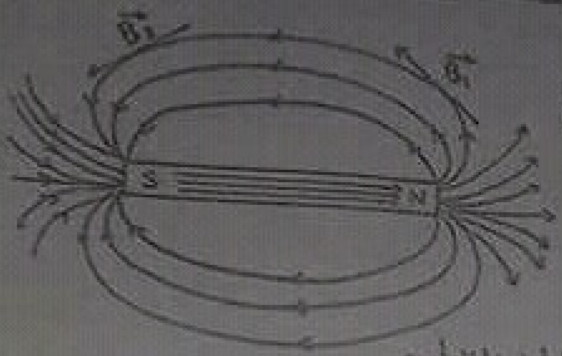
حسام جابر
0599047654

المجال المغناطيسي
"Magnetic Field"

المجال المغناطيسي: المنطقة المحيطة بالمغناطيس التي تظهر فيها آثار قوته المغناطيسية



خط المجال المغناطيسي: المسار الذي يسلكه قطب شمالي مفرد (افتراضي) موضوع في المجال المغناطيسي بشكل حر

تخطيط المجال المغناطيسي:

1) برادة الحديد: لمعرفة شكل خطوط المجال المغناطيسي
2) البوصلة: لمعرفة اتجاه المجال المغناطيسي ويمكن استخدامها أيضاً لمعرفة شكل خطوط المجال المغناطيسي

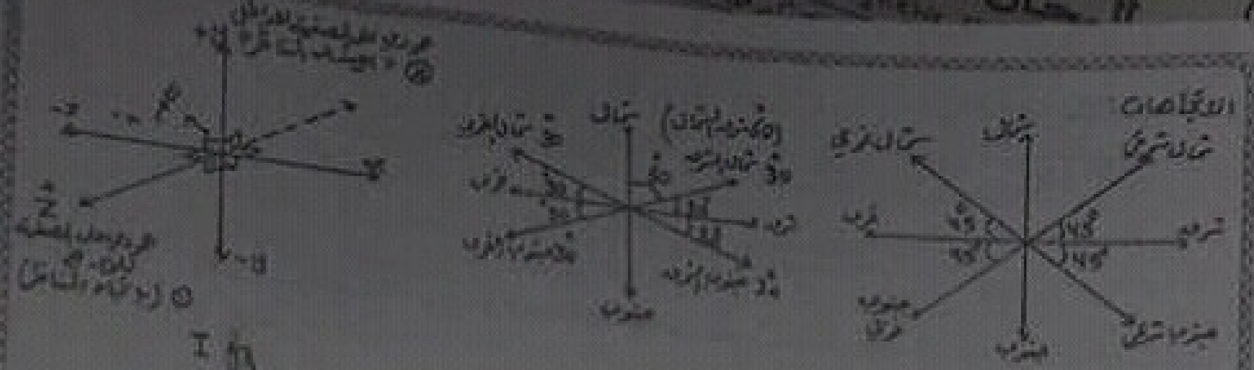
خواص خطوط المجال المغناطيسي:

1) خطوط وهمية تخرج من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي في المنطقة المحيطة بالمغناطيس ومن الجنوبي إلى الشمالي في داخل المغناطيس
2) اتجاه المماس لخط المجال عند نقطة ما يدل على اتجاه المجال المغناطيسي عند تلك النقطة
3) عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تخترق وحدة المساحات باتجاه عمودي عليها تتناسب طردياً مع مقدار شدة المجال المغناطيسي ($\vec{B}$): إذا كانت خطوط المجال متقاربة (كما في منطقة قطبي المغناطيس) تكون شدة المجال المغناطيسي كبيرة. وإذا كانت متباعدة (كما في منطقة وسط المغناطيس) تكون شدة المجال المغناطيسي ضعيفة.
4) خطوط المجال المغناطيسي لا تتقاطع لأنه لو تقاطع خطان لأصبح للمجال المغناطيسي اتجاهين مختلفين عند نقطة التقاطع وهذا غير ممكن لأن للمجال المغناطيسي اتجاه محدد عند كل نقطة في المجال المغناطيسي

5) خطوط المجال المغناطيسي مقفلة وذلك لعدم وجود قطب مغناطيسي مفرد حتى لو كسر مغناطيس فإن كل جزء ناتج يشكل مغناطيساً جديداً له قطبان
6) (تراجع) التدفق المغناطيسي خلال أي سطح مغلق يساوي صفراً وذلك لأن عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تدخل السطح يساوي عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تخرج منه وذلك بسبب أن خطوط المجال المغناطيسي مقفلة

ملاحظة: التدفق المغناطيسي $\boxed{\Phi = BA\cos\theta}$ θ B العمودي على السطح (متجه المساحة) ووحدته ويبر $\boxed{Wb = T \cdot m^2}$
(تراجع) " يتناسب مع عدد خطوط المجال التي تخترق سطحاً معيناً باتجاه عمودي عليه "

ملاحظة: شدة المجال المغناطيسي ($\vec{B}$) ووحدتها تسلا $\boxed{T = Wb/m^2}$ كذلك غاوس [10^{-4} T



خطوط المجال المغناطيسي لسلك مستقيم يحمل تياراً كهربائياً

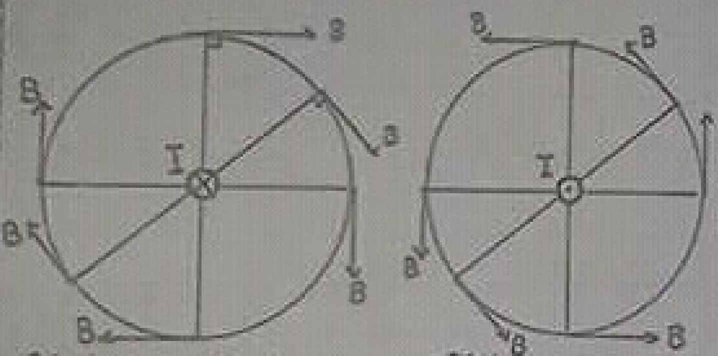
تحديد اتجاه المجال المغناطيسي الذي يحدثه سلك يحمل تياراً

• تكون خطوط المجال المغناطيسي حول السلك المستقيم على شكل حلقات دائرية مغلقة مركزها السلك ويكون مستواها عمودياً على السلك.

١) **قاعدة قبضة اليد اليمنى**: نمسك السلك باليد اليمنى بحيث يشير الابهام الى اتجاه التيار في السلك فيشير اتجاه دوران الأصابع الى اتجاه المجال المغناطيسي حول السلك ويكون اتجاه المجال عند أي نقطة هو المماس لخط المجال (المماس للدائرة الوهمية المرسومة) عند تلك النقطة.

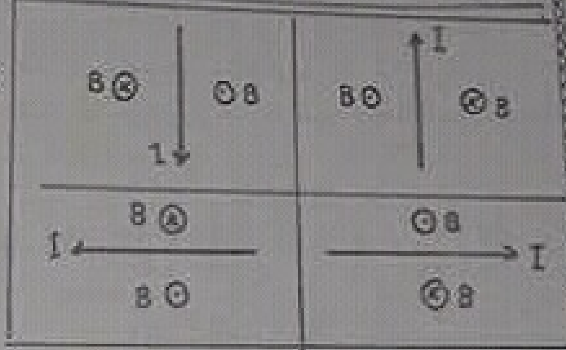
٢) **قاعدة كف اليد اليمنى (١)**: نبسط راحة اليد ليشير الابهام نحو التيار والأصابع الأربعة باتجاه النقطة فيكون اتجاه العمود الخارج من راحة اليد باتجاه $\vec{B}$

٣) **قاعدة كف اليد اليمنى (٢)**: نبسط راحة اليد لتشير الأصابع نحو التيار بحيث تكون راحة اليد باتجاه النقطة المراد تحديد اتجاه المجال عندها، فيشير الابهام الى اتجاه المجال المغناطيسي عند تلك النقطة.



التيار عمودي على الصفحة للداخل

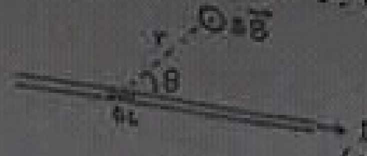
التيار عمودي على الصفحة للخارج



معلومة: العالم (أورستد) عام 1820م هو الذي اكتشف أن التيار الكهربائي المار في سلك يولد مجالاً مغناطيسياً حوله حيث لاحظ انحراف ابرة البوصلة عند وضعها بالقرب منه.

قانون بيو - سافار   Biot-Savart Law

تمكن العالمان (بيو) و (سافار) باستنتاج علاقة لحساب شدة المجال المغناطيسي الناتج عن مرور تيار كهربائي في موصل



$$\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi}\,\frac{I\,\Delta L \sin\theta}{r^2}$$

عن عنصر (جزء صغير من الموصل) طوله (ΔL)

حيث:

ΔB: شدة المجال المغناطيسي الناشئ عن عنصر (جزء صغير من الموصل)

ΔL: طول العنصر

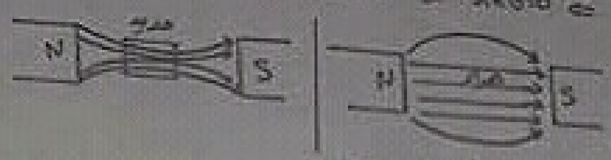
r: بعد النقطة عن العنصر

θ: الزاوية المحصورة بين اتجاه (ΔL) واتجاه (r) أي بين اتجاه (I) واتجاه (r)

$\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}\ T.m/A$

$\frac{\mu_0}{4\pi}$: ثابت التناسب ويعتمد على الوسط $\Rightarrow \frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7}\ T.m/A$

ملاحظة: إذا وقعت النقطة على امتداد السلك أو على امتداده فلا يتولد عندها مجال مغناطيسي لأنه حسب قانون بيو - سافار: $\theta = 0$ أو $180 \Rightarrow \sin\theta = 0 \Rightarrow \Delta B = 0 \Rightarrow B = 0$



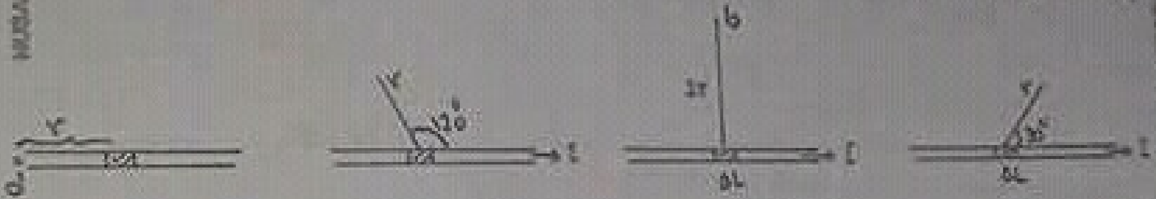
النفاذية المغناطيسية للوسط (μ)

• خاصية للوسط تعبر عن مدى استجابة المادة للمجال المغناطيسي الخارجي

والمواد ذات النفاذية المغناطيسية العالية (المواد الفرومغناطيسية) كبيرة حيث تقوم بتركيز خطوط المجال المغناطيسي داخلها

$\mu_{حديد} >> \mu_{هواء}$

س) رتب قيم ΔB تصاعدياً والناتجة عن العنصر (ΔL) في كل من الأشكال التالية



الحل:

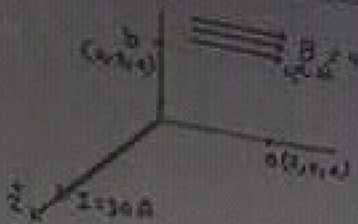
a: $\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\Delta L\sin30}{r^2} = \frac{1}{2}\times\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\Delta L}{r^2}$

b: $\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\Delta L\sin90}{(2r)^2} = \frac{1}{4}\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\Delta L}{r^2}$

c: $\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\Delta L\sin120}{r^2} = \frac{\sqrt{3}}{2}\times\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\Delta L}{r^2}$

d: $\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\Delta L\sin180}{r^2} = 0$

$\Rightarrow \Delta B_{(d)} < \Delta B_{(b)} < \Delta B_{(a)} < \Delta B_{(c)}$



س) يبين الشكل سلكاً مستقيماً طويلاً يحمل تياراً شدته (30A) باتجاه المحور الزيني الموجب ($\vec{z}$) وهو موضوع في مجال مغناطيسي منتظم شدته (4×10^{-6} T) باتجاه المحور السيني الموجب (+x)، احسب شدة المجال المغناطيسي عند النقطتين
a(2,0,0)m , b(0,2,0)m

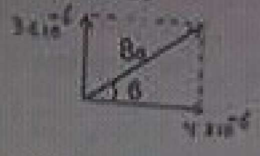
الحل:

عند a : للسلك $B_s = 2\times10^{-7}\frac{I}{r} = \frac{2\times10^{-7}\times30}{2} = 3\times10^{-6}$ T (+y)

$B_a = \sqrt{(4\times10^{-6})^2 + (3\times10^{-6})^2}$

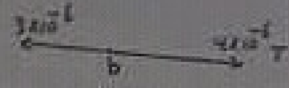
$= 10^{-6}\sqrt{16+9} = 5\times10^{-6}$ T

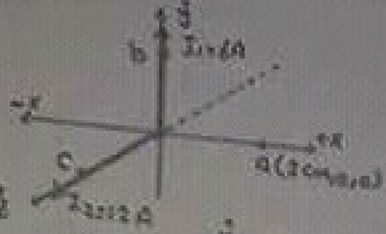
الاتجاه: $\tan\theta = \frac{3\times10^{-6}}{4\times10^{-6}} = \frac{3}{4}$



عند b : للسلك $B_b = \frac{2\times10^{-7}\times30}{2} = 3\times10^{-6}$ T (-x)

$B_b = 4\times10^{-6} - 3\times10^{-6} = 1\times10^{-6}$ T (+x)



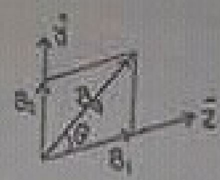


س) يبين الشكل سلكين طويلين عموديين يحملان تيارين باتجاه $\vec{y}$, $\vec{z}$
احسب شدة المجال المغناطيسي عند النقاط
a (2cm,0,0) , b (0,2cm,0) , c (0,0,2cm)

الحل:

عند a : $B_1 = 2\times10^{-7}\frac{I}{r} = \frac{2\times10^{-7}\times6}{2\times10^{-2}} = 6\times10^{-5}$ T $(-\vec{z})$

$B_2 = \frac{2\times10^{-7}\times12}{2\times10^{-2}} = 12\times10^{-5}$ T ($\vec{y}$)

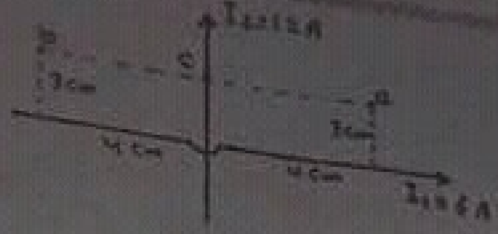


$B_a = \sqrt{(6\times10^{-5})^2 + (12\times10^{-5})^2} = 10^{-5}\sqrt{180}$ T

الاتجاه: $\tan\theta = \frac{B_2}{B_1} = \frac{12\times10^{-5}}{6\times10^{-5}} = 2$

عند b : B للسلك I_1 يساوي صفراً لأن b تقع على السلك ، B_b (I_2 فقط) $= \frac{2\times10^{-7}\times12}{2\times10^{-2}} = 12\times10^{-5}$ T (-x)

عند c : B للسلك I_2 يساوي صفراً لأن c تقع على السلك ، B_c (I_1 فقط) $= \frac{2\times10^{-7}\times6}{2\times10^{-2}} = 6\times10^{-5}$ T (+x)



س) في الشكل سلكين طويلين متعامدين في مستوى الصفحة احسب شدة المجال المغناطيسي عند النقط (a, b, c)

الحل:

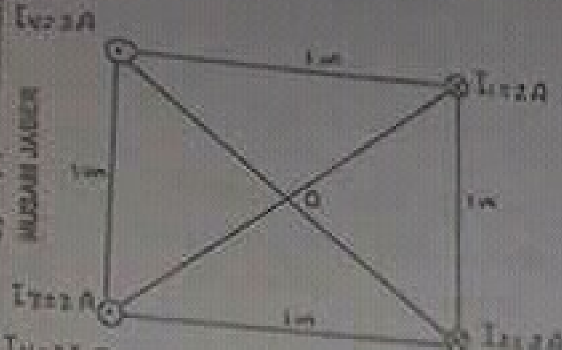
عند a: $B_1 = 2\times10^{-7}\frac{I}{r} = \frac{2\times10^{-7}\times 6}{3\times10^{-2}} = 4\times10^{-5}\,T \odot \hat{z}$

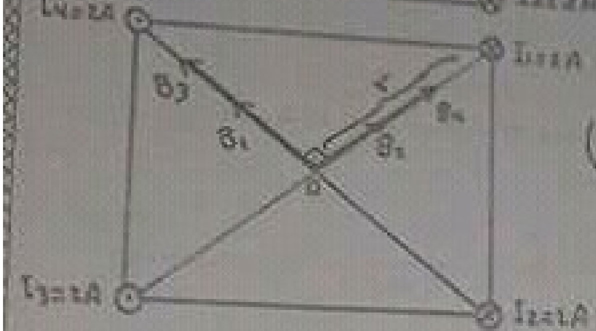
$B_2 = \frac{2\times10^{-7}\times 12}{4\times10^{-2}} = 6\times10^{-5}\,T \otimes \hat{z}$

$B_a = 6\times10^{-5} - 4\times10^{-5} = 2\times10^{-5}\,T \otimes \hat{z}$

عند b: $B_1 = 4\times10^{-5}\,T \odot \hat{z}$, $B_2 = 6\times10^{-5}\,T \odot \hat{z}$ $\Rightarrow B_b = 4\times10^{-5} + 6\times10^{-5} = 10\times10^{-5}\,T \odot \hat{z}$

عند c: B_2 I_2 على امتداد $= 0$ لا توجد مقاومة , $B_1 = 4\times10^{-5}\,T \odot \hat{z}$





س) يبين الشكل اربعة اسلاك طويلة متوازية وعمودية على الصفحة وعلى رؤوس مربع طول ضلعه $(1m)$ ويحمل كل منها تيار شدته $(2A)$, احسب شدة المجال المغناطيسي عند مركز المربع (a)

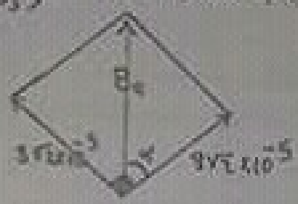
الحل:

قطر المربع $= \sqrt{(1)^2 + (1)^2} = \sqrt{2}$ ∴ $r = \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{1}{\sqrt{2}}$ m

$B_1 = 2\times10^{-7}\frac{I}{r} = \frac{2\times10^{-7}\times 2}{\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)} = 4\sqrt{2}\times10^{-7}\,T = B_2 = B_3 = B_4$

محصلة $\binom{B_1}{B_3} = 4\sqrt{2}\times10^{-5} + 4\sqrt{2}\times10^{-5} = 8\sqrt{2}\times10^{-5}\,T$

$=$ محصلة $\binom{B_2}{B_4}$

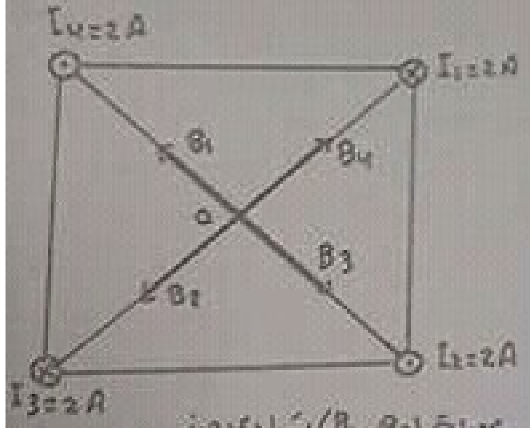


$B_a = \sqrt{(8\sqrt{2}\times10^{-5})^2 + (8\sqrt{2}\times10^{-5})^2}$

$= 16\times10^{-5}\,T$

$\tan\alpha = \frac{8\sqrt{2}\times10^{-5}}{8\sqrt{2}\times10^{-5}} = 1 \Rightarrow \alpha = 45^{\circ}$

أي باتجاه $(\hat{y})$

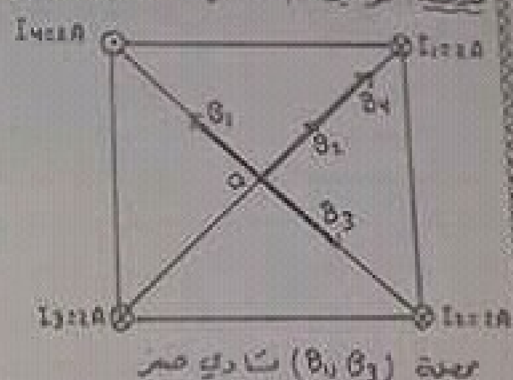


محصلة (B_1, B_3) تساوي صفر

محصلة (B_2, B_4) تساوي صفر

$\Rightarrow B_a = 0$ " النقطة تعادل مجال مغناطيسي "

ملاحظة: لو غيرنا اتجاه التيارات في بعض الاسلاك

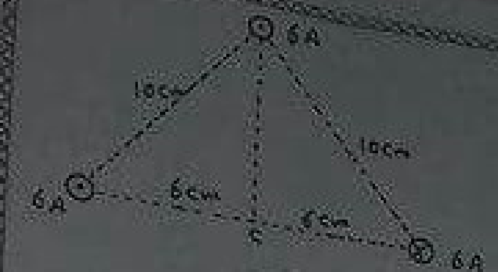


محصلة (B_1, B_3) تساوي صفر

محصلة (B_2, B_4) $4\sqrt{2}\times10^{-5} + 4\sqrt{2}\times10^{-5}$

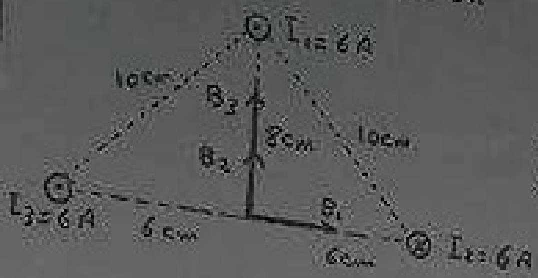
$= 8\sqrt{2}\times10^{-5}\,T$ باتجاه (aI_1)

س) كتاب: احسب شدة المجال المغناطيسي في النقطة (c)



الحل:

من نظرية فيثاغورس: البعد العمودي $= \sqrt{(10)^2 - (6)^2} = \sqrt{64} = 8\,cm$

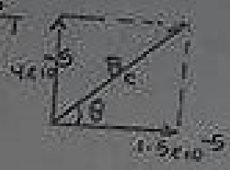


$$B_1 = 2\times10^{-7}\frac{I}{r} = \frac{2\times10^{-7}\times 6}{8\times10^{-2}} = 1.5\times10^{-5}\,T\ (+x)$$

$$B_2 = \frac{2\times10^{-7}\times 6}{6\times10^{-2}} = 2\times10^{-5}\,T\ (y) \quad , \quad B_3 = 2\times10^{-5}\,T\ (y)$$

$$(B_2,B_3)\text{محصلة} = 2\times10^{-5} + 2\times10^{-5} = 4\times10^{-5}\,T$$

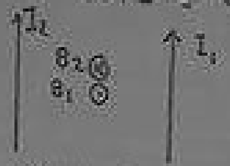
$$B_c = \sqrt{(1.5\times10^{-5})^2 + (4\times10^{-5})^2} = 4.27\times10^{-5}\,T$$



الاتجاه: $\tan\theta = \dfrac{4\times10^{-5}}{1.5\times10^{-5}} = \dfrac{8}{3}$

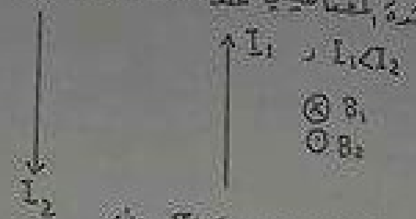
نقطة التعادل (نقطة انعدام) المجال المغناطيسي

هي النقطة التي ينعدم عندها المجال المغناطيسي حيث تكون محصلة شدة المجال المغناطيسي عندها تساوي صفراً.



إذا كان التياران بنفس الاتجاه

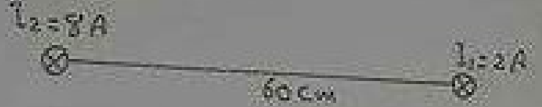
تقع بينهما وأقرب إلى التيار الأصغر



إذا كان التياران متعاكسين

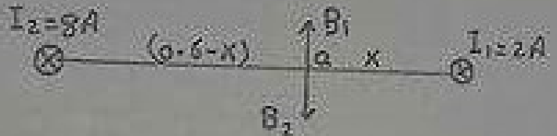
تقع خارجهما وأقرب إلى التيار الأصغر

س) يبين الشكل سلكين طويلين عموديين على الصفحة والبعد بينهما (60cm)، حدد موقع نقطة انعدام المجال المغناطيسي



الحل:

تقع بينهما وأقرب إلى التيار الأصغر



$B_1 = B_2$

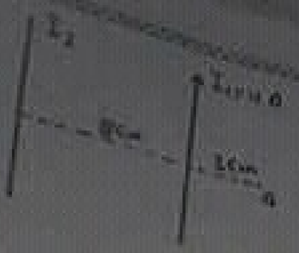
$$\cancel{2\times10^{-7}}\frac{I_1}{r_1} = \cancel{2\times10^{-7}}\frac{I_2}{r_2} \Rightarrow \frac{2}{x} = \frac{8}{0.6-x}$$

$$\Rightarrow 8x = 1.2 - 2x \Rightarrow 10x = 1.2 \Rightarrow x = 0.12\,m$$

عن السلك الأول

HUSAN JABER

المجال المغناطيسي في المنطقة (؟)



س) يبين الشكل سلكين طويلين متوازيين يقعان في مستوى الصفحة
احسب مقدار واتجاه التيار اللازم تمريره في السلك الثاني
1) حتى ينعدم المجال المغناطيسي عند a
2) حتى تكون شدة المجال المغناطيسي عند a تساوي $5\times10^{-5}T$ ⊗
3) 〃 〃 〃 〃 $3\times10^{-5}T$ ⊗
4) 〃 〃 〃 〃 $5\times10^{-5}T$ ⊙

الحل:

1) حتى ينعدم المجال خارج السلكين ← التيارات متعاكسة

$B_1 = B_2 \Rightarrow 2\times10^{-7}\frac{I_1}{r_1} = 2\times10^{-7}\frac{I_2}{r_2} \Rightarrow \frac{4}{2\times10^{-2}} = \frac{I_2}{10\times10^{-2}} \Rightarrow I_2 = 20A\ (\downarrow)$

$B_1 = \frac{2\times10^{-7}\times4}{2\times10^{-2}} = 4\times10^{-5}T$ ⊗

2) $\vec{B_1} + \vec{B_2} = 5\times10^{-5}T$ ⊗ (مع الاتجاه) $\Rightarrow 4\times10^{-5}$ ⊗ $+ B_2 = 5\times10^{-5}$ ⊗
$\Rightarrow B_2 = 5\times10^{-5}$ ⊗ $- 4\times10^{-5}$ ⊗ $= 1\times10^{-5}$ ⊗

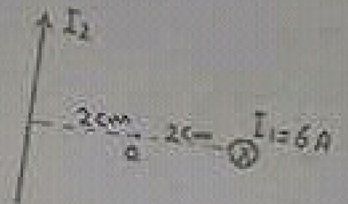
$B_2 = 2\times10^{-7}\frac{I}{r} \Rightarrow 1\times10^{-5} = \frac{2\times10^{-7}\times I_2}{10\times10^{-2}} \Rightarrow I_2 = 5A\ (\downarrow)$

3) $\vec{B_1} + \vec{B_2} = 3\times10^{-5}$ ⊗ $\Rightarrow 4\times10^{-5}$ ⊗ $+ B_2 = 3\times10^{-5}$ ⊗ $\Rightarrow B_2 = 3\times10^{-5}$ ⊗ $- 4\times10^{-5}$ ⊗ $= -1\times10^{-5}$ ⊗ ⊙

$\Rightarrow B_2 = 1\times10^{-5}$ ⊙ $= \frac{2\times10^{-7}\times I_2}{10\times10^{-2}} \Rightarrow I_2 = 5A\ (\uparrow)$

4) $\vec{B_1} + \vec{B_2} = 5\times10^{-5}$ ⊙ $\Rightarrow 4\times10^{-5}$ ⊗ $+ B_2 = 5\times10^{-5}$ ⊙ $\Rightarrow B_2 = 5\times10^{-5}$ ⊙ $- 4\times10^{-5}$ ⊗

$\Rightarrow B_2 = 5\times10^{-5}$ ⊙ $+ 4\times10^{-5}$ ⊙ $= 9\times10^{-5}$ ⊙ $= \frac{2\times10^{-7}\times I_2}{10\times10^{-2}} \Rightarrow I_2 = 45A\ (\uparrow)$



س) يبين الشكل سلكين طويلين الأول عمودي على الصفحة ويحمل تيارًا (6A) والثاني في مستوى الصفحة ويحمل تيارًا (I_2)
فإذا كانت شدة المجال المغناطيسي عند a تساوي ($10\times10^{-5}T$)
1) احسب مقدار التيار (I_2)
2) حدد اتجاه المجال الكلي عند a

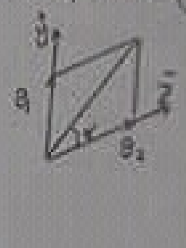
الحل:

$B_1 = 2\times10^{-7}\frac{I}{r} = \frac{2\times10^{-7}\times6}{2\times10^{-2}} = 6\times10^{-5}T\ (\uparrow)$ ، B_2 ⊗ باتجاه

(B_1 ، B_2) متعامدان $\Rightarrow 10\times10^{-5} = \sqrt{(6\times10^{-5})^2 + (B_2)^2}$ بتربيع $(10\times10^{-5})^2 = (6\times10^{-5})^2 + (B_2)^2$

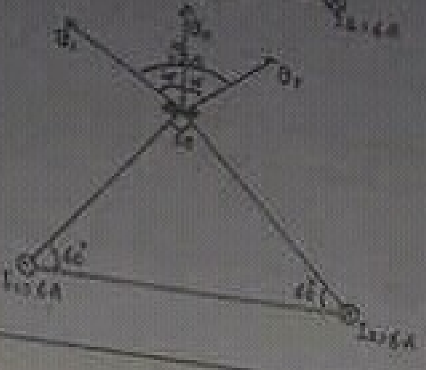
$\Rightarrow B_2 = 8\times10^{-5}T = \frac{2\times10^{-7}\times I_2}{2\times10^{-2}} \Rightarrow I_2 = 8A$

2) $\tan\alpha = \frac{B_1}{B_2} = \frac{6\times10^{-5}}{8\times10^{-5}} = \frac{3}{4}$



HUMAM JABER

س) يبين الشكل سلكين طويلين متوازيين عموديين على الصفحة احسب شدة المجال المغناطيسي عند النقطة (c)



الحل

$B_1 = 2\times10^{-7}\frac{I}{r} = \frac{2\times10^{-7}\times6}{20\times10^{-2}} = 6\times10^{-6}\,T = B_2$

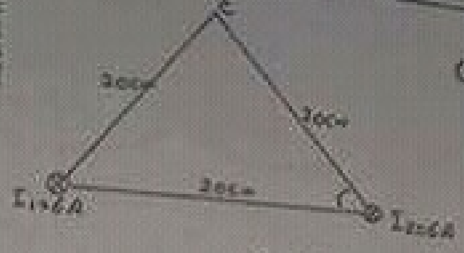
$B_t = 2B_1\cos(\frac{\theta}{2})$

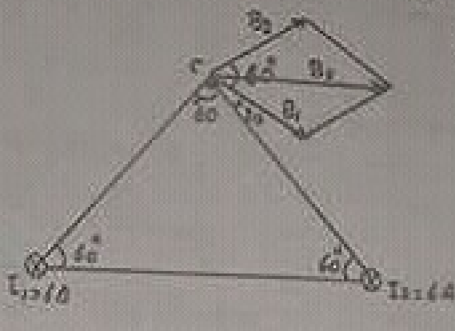
$= 2\times6\times10^{-6}\cos 60 = 6\times10^{-6}\,T$

وتنصف الزاوية بينهما اتجاه (y)

B باتجاه عمودي على

س) يبين الشكل سلكين طويلين متوازيين عموديين على الصفحة ، احسب شدة المجال المغناطيسي عند النقطة (c)





الحل

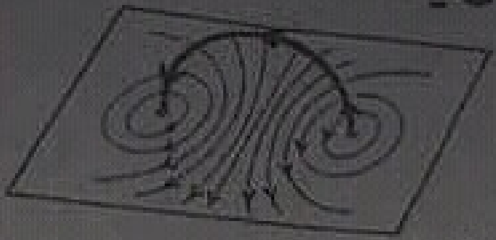
$B_1 = 2\times10^{-7}\frac{I}{r} = \frac{2\times10^{-7}\times6}{20\times10^{-2}} = 6\times10^{-6}\,T = B_2$

$B_t = 2B_1\cos\frac{\theta}{2} = 2\times6\times10^{-6}\cos 30 = 12\times10^{-6}\times\frac{\sqrt{3}}{2}$

$= 6\sqrt{3}\times10^{-6}\,T$

وتنصف الزاوية بينهما اتجاه (+X)

المجال المغناطيسي لملف دائري يسري فيه تيار كهربائي:



- عند مركز الملف الدائري تكون خطوط المجال المغناطيسي متوازية وعمودية على مستوى الملف لأن المجال المغناطيسي عند مركز الملف منتظم تقريباً

- في المناطق البعيدة عن مركز الملف تكون خطوط المجال المغناطيسي منحنية (دوائر غير تامة الاستدارة مركزها السلك) وتقل أعدادها كلما ابتعدنا عن مركز الملف

- يمكن اعتبار الملف الدائري مغناطيساً مستقيماً قصيراً (صفيحة مغناطيسية) (قشرة مغناطيسية) له قطبان شمالي وجنوبي وذلك للتشابه في شكل المجال المغناطيسي لكل منهما حيث يشير اتجاه المجال المغناطيسي الى القطب الشمالي

تعيين اتجاه المجال المغناطيسي في مركز الملف الدائري

1) قاعدة اليد اليمنى (1): نمسك الملف بحيث يشير دوران الأصابع الى اتجاه التيار (I) فيشير الابهام الى اتجاه المجال المغناطيسي عند مركز الملف.

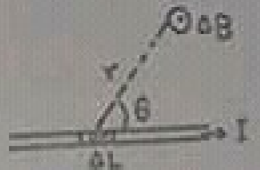
2) قاعدة اليد اليمنى (2): نجعل ابهام اليد اليمنى يشير الى اتجاه التيار في الملف فتكون اتجاه حركة الاصابع تشير الى اتجاه المجال في مركز الملف.

الملفان عموديان على مستوى الصفحة — الملفان عموديان على مستوى الصفحة — الملفان في مستوى الصفحة

• شدة المجال المغناطيسي في مركز الملف الدائري

$$\boxed{B=\frac{\mu_0 I N}{2R}}$$

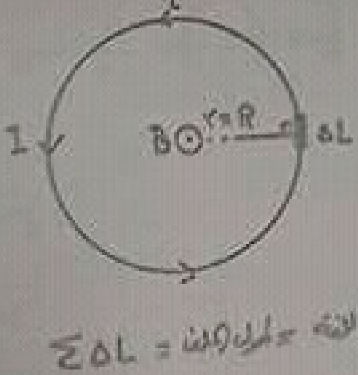
حيث: $\mu_0=4\pi\times10^{-7}\ T.m/A$ ، I: شدة التيار في الملف ، N: عدد لفات الملف ، R: نصف قطر الملف



الاشتقاق: حسب قانون بيوت سافارت

$$\Delta B=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\Delta L\sin\theta}{r^2}$$

في الملف الدائري: $r=R$ ، $\theta=90^\circ$



$$B=\sum\Delta B=\sum\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\Delta L\sin 90}{R^2}=\frac{\mu_0}{4\pi}\times\frac{I}{R^2}\sum\Delta L$$

$\sum\Delta L$ = طول الملف = عدد اللفات × محيط اللفة $=(2\pi R)\times N$

$$\Rightarrow B=\frac{\mu_0}{4\pi}\times\frac{I}{R^2}\times(2\pi R)\times N=\frac{\mu_0 I N}{2R}$$

(معادلة جزء من لفة (قطاع دائري)

$\boxed{N = \frac{\theta}{360^\circ}}$ او $\boxed{N = \frac{\text{طول القوس}}{\text{محيط الدائرة}} = \frac{S}{2\pi R}}$

س) يبين الشكل ملفين دائريين متحدين في المركز وفي مستوى الصفحة

الملف الاول:

$I_1 = 6A$, $N_1 = 100$ لفة , $R_1 = 3cm$

الملف الثاني:

$I_2 = 18A$, $N_2 = 200$ لفة , $R_2 = 6cm$

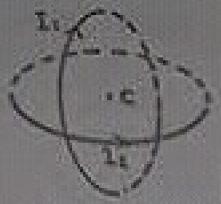
احسب شدة المجال المغناطيسي في المركز المشترك (c)

الحل:

$B_1 = \frac{\mu_0 I N}{2R} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times6\times100}{2\times3\times10^{-2}} = 4\pi\times10^{-3}\ T \odot \vec{z}$

$B_2 = \frac{4\pi\times10^{-7}\times18\times200}{2\times6\times10^{-2}} = 12\pi\times10^{-3}\ T \odot \vec{z}$

$B_c = 12\pi\times10^{-3} - 4\pi\times10^{-3} = 8\pi\times10^{-3}\ T \odot \vec{z}$



س) يبين الشكل ملفين دائريين متحدين في المركز ومتعامدين ومتعامدين على مستوى الصفحة

الملف الاول:

$I_1 = 6A$, $N_1 = 100$ لفة , $R_1 = 3cm$

الملف الثاني:

$I_2 = 6A$, $N_2 = 200$ لفة , $R_2 = 3cm$

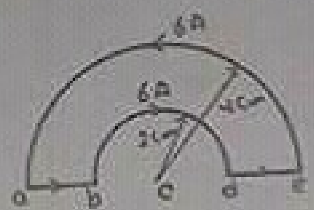
احسب شدة المجال المغناطيسي في المركز المشترك (c)

الحل:

$B_1 = \frac{\mu_0 I N}{2R} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times6\times100}{2\times3\times10^{-2}} = 4\pi\times10^{-3}\ T\ (-x)$, $B_2 = 8\pi\times10^{-3}\ T\ (\vec{y})$

$B_c = \sqrt{(4\pi\times10^{-3})^2 + (8\pi\times10^{-3})^2} = 4\pi\times10^{-3}\sqrt{5}\ T$

الاتجاه: $\tan\theta = \frac{B_2}{B_1} = \frac{8\pi\times10^{-3}}{4\pi\times10^{-3}} = 2$



س) يبين الشكل نصفي ملفين دائريين متحدين في المركز ،

احسب شدة المجال المغناطيسي في المركز .

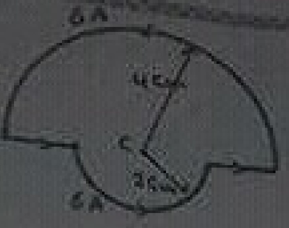
الحل:

$B_c\left(\text{نصف اللفة الصغرى}\right) = \frac{\mu_0 I N}{2R} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times6\times(\frac{1}{2})}{2\times2\times10^{-2}} = 3\pi\times10^{-5}\ T \otimes \vec{z}$

$B_c\left(\text{نصف اللفة الكبرى}\right) = \frac{4\pi\times10^{-7}\times6\times(\frac{1}{2})}{2\times4\times10^{-2}} = 1.5\pi\times10^{-5}\ T \odot \vec{z}$

$B_c = 3\pi\times10^{-5} - 1.5\pi\times10^{-5} = 1.5\pi\times10^{-5}\ T \otimes \vec{z}$

ملاحظة: الجزئين المستقيمين (de),(ab) لا يولدان مجالا عند (c) لأن (c) تقع على امتدادهما.



س) يبين الشكل نصفي حلقتين دائريتين متحدتين في المركز، احسب شدة المجال المغناطيسي في المركز (c)

الحل:

$B_c(\text{نصف الحلقة الكبيرة}) = \frac{\mu_0 I N}{2R} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times6\times\frac{1}{2}}{2\times4\times10^{-2}} = 1.5\pi\times10^{-5}\ T \odot \vec{z}$

$B_c(\text{نصف الحلقة الصغيرة}) = \frac{4\pi\times10^{-7}\times6\times\frac{1}{2}}{2\times2\times10^{-2}} = 3\pi\times10^{-5}\ T \odot \vec{z}$

$B_c = 1.5\pi\times10^{-5} + 3\pi\times10^{-5} = 4.5\pi\times10^{-5}\ T \odot \vec{z}$

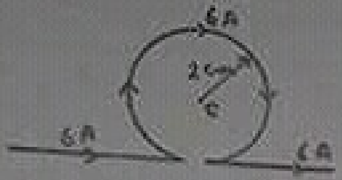
س) سلك طويل يحمل تياراً شدته (6A) في مستوى الصفحة، عُملت منه عروة (حلقة) دائرية نصف قطرها (2cm)، احسب شدة المجال المغناطيسي في المركز (c)

الحل:

$B_c(\text{السلك}) = 2\times10^{-7}\frac{I}{r} = \frac{2\times10^{-7}\times6}{2\times10^{-2}} = 6\times10^{-5}\ T \odot \vec{z}$

$B_c(\text{الحلقة}) = \frac{\mu_0 I N}{2R} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times6\times1}{2\times2\times10^{-2}} = 6\pi\times10^{-5}\ T \odot \vec{z} = 18.84\times10^{-5}\ T$

$B_c = 6\times10^{-5} + 18.84\times10^{-5} = 24.84\times10^{-5}\ T \odot \vec{z}$

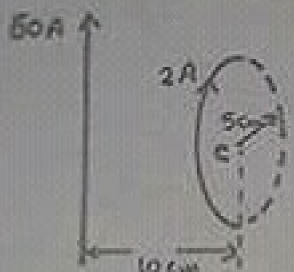


س) سلك طويل يحمل تياراً شدته (6A) في مستوى الصفحة، عُملت منه عروة (حلقة) دائرية نصف قطرها (2cm)، احسب شدة المجال المغناطيسي في المركز (c)

$B_c(\text{السلك}) = 2\times10^{-7}\frac{I}{r} = \frac{2\times10^{-7}\times6}{2\times10^{-2}} = 6\times10^{-5}\ T \odot \vec{z}$

$B_c(\text{الحلقة}) = \frac{\mu_0 I N}{2R} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times6\times1}{2\times2\times10^{-2}} = 6\pi\times10^{-5}\ T \otimes \vec{z} = 18.84\times10^{-5}$

$B_c = 18.84\times10^{-5} - 6\times10^{-5} = 12.84\times10^{-5}\ T \otimes \vec{z}$

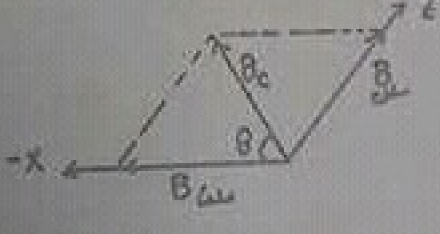


س) يبين الشكل سلكاً طويلاً يحمل تياراً شدته (60A)، وُضع على يمينه ملف دائري عمودي على مستوى الصفحة بحيث ينطبق مركزه على مستوى الصفحة، نصف قطره 5cm، وعدد لفاته (5) لفات ويحمل تياراً شدته (2A)، احسب شدة المجال المغناطيسي في مركز الملف الدائري (c)

الحل:

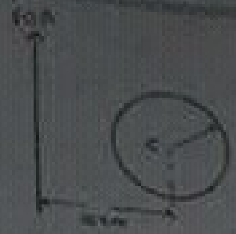
$B_c(\text{السلك}) = 2\times10^{-7}\frac{I}{r} = \frac{2\times10^{-7}\times60}{10\times10^{-2}} = 12\times10^{-5}\ T \odot \vec{z}$

$B_c(\text{الملف}) = \frac{\mu_0 I N}{2R} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times2\times5}{2\times5\times10^{-2}} = 4\pi\times10^{-5}\ T\ (-x) = 12.56\times10^{-5}$



$B_c = \sqrt{(12\times10^{-5})^2 + (12.56\times10^{-5})^2} = 17.37\times10^{-5}\ T$

الاتجاه: $\tan\theta = \frac{B_{\text{سلك}}}{B_{\text{ملف}}} = \frac{12\times10^{-5}}{12.56\times10^{-5}} = 0.96$



س) سلك طويل جدا يحمل تيارا شدته (60A) ، وضع بالقرب منه ملف دائري نصف قطره (π cm) وعدد لفاته ... احسب مقدار واتجاه التيار اللازم مروره في الملف حتى يصبح المجال المغناطيسي في المركز (c):
1) صفر 2) $8\times10^{-5}\,T\ \odot$

الحل:

1) $B_c(\text{سلك}) = B_c(\text{ملف})$

$2\times10^{-7}\times\frac{I}{r} = \frac{\mu_0 I N}{2R} \Rightarrow \frac{2\times10^{-7}\times60}{10\times10^{-2}} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times I\times5}{2\pi\times10^{-2}} \Rightarrow I = 1.2\,A$

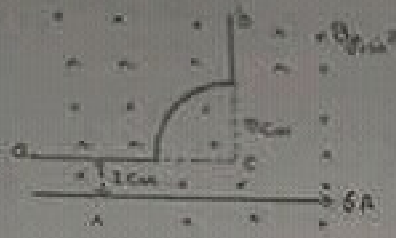
$B_c(\text{سلك}) \otimes \Rightarrow B_c(\text{ملف}) \odot \Rightarrow$ I (عكس عقارب الساعة)

2) $B_c(\text{سلك}) = 2\times10^{-7}\frac{I}{r} = \frac{2\times10^{-7}\times60}{10\times10^{-2}} = 12\times10^{-5}\,T \otimes$

$\vec{B}_{\text{سلك}} + \vec{B}_{\text{ملف}} = 8\times10^{-5} \odot \Rightarrow 12\times10^{-5}\otimes + \vec{B}_{\text{ملف}} = 8\times10^{-5}\odot \Rightarrow \vec{B}_{\text{ملف}} = 8\times10^{-5}\odot - 12\times10^{-5}\otimes$

$\Rightarrow B_{\text{ملف}} = 8\times10^{-5}\odot + 12\times10^{-5}\odot = 20\times10^{-5}\,T\odot = \frac{\mu_0 I N}{2R}$

$20\times10^{-5} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times I\times5}{2\pi\times10^{-2}} \Rightarrow I = 2\,A$ (عكس عقارب الساعة)



س) في الشكل المجاور اذا علمت أن شدة المجال المغناطيسي المحصل عند (c) تساوي ($6\times10^{-5}\,T\ \odot$) احسب مقدار واتجاه التيار في السلك ab

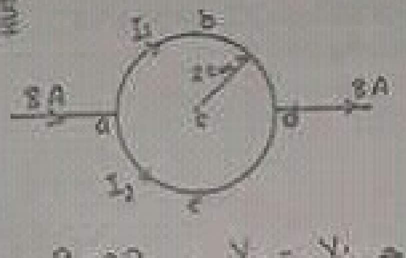
الحل:

$B_c(\text{سلك}) = 2\times10^{-7}\frac{I}{r} = \frac{2\times10^{-7}\times6}{4\times10^{-2}} = 3\times10^{-5}\,T\ \odot$

$B_{c\,\text{محصل}} = \vec{B}_{\text{سلك}} + \vec{B}_{\text{منتظم}} + \vec{B}_{\text{ربع حلقة}} \Rightarrow 6\times10^{-5}\odot = 3\times10^{-5}\odot + 2\times10^{-5}\otimes + \vec{B}_{\text{ربع حلقة}}$

$6\times10^{-5}\odot = 1\times10^{-5}\odot + \vec{B}_{\text{ربع حلقة}} \Rightarrow \vec{B}_{\text{ربع حلقة}} = 6\times10^{-5} - 1\times10^{-5} = 5\times10^{-5}\odot = \frac{\mu_0 I N}{2R} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times I\times\frac{1}{4}}{2\times\pi\times10^{-2}}$

$\Rightarrow I = 10\,A$ (b→a)



س) سلك مستقيم يحمل تيارا شدته (8A) تفرع إلى نصفي حلقة دائرية بحيث أن مقاومة النصف العلوي (abd) تساوي 3 أمثال مقاومة النصف السفلي (aed)، احسب شدة المجال المغناطيسي في المركز (c)

الحل:

$R_1 = 3R_2$ ، $V_{\text{علوي}} = V_{\text{سفلي}} \Rightarrow I_1 R_1 = I_2 R_2 \Rightarrow I_1(3R_2) = I_2 R_2 \Rightarrow I_2 = 3I_1$

لكن $I_1 + I_2 = 8 \Rightarrow I_1 + 3I_1 = 8 \Rightarrow 4I_1 = 8 \Rightarrow I_1 = 2A \Rightarrow \boxed{I_2 = 6A}$

$B_c(\text{نصف الحلقة العلوي}) = \frac{\mu_0 I N}{2R} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times2\times\frac{1}{2}}{2\times2\times10^{-2}} = \pi\times10^{-5}\,T\ \otimes$

$B_c(\text{نصف الحلقة السفلي}) = \frac{4\pi\times10^{-7}\times6\times\frac{1}{2}}{2\times2\times10^{-2}} = 3\pi\times10^{-5}\,T\ \odot$

$\Rightarrow B_c = 3\pi\times10^{-5} - \pi\times10^{-5} = 2\pi\times10^{-5}\,T\ \odot$

HUSAM JABER

س) سلك طوله (... 30 cm) ويسري فيه تيار شدته (6A)، أعيد تشكيله على شكل قطاع دائري زاويته (60°)، احسب شدة المجال المغناطيسي في المركز (c)

الحل:

$N = \frac{60}{360} = \frac{1}{6}$

طول السلك = 2R + طول القوس

$30 = 2R + \frac{1}{6} \times 2\pi R = \ldots \Rightarrow R = 26.16\ cm$ [illegible]

$B_c = \frac{\mu_0 I N}{2R} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 6 \times \frac{1}{6}}{2 \times 26.16 \times 10^{-2}} = \ldots \times 10^{-6}\ T$ ⊙

• [illegible]

س) سلك طوله (80 cm) ويسري فيه تيار شدته (8A)، أعيد تشكيله على شكل قطاع دائري نصف قطره (30 cm)، احسب شدة المجال المغناطيسي في المركز (c)

الحل:

طول القوس = طول السلك − 2R $\Rightarrow 80 - (2 \times 30) = 20\ cm$

$N = \frac{\text{طول القوس}}{2\pi R} \Rightarrow N = \frac{20}{2\pi(30)} = \frac{1}{3\pi}$

$B_c = \frac{\mu_0 I N}{2R} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 8 \times \frac{1}{3\pi}}{2 \times 30 \times 10^{-2}} = \ldots \times 10^{-6}\ T$ ⊙

س) فلسطين 2011 (... 9): حلقة دائرية نصف قطرها (5 cm) يسري فيها تيار شدته (15 A)

1) احسب شدة المجال المغناطيسي في مركز الحلقة

2) إذا ثنيت الحلقة من منتصفها بحيث يكون كل نصف عمودي على النصف الآخر، احسب شدة المجال المغناطيسي في المركز

الحل:

1) $B = \frac{\mu_0 I N}{2R} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 15 \times 1}{2 \times 5 \times 10^{-2}} = 4\pi \times 10^{-5}\ T$

2) عند ثني الحلقة نحصل على نصفين متعامدين وكل نصف يولد مجالاً B_1: $B_1 = \frac{\mu_0 I N}{2R} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 15 \times \frac{1}{2}}{2 \times 5 \times 10^{-2}} = 2\pi \times 10^{-5}\ T = B_2$

$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = B_1\sqrt{2} = 2\pi \times 10^{-5} \times \sqrt{2}\ T$ (الاتجاه بين المجالين [illegible])

س) حلقة دائرية يسري فيها تيار شدته (I) وشدة المجال المغناطيسي في مركزها ($1 \times 10^{-5}\ T$)، ثنيت من منتصفها إلى نصفين متعامدين، كم تصبح شدة المجال المغناطيسي في المركز

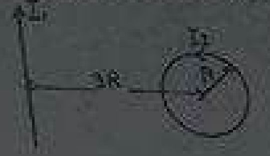
الحل: $B = \frac{\mu_0 I N}{2R} = \frac{\mu_0 I (1)}{2R} = 10^{-5}$

وعند ثني الحلقة إلى نصفين متعامدين فإن كل نصف يولد

$B_1 = \frac{\mu_0 I \times \frac{1}{2}}{2R} = \frac{B}{2}$

$B_{\text{المحصلة}} = \sqrt{\left(\frac{B}{2}\right)^2 + \left(\frac{B}{2}\right)^2} = \frac{B}{2}\sqrt{2} = \frac{B}{\sqrt{2}} = \frac{1 \times 10^{-5}}{\sqrt{2}}\ T$

س) فلسطين شتوي 2013: في الشكل المجاور اذا كانت المسافة بين مركز الحلقة الدائرية والسلك المستقيم اللانهائي تساوي (3R) وكانت شدة المجال المغناطيسي عند مركز الحلقة تساوي صفراً فإن النسبة بين $I_2 : I_1$ تساوي



أ) $1:3\pi$ ب) $3\pi:1$ جـ) $1:6\pi$ د) $1:3$

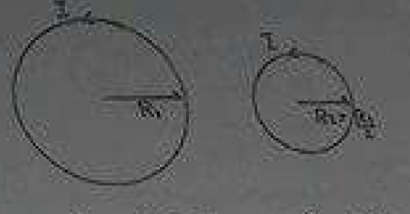
الحل:

$$B_{سلك} = B_{ملف}\left(\frac{وسط}{ملف}\right) \Rightarrow \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I}{r} = \frac{\mu_0 I N}{2R} \Rightarrow \frac{\mu_0}{2\pi}\times\frac{I_1}{3R} = \frac{\mu_0 \times I_2 \times 1}{2R} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{1}{3\pi}$$

$I_2 : I_1 = 1 : 3\pi \Rightarrow$ أ

س) ملف دائري عدد لفاته N_1 ويحمل تياراً شدته I ونصف قطره R_1، أعيد لفه بحيث أصبح $R_2 = \frac{R_1}{2}$ كم تصبح نسبة شدة المجال المغناطيسي في المركز $\frac{B_2}{B_1}$

الحل:



$B_1 = \frac{\mu_0 I N_1}{2R_1}$

عندما تصبح $R_2 = \frac{R_1}{2}$ فإن طول السلك يبقى نفسه

$(2\pi R_1)\times N_1 = (2\pi R_2)\times N_2$

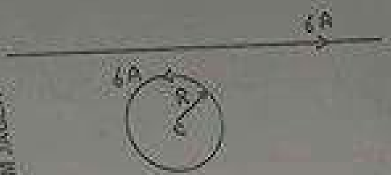
$R_1 N_1 = \frac{R_1}{2}\times N_2 \Rightarrow N_2 = 2N_1$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I N_2}{2R_2} = \frac{\mu_0 I \times 2N_1}{2\left(\frac{R_1}{2}\right)} = 4\times\frac{\mu_0 I N_1}{2R_1} = 4B_1 \Rightarrow \frac{B_2}{B_1} = \frac{4}{1}$$

أي تتضاعف 4 مرات

س) سلك طوله (10π) m ويحمل تياراً شدته (6A)، تم لفه على شكل ملف دائري عدد لفاته (50) لفة، احسب شدة المجال المغناطيسي في المركز.

الحل:



طول السلك = محيط اللفة × عدد اللفات

$\Rightarrow 10\pi = (2\pi R)\times 50 \Rightarrow R = 0.1\,m$

$$B_c = \frac{\mu_0 I N}{2R} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times 6\times 50}{2\times 0.1} = 6\pi\times10^{-4}\,T$$

HUSAM JABER

س) سلك طوله (10π) m ويحمل تياراً شدته (2A)، لف هذا السلك على شكل ملف دائري عدد لفاته (N) ونصف قطره (R) فتولد مجال مغناطيسي في مركزه شدته $(2\pi\times10^{-4}T)$ احسب
1) عدد لفات الملف الدائري 2) نصف قطر الملف الدائري

الحل:

طول السلك = محيط اللفة × عدد اللفات $\Rightarrow$

$10\pi = (2\pi R)\times N \Rightarrow R = \frac{5}{N}$

$$B_c = \frac{\mu_0 I N}{2R} \Rightarrow 2\pi\times10^{-4} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times 2\times N}{2\left(\frac{5}{N}\right)} \Rightarrow N^2 = 2500 \Rightarrow N = 50 \Rightarrow R = \frac{5}{N} = \frac{5}{50} = 0.1\,m$$

س) في الشكل المجاور اثبت أن شدة المجال المغناطيسي في المركز (c) تساوي $\frac{\mu_0}{24}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$

الحل:

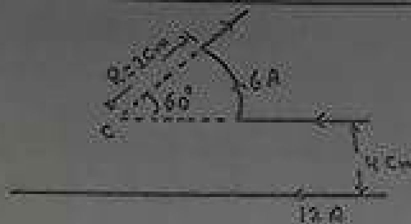
$$N = \frac{30}{360} = \frac{1}{12}$$

$$B_c\left(\text{الملف (1)} \atop \text{الصغير}\right) = \frac{\mu_0 I N}{2R} = \frac{\mu_0 I \left(\frac{1}{12}\right)}{2R_1} = \frac{\mu_0 I}{24 R_1} \quad ⊗$$

$$B_c\left(\text{الملف (2)} \atop \text{الكبير}\right) = \frac{\mu_0 I}{24 R_2} \quad ⊙ \Rightarrow B_c = \frac{\mu_0 I}{24 R_1} - \frac{\mu_0 I}{24 R_2} = \frac{\mu_0 I}{24}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$

ملاحظة: الأجزاء المستقيمة لا تولد مجالاً عند (c) لأن (c) تقع على امتدادها

س) في الشكل المجاور، احسب شدة المجال المغناطيسي عند (c)



الحل:

$$B_c\left(\text{السلك (1)} \atop \text{الطويل}\right) = \frac{2\times10^{-7} I}{r} = \frac{2\times10^{-7}\times 12}{4\times10^{-2}} = 6\times10^{-5}\,T \quad ⊗$$

$$B_c(\text{الملف (2)}) = \frac{\mu_0 I N}{2R} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times 6\times\left(\frac{1}{6}\right)}{2\times(2\times10^{-2})} = \pi\times10^{-5}\,T = 3.14\times10^{-5} \quad ⊙$$

$$B_c = 6\times10^{-5} - 3.14\times10^{-5} = 2.86\times10^{-5}\,T \quad ⊗$$

س) ملف دائري نصف قطره (31.4 cm) وعدد لفاته (10) لفات في مستوى الصفحة ويؤثر عليه مجال مغناطيسي منتظم شدته (1×10^{-5} T) جد مقدار واتجاه التيار اللازم تمريره في الملف حتى ينعدم المجال المغناطيسي في المركز (c)

الحل:

$$B_c(\text{الملف}) = B_{\text{خارجي}} \quad \left(\text{ويعاكسه} \atop \text{اتجاهاً}\right)$$
$$⊙ \qquad ⊗$$

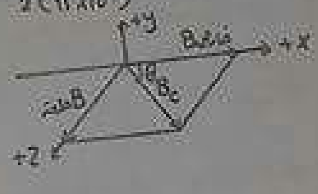
$$\frac{\mu_0 I N}{2R} = 1\times10^{-5} \Rightarrow \frac{4\pi\times10^{-7}\times I\times 10}{2(31.4\times10^{-2})} = 1\times10^{-5} \Rightarrow I = 0.5A$$
(عكس عقارب الساعة)

س) حلقة دائرية نصف قطرها (π cm) في مستوى الصفحة ويمر بها تيار شدته (2A) ويؤثر عليها مجال مغناطيسي منتظم شدته (3×10^{-5} T) باتجاه (+X)، احسب شدة المجال المغناطيسي في المركز (c)

$B_{\text{خارجي}} = 3\times10^{-5}$ T

الحل

$$B_c(\text{الحلقة}) = \frac{\mu_0 I N}{2R} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times 2\times 1}{2(\pi\times10^{-2})} = 4\times10^{-5}\,T \quad ⊙$$

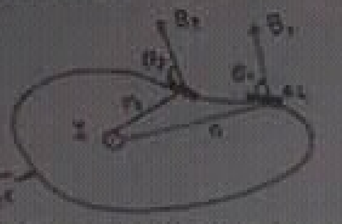


$$B_c = \sqrt{(4\times10^{-5})^2 + (3\times10^{-5})^2} = 5\times10^{-5}\,T$$

الزاوية: $\tan\theta = \frac{B_{\text{حلقة}}}{B_{\text{خارجي}}} = \frac{4\times10^{-5}}{3\times10^{-5}} = \frac{4}{3}$

HASAN JABER

قانون أمبير (Ampere's law)



$$\sum \vec{B}\cdot\Delta\vec{L} = \mu_0 \sum I$$

$$\Rightarrow \sum B\,\Delta L\cos\theta = \mu_0 \sum I$$

* لأي مسار مغلق يحيط بتيار كهربائي في الفراغ يكون مجموع حاصل الضرب النقطي لشدة المجال المغناطيسي مع طول الجزء في المسار المغلق مساوياً للمجموع الجبري للتيارات المارة داخل المسار المغلق مضروباً في ثابت النفاذية المغناطيسية للفراغ μ_0.

ملاحظة: $\Delta\vec{L}$: جزء صغير من طول المسار المغلق

$\vec{B}$: شدة المجال المغناطيسي المؤثرة على الجزء ΔL من المسار ، θ : الزاوية بين اتجاه $\vec{B}$ و $\Delta\vec{L}$

$\sum I$: المجموع الجبري للتيارات المارة داخل المسار المغلق

س) ما فائدة استخدام قانون أمبير؟

الجواب: يستخدم قانون أمبير في حساب شدة المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيارات كهربائية في موصلات ذات تماثل هندسي بسيط باختيار مسارات مغلقة حولها بحيث تكون شدة المجال المغناطيسي في كل نقطة من نقاطها متساوية مقداراً مثل السلك الطويل، والملف اللولبي.

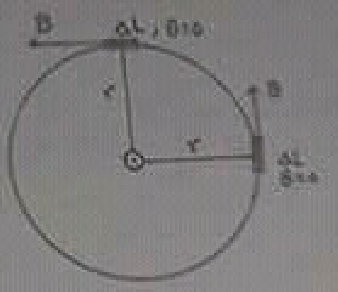
س) أثبت باستخدام قانون أمبير أن شدة المجال المغناطيسي الناشئ عن سلك طويل يحمل تياراً شدته (I) عند نقطة تبعد (r) عن محور السلك

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I}{r}$$

الحل:

نختار المسار المغلق على شكل دائرة مركزها السلك ونصف قطرها (r)

B : ثابت المقدار على طول المسار ، θ = صفر لكافة أجزاء المسار المغلق



$$\sum \vec{B}\,\Delta\vec{L} = \mu_0 \sum I$$

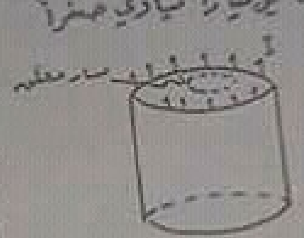
$$\sum B\,\Delta L\cos 0 = \mu_0 I$$

$$B \underbrace{\sum \Delta L}_{\text{محيط الدائرة}} = \mu_0 I \Rightarrow B\,(2\pi r) = \mu_0 I \Rightarrow B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

س) أثبت باستخدام قانون أمبير أن شدة المجال المغناطيسي داخل موصل اسطواني أجوف يحمل تياراً يساوي صفراً.

الحل:

التيار يسري في قشرة الموصل الاسطواني الأجوف وإذا أخذنا مساراً مغلقاً داخل الموصل فإنه لا يوجد تيار داخل المسار



$$\sum \vec{B}\Delta\vec{L} = \mu_0 \sum I$$

وحيث أن $I = 0 \Leftarrow B = 0$

س) مثال: إذا جمعت خمسة أسلاك طويلة ومعزولة لتكوين (كيبل) رفيع وكانت شدة التيارات التي تحملها هي (18A ، 9A- ، 12A ، 6A- ، 20A) فما مقدار شدة المجال المغناطيسي عند نقطة تبعد مسافة 10cm عن مركز الكيبل.

الحل:

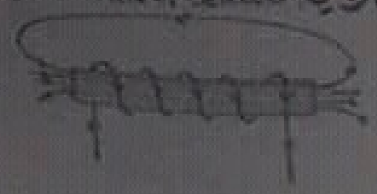
$$\sum I = 20 + (-6) + 12 + (-9) + 18 = 35\,A$$

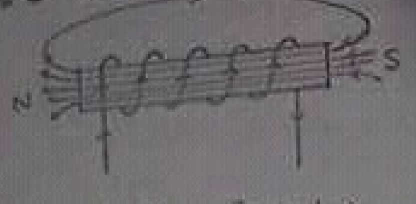
$$\sum B\cdot\Delta L = \mu_0 \sum I \Rightarrow B\,(2\pi r) = \mu_0 \sum I \Rightarrow B \times 2\pi \times (10\times10^{-2}) = 4\pi\times10^{-7}\times 35 \Rightarrow B = 7\times10^{-5}\,T$$

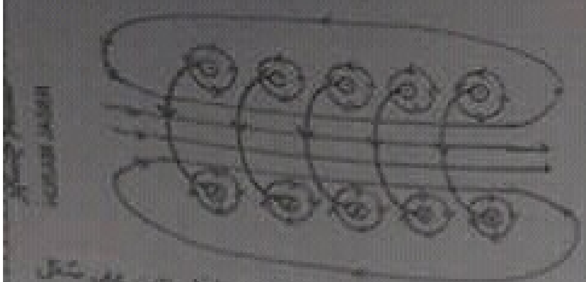
ملاحظة: يمكن استخدام قانون السلك الطويل:

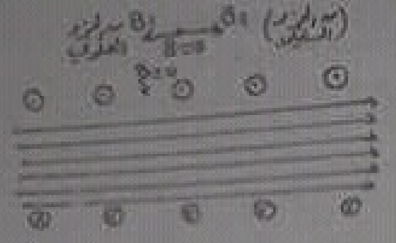
$$B = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I}{r} = \frac{2\times10^{-7}\times 35}{10\times10^{-2}} = 7\times10^{-5}\,T$$

المجال المغناطيسي لملف حلزوني يسري فيه تيار كهربائي (Magnetic Field of Solenoid)









- خطوط المجال المغناطيسي قرب سطح أحد اللفات تكون على شكل دوائر مركزها السلك وتتجمع داخل الملف على شكل خطوط متوازية لتعطي مجالاً منتظماً تقريباً.

- خارج الملف الحلزوني يكون المجال المغناطيسي ضعيفاً جداً [illegible] خارج الملف تكون متعاكسة الاتجاه ومتساوية تقريباً [illegible] بعضها بعضاً ويمكن اعتبار أن المجال المغناطيسي خارج الملف الحلزوني المثالي [illegible]

- يمكن اعتبار الملف الحلزوني الذي يسري فيه تيار كمغناطيس مستقيم له قطبان حيث يشير اتجاه المجال داخل الملف الى اتجاه القطب الشمالي أي تتشابه خطوط المجال المغناطيسي للملف الحلزوني مع خطوط المجال المغناطيسي للمغناطيس المستقيم.

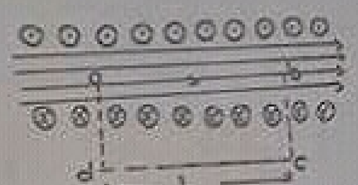
تحديد اتجاه المجال المغناطيسي للملف الحلزوني:

- قاعدة قبضة اليد اليمنى: نمسك الملف الحلزوني باليد اليمنى بحيث يشير اتجاه دوران الأصابع إلى اتجاه التيار فيشير الإبهام إلى اتجاه المجال المغناطيسي (B) (أي إلى القطب الشمالي)

- شدة المجال المغناطيسي داخل الملف الحلزوني: $B=\mu_0 \frac{I N}{L} = \mu_0 I n$

حيث I: شدة التيار المار في الملف ، L: طول الملف ، N: عدد لفات الملف الكلي.

n: عدد اللفات في وحدة الأطوال (لفة/متر) $n=\frac{N}{L}$

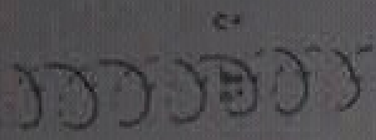
باستخدام قانون أمبير: لنأخذ المسار المغلق (abcd)

$$\oint \vec{B}\cdot d\vec{L} = \mu_0 \Sigma I$$

ab: $BL\cos 0$ ، bc: $BL\cos 90$ ، cd: 0 ، da: $BL\cos 90$

$$BL = \mu_0 N I \Rightarrow B = \mu_0 \frac{I N}{L} = \mu_0 I n$$

س) ملف حلزوني عدد لفاته (2000) لفة وطوله (60cm) ويمر فيه تيار شدته (3A) ونصف قطره (4cm)
احسب شدة المجال المغناطيسي
١) داخل الملف على امتداد محوره
٢) عند نقطة داخله تبعد (1cm) عن محوره
٣) عند نقطة تبعد (10cm) عن محوره

الحل:

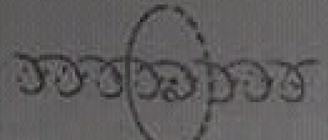


1) $B_a = \frac{\mu_0 I N}{L} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times3\times2000}{60\times10^{-2}} = 4\pi\times10^{-3}\ T$

2) $B_b = B_a = 4\pi\times10^{-3}\ T$ لأن المجال داخل الملف الحلزوني منتظم

3) $B_c = 0$ لأن (c) تقع خارج الملف الحلزوني

س) ملف حلزوني محوره باتجاه محور السينات وتقطبه صراف ويحتوي على (4 لفات/سم) ونصف قطره (1cm) ويمر تيار شدته (10 A)، أحيط بملف دائري نصف قطره (3cm) وعدد لفاته (5) لفات بحيث ينطبق محوره على محور الحلزوني، جد مقدار واتجاه التيار في الملف الدائري حتى ينعدم المجال المغناطيسي في المركز (c)



الحل

$B_{حلزوني} = B_{دائري}$ (متساويان بالمقدار ومتعاكسان) $\Rightarrow (\mu_0 I n)_{حلزوني} = \left(\frac{\mu_0 I N}{2R}\right)_{دائري} \Rightarrow 10\times\frac{4}{10^{-2}} = \frac{I\times5}{2(3\times10^{-2})}$

$\Rightarrow I_{دائري} = 48A$

س) ملف دائري نصف قطره (2cm) وشدة المجال المغناطيسي في مركزه ($8\pi\times10^{-5}\ T$)، تم سحبه من طرفيه ليتحول الى ملف حلزوني طوله (0.5m)، احسب شدة المجال المغناطيسي داخل الملف الحلزوني

الحل

$B_{دائري} = \frac{\mu_0 I N}{2R} \Rightarrow 8\pi\times10^{-5} = \frac{\mu_0 I N}{2\times(2\times10^{-2})} \Rightarrow \mu_0 I N = 32\pi\times10^{-7}\ T.m$

$B_{حلزوني} = \frac{\mu_0 I N}{L} = \frac{32\pi\times10^{-7}}{0.5} = 64\pi\times10^{-7}\ T$

س) ملف دائري نصف قطره (2cm) وعدد لفاته (500) لفة ويسري فيه تيار مقداره (4A)، تم تحويله الى ملف حلزوني نصف قطره (1cm) وطوله (0.5m) بحيث يحمل نفس التيار، احسب
١) شدة المجال المغناطيسي في مركز الملف الدائري.
٢) شدة المجال المغناطيسي داخل الملف الحلزوني.

الحل.

1) $B_{دائري} = \frac{\mu_0 I N}{2R} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times4\times500}{2\times(2\times10^{-2})} = 2\pi\times10^{-2}\ T$

2) طول السلك نفسه $\Rightarrow (\cancel{2\pi}\,r\times N)_{دائري} = (\cancel{2\pi}\,r\times N)_{حلزوني} \Rightarrow 2\times10^{-2}\times500 = 1\times10^{-2}\times N \Rightarrow N_{حلزوني} = 1000$ لفة

$B_{حلزوني} = \frac{\mu_0 I N}{L} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times4\times1000}{0.5} = 3.2\pi\times10^{-3}\ T$