند مركز ملف لولبي (متابعة)

بالنظر إلى المعادلة الآتية:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{L},$$

نلاحِظ أن طول الملف اللولبي أمرٌ مُهِمٌّ عند إيجاد شدَّة المجال المغناطيسي عند المركز. على وجه التحديد، تتناسَب شدَّة المجال المغناطيسي عكسيًّا مع الطول.

يوضِّح الشكل الآتي ملفين لولبيين لهما نفس شدَّة التيار وعدد اللفات، لكن طولَيْهما مختلفان.



بما أن طول الملف اللولبي في الأسفل ضعف طول الآخَر، فإن شدَّة المجال المغناطيسي عند مركزه تساوي النصف.

مثال ١: إيجاد شدة المجال المغناطيسي عند مركز ملف لولبي بمعلومية عدد لفاته وطوله

يتكون ملف لولبي طوله 3.2 cm من 90 لفة. يمر في السلك تيار ثابت شدته 1.2 A. احسب شدة المجال المغناطيسي عند مركز الملف اللولبي. اكتب إجابتك بالتسلا بالصيغة العلمية لأقرب منزلة عشرية. استخدم القيمة $4\pi \times 10^{-7}\ \mathrm{T \cdot m/A}$ لـ μ_0.

الحل

سنستخدم المعادلة الآتية:

$$B = \frac{\mu_0 N I}{L}$$

لإيجاد شدَّة المجال المغناطيسي عند مركز الملف اللولبي.

قبل التعويض بالقِيَم المُعطاة، علينا التأكُّد من أن الوحدات متطابقة. تَستخدِم وحدة النفاذية المغناطيسية للفراغ وحدة المتر؛ لذلك نحتاج إلى أن نحوِّل الطول البالغ 3.2 cm إلى المتر.

يُوجَد 100 سنتيمتر في المتر الواحد؛ لذلك لتحويل 3.2 cm إلى متر، نضرب في القيمة:

$$\frac{1\ \mathrm{m}}{100\ \mathrm{cm}} \times 3.2\ \mathrm{cm} = 0.032\ \mathrm{m}.$$

ومن ثَمَّ، فإن 3.2 cm يساوى 0.032 m.

مثال ١ (متابعة)

يُمكننا الآن التعويض بالقِيَم في المعادلة. الطول $0.032\ \text{m}$، وشدة التيار $1.2\ \text{A}$، ونعلم أن الملف يتكون من 90 لفة، والنفاذية المغناطيسية للفراغ $4\pi \times 10^{-7}\ \text{T}\cdot\text{m/A}$. هذا يعطينا:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{L}$$
$$B = \frac{\left(4\pi \times 10^{-7}\ \text{T}\cdot\text{m/A}\right)(90)(1.2\ \text{A})}{0.032\ \text{m}}.$$

نضرب قيم البسط كلها. وهذا يُلغي وحدة الأمبير، لنحصل على:

$$B = \frac{1.36 \times 10^{-4}\ \text{T}\cdot\text{m}}{0.032\ \text{m}}.$$

والآن عندما نقسم هاتين القيمتين، تُحذَف وحدة المتر، وتتبقَّى فقط وحدة التسلا:

$$\frac{1.36 \times 10^{-4}\ \text{T}\cdot\text{m}}{0.032\ \text{m}} = 4.24 \times 10^{-3}\ \text{T}.$$

بالتقريب لأقرب منزلة عشرية، نجد أن شدَّة المجال المغناطيسي عند مركز الملف اللولبي تساوي $4.2 \times 10^{-3}\ \text{T}$.

إعادة ترتيب معادلة شدَّة المجال المغناطيسي

يُمكن استخدام معادلة شدَّة المجال المغناطيسي عند مركز الملف اللولبي لإيجاد متغيِّرات أخرى في المعادلة، إذا علمنا قيمة شدَّة المجال المغناطيسي عند مركز الملف اللولبي. على سبيل المثال، يُمكن إعادة ترتيب المعادلة لجعل I في طرف بمفرده.

بالبدء بالمعادلة:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{L},$$

يُمكننا ضرب الطرفين في L. وهذا يُلغي L في الطرف الأيمن، ويتبقَّى لدينا:

$$BL = \mu_0 NI.$$

حسب هذه الصيغة، يُمكننا قسمة الطرفين على μ_0، N. وهذا يُلغي μ_0، N في الطرف الأيمن، ويتبقَّى فقط I:

$$\frac{BL}{\mu_0 N} = I.$$

مثال ٢: إيجاد شدة التيار المار في ملف لولبي بمعلومية عدد لفاته وطوله

يتكون ملف لولبي من 35 لفة، وطوله $42\ \text{mm}$. قيست شدة المجال المغناطيسي عند مركز الملف اللولبي فكانت $4.9 \times 10^{-4}\ \text{T}$. احسب شدة التيار المار في السلك. اكتب إجابتك بالأمبير، لأقرب منزلتين عشريتين. استخدم القيمة μ_0 لـ $4\pi \times 10^{-7}\ \text{T}\cdot\text{m/A}$.

الحل

تذكَّر أنه يُمكن إعادة ترتيب معادلة شدَّة المجال المغناطيسي عند مركز الملف اللولبي لجعل التيار في طرف بمفرده:

$$I = \frac{BL}{\mu_0 N}.$$

قبل التعويض مباشرة بالقِيَم المُعطاة في هذه الصورة من المعادلة، علينا التأكُّد من أن الوحدات متطابقة. تستخدم النفاذية المغناطيسية للفراغ وحدة المتر، نحتاج إذن إلى أن يصبح طول الملف اللولبي، الذي يساوي $42\ \text{mm}$، أيضًا بوحدة المتر.

يُوجَد $1\,000$ ملليمتر في المتر الواحد؛ ومن ثَمَّ بضرب هذه العلاقة في $42\,\text{mm}$ نحصل على القيمة بوحدة المتر:

$$\frac{1\,\text{m}}{1\,000\,\text{mm}} \times 42\,\text{mm} = 0.042\,\text{m}.$$

طول الملف اللولبي بالمتر يساوي $0.042\,\text{m}$.

مثال ٢ (متابعة)

والآن يُمكننا التعويض بالقِيَم في المعادلة. الطول يساوي $0.042\ \text{m}$، وشدة المجال المغناطيسي تساوي $4.9 \times 10^{-4}\ \text{T}$، ولدينا 35 لفة، والنفاذية المغناطيسية للفراغ تساوي $4\pi \times 10^{-7}\ \text{T}\cdot\text{m/A}$. هذا يعطينا:

$$I = \frac{(4.9 \times 10^{-4}\ \text{T})\,(0.042\ \text{m})}{(4\pi \times 10^{-7}\ \text{T}\cdot\text{m/A})\,(35)}.$$

وبضرب قيم البسط جميعًا، نحصل على وحدة $\text{T}\cdot\text{m}$: عدد لفات الملف اللولبي ليس له وحدة؛ لذا فإن ضرب قِيَم المقام جميعًا لا يُغيِّر من الوحدات:

$$I = \frac{2.06 \times 10^{-5}\ \text{T}\cdot\text{m}}{4.39 \times 10^{-5}\ \text{T}\cdot\text{m/A}}.$$

قسمة قِيَم البسط على المقام، تُلغِي تمامًا وحدتَيْ: $\text{T}\cdot\text{m}$، ويتبقَّى لدينا وحدة الأمبير في البسط. إذن بقسمة هذه القِيَم، نحصل على:

$$\frac{2.06 \times 10^{-5}\ \text{T}\cdot\text{m}}{4.39 \times 10^{-5}\ \text{T}\cdot\text{m/A}} = 0.468\ \text{A}.$$

وبالتقريب لأقرب منزلتين عشريتين، نجد الإجابة هي $0.47\ \text{A}$.

إعادة ترتيب معادلة شدَّة المجال المغناطيسي (متابعة)

يُمكن أيضًا إعادة ترتيب معادلة شدَّة المجال المغناطيسي عند مركز ملف لولبي لجعل الطول، L، في طرف بمفرده. البدء بالمعادلة:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{L},$$

وضرب طرفَيْها في L سيُلغي L في الطرف الأيمن، لنحصل على:

$$BL = \mu_0 NI.$$

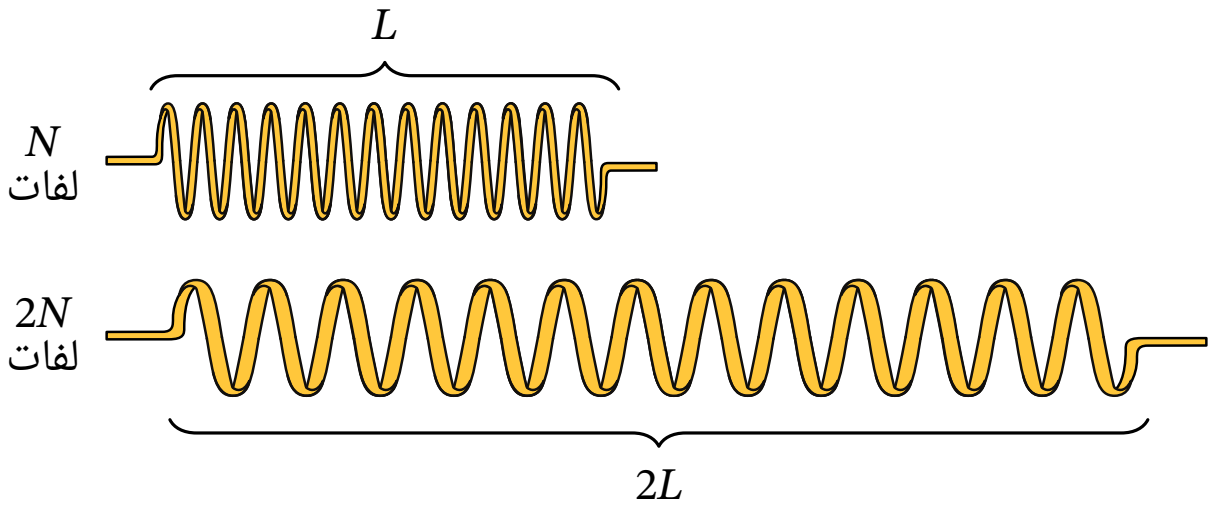
ثم نقسم الطرفين على B، وهو ما سيُلغي B في الطرف الأيسر، ويتبقَّى لدينا فقط L:

$$L = \frac{\mu_0 NI}{B}.$$

فهْم عدد اللفات لكل وحدة طول

تذكَّر أن شدَّة المجال المغناطيسي عند مركز ملف لولبي تتناسَب عكسيًّا مع طول الملف اللولبي.

يُمكن التغلُّب على تأثير زيادة طول الملف اللولبي بإضافة المزيد من اللفات إلى السلك، كما هو موضَّح في الشكل الآتي.



كلا الملفين اللولبيين لهما نفس شدَّة المجال المغناطيسي؛ لأن الملف اللولبي الأطول يحتوي على عدد أكبر نسبيًّا من اللفات.

فهْم عدد اللفات لكل وحدة طول (متابعة)

هذا يعني أن إضافة المزيد من اللفات؛ أيْ تكوين ملف لولبي أطول، لا تزيد شدَّة المجال المغناطيسي عند المركز. ما يزيد شدَّة المجال المغناطيسي هو زيادة عدد اللفات لنفس الطول.

ويُمكن إثبات ذلك بالنظر إلى المعادلة الآتية:

$$B = \frac{\mu_0 N I}{L}.$$

إذا افترضنا أن قيمة شدَّة التيار ثابتة في ملفين لولبيين، عندئذٍ تكون الكميتان غير الثابتتين الوحيدتان المؤثِّرتان على شدَّة المجال المغناطيسي هما عدد اللفات N، والطول L:

$$\frac{N}{L}.$$

فهْم عدد اللفات لكل وحدة طول (متابعة)

يُمكننا ملاحَظة أن زيادة عدد اللفات إلى $2N$ والطول إلى $2L$، فإن هذا لا يُغيِّر النسبة على الإطلاق. حيث تُلغي كلُّ قيمة من القيمتين القيمة الأخرى:

$$\frac{2N}{2L} = \frac{N}{L}.$$

لتبسيط معادلة شدَّة المجال المغناطيسي عند مركز ملف لولبي، تُختصَر هذه النسبة عادة، ويُرمَز إليها بالحرف n الصغير:

$$\frac{N}{L} = n,$$

ووحدات قياسها هي عدد اللفات لكل وحدة طول.

فهْم عدد اللفات لكل وحدة طول (متابعة)

يُمكن إعادة كتابة معادلة شدَّة المجال المغناطيسي عند مركز الملف اللولبي بدلالة عدد اللفات لكل وحدة طول، n.

معادلة: المجال المغناطيسي عند مركز ملف لولبي يحتوي على عدد من اللفات لكل وحدة طول

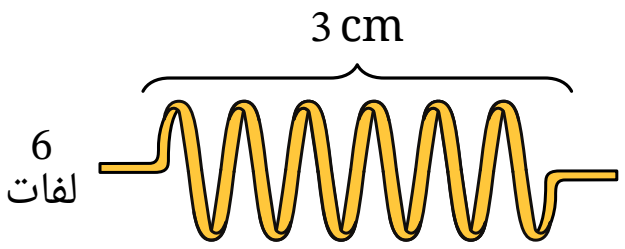
تُعطَى شدَّة المجال المغناطيسي، B، داخل مركز ملف لولبي باستخدام المعادلة:

$$B = \mu_0 n I,$$

حيث I شدَّة التيار المار في الملف اللولبي، n عدد اللفات لكل وحدة طول، μ_0 النفاذية المغناطيسية للفراغ، $4\pi \times 10^{-7}\,\mathrm{T \cdot m/A}$.

مثال توضيحي: عدد اللفات لكل وحدة طول

انظر الملف اللولبي في الشكل الآتي ناحية اليسار.
قيمة n هي إجمالي عدد اللفات على الطول الكلي:



$$n = \frac{N}{L}.$$

إذن 6 لفات وطول قدره 3 cm يُعطيان:

$$\frac{\text{6 لفات}}{\text{3 cm}} = \text{لفتين لكل سنتيمتر.}$$

إذا أردنا زيادة عدد اللفات ليصبح 12، وزيادة الطول ليصبح 6 cm، نجد أن قيمة n تظلُّ ثابتة كما هي:

$$\frac{\text{12 لفة}}{\text{6 cm}} = \text{لفتين لكل سنتيمتر.}$$

إذن لن تتغيَّر شدَّة المجال المغناطيسي إلا بتغيُّر نسبة عدد لفات الملف اللولبي إلى طوله.

مثال توضيحي: عدد اللفات لكل وحدة طول (متابعة)

عند استخدام n لإجراء العمليات الحسابية، نجد أن عدد اللفات ليس له وحدة؛ ومن ثَمَّ، تكون وحدات n هي لكل وحدة طول فقط.

هذا يعني أنه على الرغم من قولنا لفتين لكل سنتيمتر، فإذا عوَّضنا بهذه القيمة في معادلة، سنكتب $2\,\text{cm}^{-1}$.

مثال ٣: تغيُّر المجال المغناطيسي في الملف اللولبي

شُكِّل سلك على هيئة ملف لولبي له n من اللفات لكل ملليمتر. يمرُّ بالملف تيار ثابت شدَّته I. نتيجة ذلك، أمكن قياس قيمة شدَّة المجال المغناطيسي B عند مركز الملف اللولبي. أيُّ التغيُّرات الآتية بالنظام تزيد شدَّة المجال المغناطيسي عند مركز الملف، بافتراض أن جميع العوامل الأخرى ثابتة؟

أ. انخفاض طول الملف اللولبي بإزالة عدد من اللفات مع إبقاء n ثابتة.

ب. انخفاض قيمة I؛ أيْ شدَّة التيار المار في السلك.

ج. انخفاض قيمة n؛ أيْ عدد اللفات لكل ملليمتر.

د. زيادة قيمة I؛ أيْ شدَّة التيار المار في السلك.

هـ. زيادة طول الملف اللولبي بإضافة عدد من اللفات مع إبقاء n ثابتة.

مثال ٣ (متابعة)

الحل

لنتذكَّر صورة المعادلة التي تتضمَّن n عدد اللفات لكل وحدة طول:

$$B = \mu_0 nI.$$

إذا لم يتغيَّر n في هذه المعادلة، فإن شدَّة المجال المغناطيسي لا تتغيَّر. إضافة أجزاء إلى الملف اللولبي أو إزالتها منه، لكنْ مع الحفاظ على قيمة n ثابتة، يعني أن شدَّة المجال المغناطيسي تظلُّ ثابتة.

لكن انخفاض قيمة n، سيقلِّل من شدَّة المجال المغناطيسي. وبالمثل انخفاض قيمة شدَّة التيار سيقلِّل أيضًا من شدَّة المجال المغناطيسي. هذا لأن شدَّة المجال المغناطيسي تتناسَب طرديًّا مع كلٍّ من n، I.

الطريقة الوحيدة لزيادة شدَّة المجال المغناطيسي هي: زيادة n أو I.

الإجابة الوحيدة التي تعبِّر عن هذه الزيادة هي الخيار د؛ أيْ زيادة قيمة I.

إذن الإجابة الصحيحة هي الخيار د. زيادة قيمة شدَّة التيار المار في السلك تزيد شدَّة المجال المغناطيسي.

إعادة ترتيب معادلة شدَّة المجال المغناطيسي (متابعة)

كما هو الحال في الصورة الأخرى من معادلة شدَّة المجال المغناطيسي، يُمكننا عزل متغيِّرات مجهولة محدَّدة. على سبيل المثال، إذا كان التيار المار في ملف لولبي مجهولًا، يُمكننا إيجاده بكتابة المعادلة:

$$B = \mu_0 nI$$

بدلالة I.

للقيام بذلك، نقسم الطرفين على $\mu_0 n$. هذا يُلغي $\mu_0 n$ في الطرف الأيمن، ويتبقَّى فقط I:

$$\frac{B}{\mu_0 n} = I.$$

مثال ٤: إيجاد شدة التيار في ملف لولبي بدلالة عدد لفاته لكل وحدة طول

يتكوَّن ملف لولبي من سلك يحمل تيارًا ثابتًا شدَّته I. للملف اللولبي 430 لفة في السلك لكل متر. قِيست شدَّة المجال المغناطيسي عند مركز الملف اللولبي فكانت $3.2 \times 10^{-3}\ \text{T}$. احسب شدَّة التيار، I، بوحدة الأمبير. اكتب إجابتك لأقرب منزلة عشرية. استخدِم $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ \text{T}\cdot\text{m/A}$.

الحل

تذكَّر أن المعادلة: $B = \mu_0 n I$ يُمكن كتابتها بدلالة I كالآتي:

$$I = \frac{B}{\mu_0 n}.$$

باستخدام هذه الصورة، دعونا نعوض بالقيم المعلومة. قيمة شدة المجال المغناطيسي $3.2 \times 10^{-3}\ \text{T}$، وقيمة n تساوي 430 لفة لكل متر، وقيمة μ_0 تساوي $4\pi \times 10^{-7}\ \text{T}\cdot\text{m/A}$. هذا يعطينا:

$$I = \frac{3.2 \times 10^{-3}\ \text{T}}{(4\pi \times 10^{-7}\ \text{T}\cdot\text{m/A})\left(\frac{430}{\text{m}}\right)}.$$

وبضرب قِيَم المقام جميعًا، تُحذَف وحدتا المتر، لنحصل على:

$$I = \frac{3.2 \times 10^{-3}\ \text{T}}{5.4 \times 10^{-4}\ \text{T/A}}.$$

مثال ٤ (متابعة)

القسمة على كسر يساوي الضرب في مقلوبه. هذا يعني أن الوحدة الوحيدة المتبقِّية بعد القسمة ستكون الأمبير:

$$\frac{\mathrm{T}}{\mathrm{T/A}} = \mathrm{T} \times \frac{\mathrm{A}}{\mathrm{T}}$$
$$= \mathrm{A}.$$

إذن عند قسمة القيمتين، تصبح الإجابة:

$$\frac{3.2 \times 10^{-3}\,\mathrm{T}}{5.4 \times 10^{-4}\,\mathrm{T/A}} = 5.92\,\mathrm{A}.$$

وبالتقريب لأقرب منزلة عشرية، سيساوي الناتج: $5.9\,\mathrm{A}$.

النقاط الرئيسية

- الملف اللولبي سلكٌ على صورة مجموعة من اللفات أو الحلقات.
- عندما يمرُّ تيار في الملف اللولبي، فإنه يُنتِج مجالًا مغناطيسيًّا تكون شدَّته أقوى ما يُمكن عند مركز الملف.
- داخل ملفات الملف اللولبي، تُعطَى شدَّة المجال المغناطيسي B بالمعادلة:

$$B = \frac{\mu_0 N I}{L},$$

حيث N عدد اللفات في الملف اللولبي، I شدة التيار المار في الملف اللولبي، L طول الملف اللولبي، μ_0 النفاذية المغناطيسية للفراغ، $4\pi \times 10^{-7}\ \mathrm{T \cdot m/A}$.

- معادلة شدة المجال المغناطيسي B عند مركز الملف اللولبي باستخدام اللفات لكل وحدة طول هي:

$$B = \mu_0 n I,$$

حيث n عدد اللفات لكل وحدة طول، I شدة تيار الملف اللولبي، μ_0 النفاذية المغناطيسية للفراغ، $4\pi \times 10^{-7}\ \mathrm{T \cdot m/A}$.