كل ما يحتاجه الطالب في جميع الصفوف من أوراق عمل واختبارات ومذكرات، يجده هنا في الروابط التالية لأفضل مواقع تعليمي إماراتي 100 %

تطبيق المناهج الإماراتية | الاجتماعيات | الرياضيات

الصفحة الرسمية على التلغرام | الاسلامية | العلوم

الصفحة الرسمية على الفيسبوك | الانجليزية

التربية الاخلاقية لجميع الصفوف | اللغة العربية

التربية الرياضية

مجموعات التلغرام.	مجموعات الفيسبوك	قنوات تلغرام	قنوات الفيسبوك
الصف الأول	الصف الأول	الصف الأول	الصف الأول
الصف الثاني	الصف الثاني	الصف الثاني	الصف الثاني
الصف الثالث	الصف الثالث	الصف الثالث	الصف الثالث
الصف الرابع	الصف الرابع	الصف الرابع	الصف الرابع
الصف الخامس	الصف الخامس	الصف الخامس	الصف الخامس
الصف السادس	الصف السادس	الصف السادس	الصف السادس
الصف السابع	الصف السابع	الصف السابع	الصف السابع
الصف الثامن	الصف الثامن	الصف الثامن	الصف الثامن
الصف التاسع عام	الصف التاسع عام	الصف التاسع عام	الصف التاسع عام
الصف التاسع متقدم	الصف التاسع متقدم	الصف التاسع متقدم	تاسع متقدم
الصف العاشر عام	الصف العاشر عام	الصف العاشر عام	عاشر عام
الصف العاشر متقدم	الصف العاشر متقدم	الصف العاشر متقدم	عاشر متقدم
الحادي عشر عام	الحادي عشر عام	الحادي عشر عام	حادي عشر عام
الحادي عشر متقدم	الحادي عشر متقدم	الحادي عشر متقدم	حادي عشر متقدم
ثاني عشر عام	الثاني عشر عام	الثاني عشر عام	الثاني عشر عام
ثاني عشر متقدم	الثاني عشر متقدم	ثاني عشر متقدم	ثاني عشر متقدم

المجالات المغناطيسية للتيار الكهربائي المستمر

12

United Arab Emirates
Ministry of Education

الإمارات العربية المتحدة
وزارة التربية والتعليم

8

Magnetic Fields of Moving Charges

الفيزياء
مع أسامة النحوي

الثاني عشر – متقدم

الفصل الدراسي الثاني

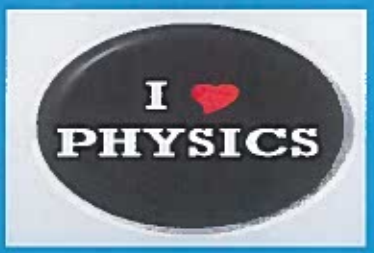
الاسم : .....

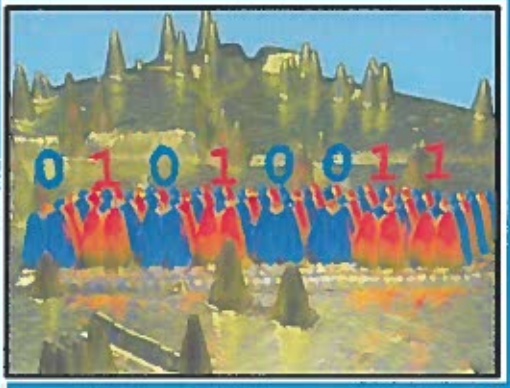
إعداد الأستاذ
أسامة إبراهيم النحوي
0554543232

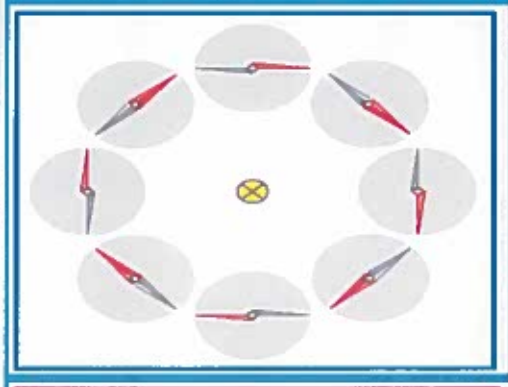
العام الدراسي 2018 -2019

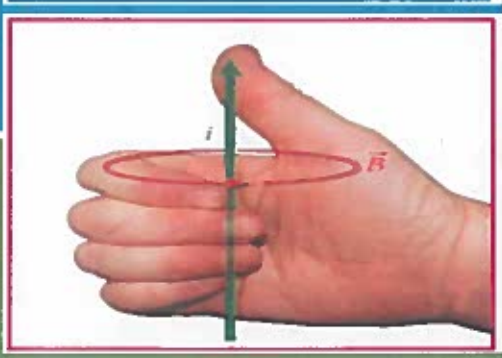
MR Osama Alnahawi
0554543232

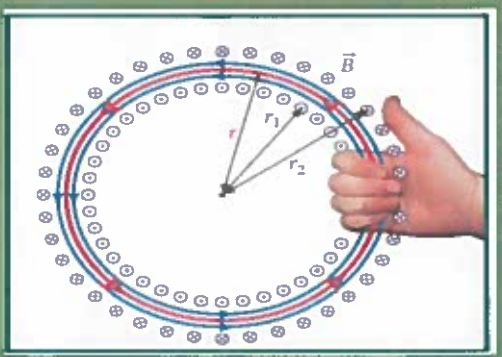
الوحدة الثامنة 8



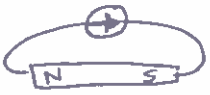








8.1 قانون بيو سافار



1. تُشير إبرة البوصلة (اللون الأحمر) دائماً إلى إتجاه خطوط المجال المغناطيسي .
2. عند مرور تيار كهربائي في سلك فإنه يتولد مجالاً مغناطيسيا (اورستد) .
3. عندما ينعكس إتجاه التيار ينعكس إتجاه المجال المغناطيسي .

عند مرور تيار كهربائي في سلك مستقيم يتولد مجال مغناطيسي على شكل دوائر متحدة المركز مركزها السلك المستقيم .

ويتناسب المجال المغناطيسي حول السلك تناسباً طردياً مع شدة التيار المار فيه وعكسياً مع البعد عنه .

مراجعة المفاهيم 8.3

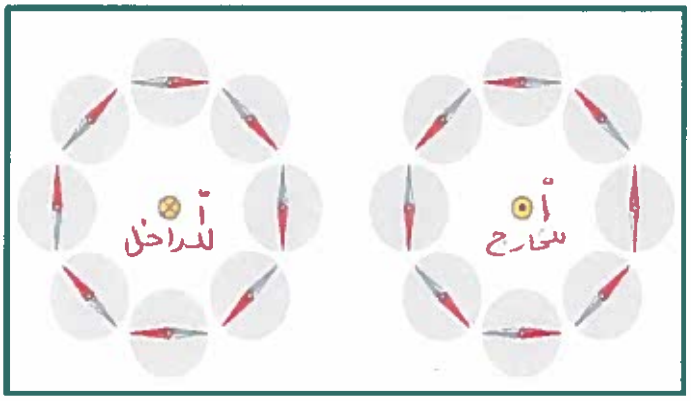
في الشكل 8.2، توضح إبرة البوصلة المجال المغناطيسي حول سلك حامل للتيار. في الشكل، يتطابق طرف إبرة البوصلة الذي يشير ناحية الشمال مع

a) الطرف الأحمر.

b) الطرف الرمادي.

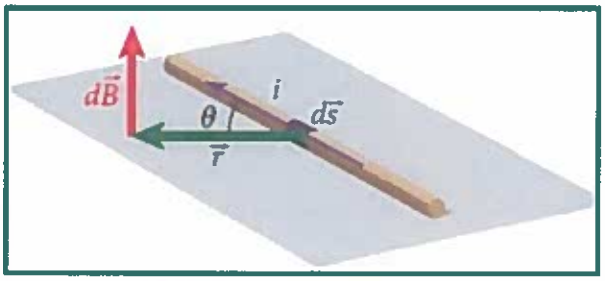
c) إما الطرف الأحمر أو الطرف الرمادي، بناءً على الطريقة التي تتحرك بها البوصلة تجاه السلك.

d) لا يمكن تحديد الطرف من منطلق المعلومات المتضمنة في الشكل.



❖ توصل العالمان بيو- سافار للعلاقة بين التيار المار في سلك

والمجال المغناطيسي الناتج عنه عند أي نقطة تبعد عنه مسافة معينة في الفراغ .

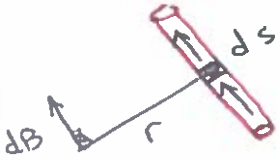


$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{i\,ds\sin\theta}{r^2},$$

حيث :

$d\vec{B}$: متجه المجال المغناطيسي لعنصر صغير من السلك طوله $d\vec{s}$

$i\,d\vec{s}$: متجه طول تفاضلي يُشير إلى إتجاه تدفق التيار على طول الموصل



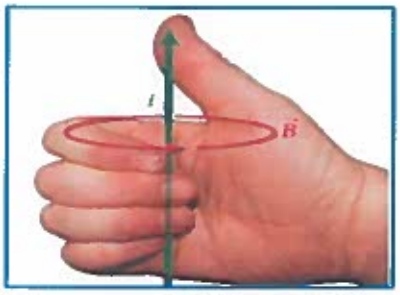
ملاحظة :

يجب أن يكون $d\vec{B}$ عمودي دائماً على كل من $d\vec{s}$ التي تشير الى اتجاه التيار ومتجه الوحدة $\hat{r}$

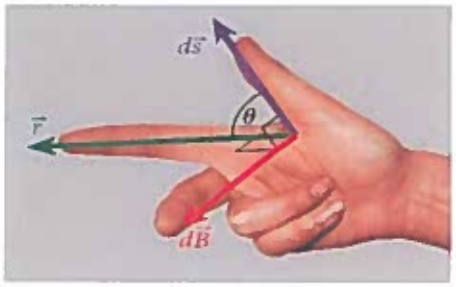
MR Osama Alnahawi

8.2 المجالات المغناطيسية الناتجة عن مرور التيار

❖ **المجال المغناطيسي** الناتج عن مرور تيار في **سلك طويل ومستقيم** .



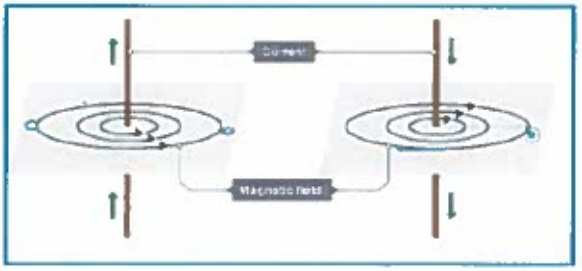
نستخدم لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي لموصل مستقيم
(قاعدة اليد اليمنى الثالثة) أو ما يسمى (قاعدة قبضة اليد اليمنى)
حيث يشير
الإبهام : إتجاه التيار (i).
إنحناء الأصابع : إتجاه خطوط المجال حول السلك .
(المماس عند أي نقطة يُحدد المجال المغناطيسي عند تلك النقطة)

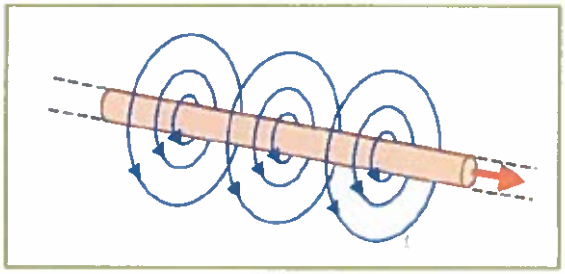


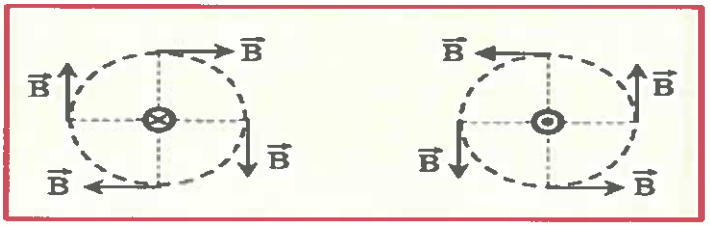
❖ و يمكن تحديد اتجاه المجال المغناطيسي عند أي نقطة
(باستخدام القاعدة الاولى لليد اليمنى)

- ✓ **الإبهام** يشير الى اتجاه عنصر التيار التفاضلي $d\vec{s}$
- ✓ **السبابة** تشير الى اتجاه الموقع $\vec{r}$ (النقطة المطلوبة)
- ✓ **الأوسط** يشير الى اتجاه المجال المغناطيسي التفاضلي $d\vec{B}$

أمثلة على تحديد اتجاه المجال المغناطيسي في سلك مستقيم .







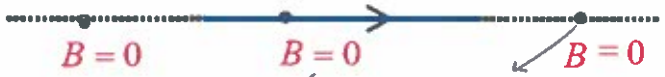
❖ ويمكن حساب مقدار المجال المغناطيسي عند نقطة تبعد $r_\perp$ عن السلك من العلاقة

$$B = \frac{\mu i}{2\pi r_\perp}$$

حيث $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$

MR Osama Alnahawi

ملاحظة مهمة جداً : المجال المغناطيسي على محور السلك أو إمتداده يساوي دائماً صفر



محور السلك
امتداد السلك

تدريب :

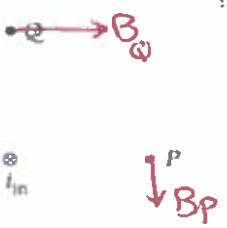
يمر تيار كهربائي 3A في سلك لينتج مجال مغناطيسي مقداره 2T ، فإن مقدار قُطر هذا المجال هو :

a)300 nm b) 400nm c) 600nm d)150nm

$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \Rightarrow 2 = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 3}{2\pi r} \Rightarrow r = 3 \times 10^{-7} m \Rightarrow$ قطر $= 2r = 6 \times 10^{-7} m$ = 600nm

مراجعة المفاهيم 8.1

سلك يحمل تيارًا، i_{in}، إلى داخل الصفحة كما يظهر في الشكل. ما الاتجاه الذي يشير إلى المجال المغناطيسي في النقطتين P وQ؟



بتطبيق قاعدة اليد اليمنى ا في ح

a) إلى اليمين عند النقطة P ولأعلى (باتجاه أعلى الصفحة) عند النقطة Q

b) لأعلى عند النقطة P وإلى اليمين عند النقطة Q

(c) لأسفل عند النقطة P وإلى اليمين عند النقطة Q

d) لأعلى عند النقطة P وإلى اليسار عند النقطة Q

مراجعة المفاهيم 8.2

يمر في السلك 1 تيار يتدفق خارجًا من الصفحة، i_{out}، كما يظهر في الشكل. ويمر في السلك 2 تيار يتدفق إلى داخل الصفحة، i_{in}. ما اتجاه المجال المغناطيسي عند النقطة P؟

(a) لأعلى في مستوى الصفحة c) لأسفل في مستوى الصفحة

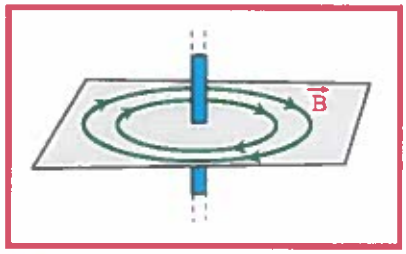
b) إلى اليمين d) إلى اليسار

e) المجال المغناطيسي عند النقطة P يساوي صفرًا.

$B_T = B_1 + B_2$ (بنفس الاتجاه) بترابط.

حسب قاعدة اليد اليمنى ا في ح

يبين الشكل سلكاً مستقيماً يمر به تيار مستمر فيتولد حوله مجال مغناطيسي **أجب عما يلي :**

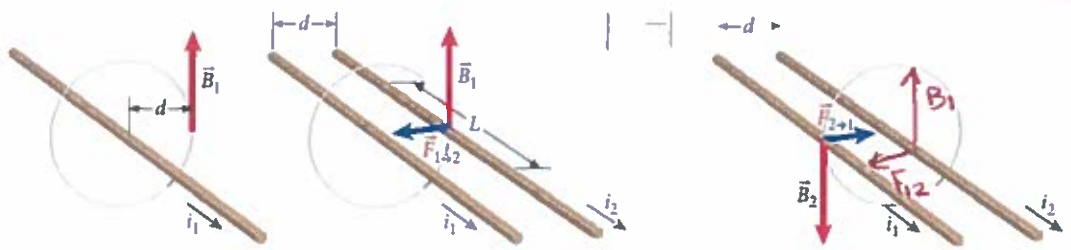


1- حدد على الرسم اتجاه التيار المار في السلك. محور الأسفل

2- إذا زيدت شدة التيار المار في السلك فماذا يحدث للبعد بين خطوط المجال المغناطيسي المتولد؟ **فسر إجابتك.** تقل المسافة بينهم بزيادة التيار (I) تزداد شدة المجال (B) فتتكاثف (تتقارب) خطوط المجال .

MR Osama Alnahawi

السلكان المتوازيان



لنفترض أن السلك (1) يحمل التيار i_1 باتجاه اليمين فيكون إتجاه المجال المغناطيسي B_1 (باستخدام قاعدة اليد اليمنى الثالثة) نحو الأعلى ويكون مقدار المجال المغناطيسي عند المسافة العمودية d هو

$$B_1 = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi d}.$$

لنفترض الآن أن السلك (2) يحمل التيار i_2 (بنفس اتجاه i_1 وموازي للسلك (1) على مسافة d منه).

يتم تحديد اتجاه القوة بحسب القاعدة الاولى لليد اليمنى ويحسب مقدار القوة المبذولة على طول L من السلك (2) بالعلاقة

$$F = iLB\sin\theta = i_2 L B_1,$$

$F_{21} = i_1 L B_2$ *

بالتعويض عن قيمة B_1 بالمعادلة السابقة ينتج

$$F_{1\to2} = i_2 L\left(\frac{\mu_0 i_1}{2\pi d}\right) = \frac{\mu_0 i_1 i_2 L}{2\pi d}.$$

$$F_{1\to2} = \frac{\mu_0 i_1 i_2 L}{2\pi d}$$

$F_{12} = i_2 L B_1$ *

وبعمل نفس الخطوات على السلك الثاني نستنتج أن القوة المتبادلة بين السلكين تخضع للقانون الثالث لنيوتن

$\vec{F}_{2\to1} = -\vec{F}_{1\to2}$ دائماً

$F_{12} = -F_{21}$

ملاحظة مهمة :

إذا كانت التيارات **بنفس الإتجاه** تكون القوة بينهما **قوة تجاذب**

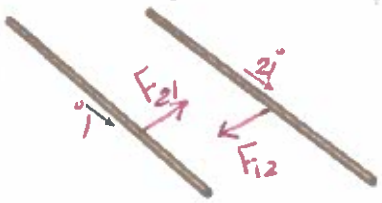
وإذا كانت التيارات متعاكسة الإتجاه تكون القوة بينهما قوة تنافر .

سؤال الاختبار الذاتي 8.2

تخيّل سلكين متوازيين يحملان تيارين متساويين في الاتجاه نفسه. هل القوة بين السلكين عبارة عن قوة جذب أو قوة تنافر؟ والآن، تخيّل سلكين متوازيين يحملان تيارًا في اتجاهين مختلفين. ما القوة بين السلكين؟ قوة تنافر

مراجعة المفاهيم 8.4

سلكان متوازيان قريبان من بعضهما البعض، كما هو موضح في الشكل. يحمل السلك 1 التيار i ويحمل السلك 2 التيار $2i$. ما العبارة التي تنطبق على القوى المغناطيسية التي يبذلها السلكان أحدهما على الآخر؟



a) لا يبذل السلكان قوى أحدهما على الآخر.

b) يبذل السلكان قوى جذب بالمقدار نفسه أحدهما على الآخر.

c) يبذل السلكان قوى تنافر بالمقدار نفسه أحدهما على الآخر.

d) يبذل السلك 1 قوةً على السلك 2 أكبر مما يبذلها السلك 2 السلك 2 على السلك 1.

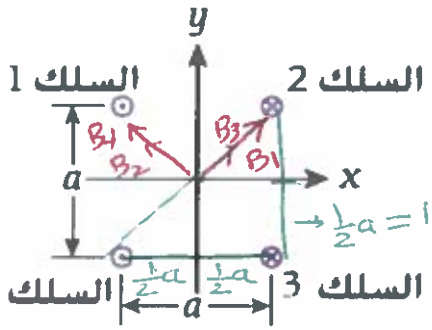
e) يبذل السلك 2 قوةً على السلك 1 أكبر مما يبذلها السلك 1 على السلك 2.

$F_{12} = -F_{21}$ دائماً مهما اختلفت قوة السيار

MR Osama Alnahawi

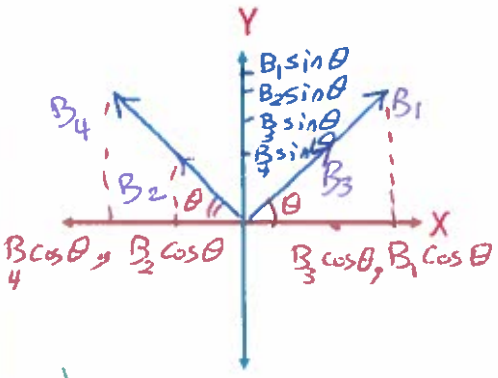
المجال المغناطيسي الناتج عن أربعة أسلاك

أربعة أسلاك يحمل كل منها تياراً مقداره i=1.00A . وتوجد الأسلاك في الزوايا الأربع لمربع طول ضلعه a=3.7cm ويحمل سلكان منهما التيار الى داخل الصفحة .بينما يحمل الاثنان الأخران التيار خارج الصفحة .

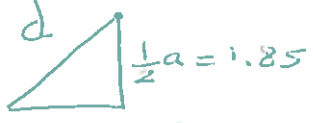


ما مُركبة المجال المغناطيسي العمودية (By) في مركز المربع ؟

$B_x = 0$ (محصلة المجالات على محور x = صفر)



$$B_y = 4\,B_y = 4\,B\sin\theta = 4\frac{\mu_0 i}{2\pi d}\sin\theta$$ (المقابل / الوتر)



$\frac{1}{2}a = 1.85$

$d = \sqrt{(1.85)^2 + (1.85)^2}$

$= 2.6\times10^{-2} m$

$$4\,\frac{4\pi\times10^{-7}\times(1)}{2\pi(2.6\times10^{-2})} * \frac{1.85\times10^{-2}}{2.6\times10^{-2}}$$

$= 2.2\times10^{-5}$ T.

❖ سلكان طويلان متوازيان منفصلان عن بعضهما بمسافة (10cm) ($d\times10^{-2}$) يحمل الأول تياراً مقداره 1A (i_1) والثاني 2A (i_2) إن القوة المغناطيسية الناتجة عنها في وحدة الطول هي

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi d} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times1\times2}{2\pi(10\times10^{-2})} = 4\times10^{-6}\ N/m$$

a) 2μN/m **b) 4μN/m** c) 8μN/m d) 10μN/m

❖ بفرض أن سلكين لهما نفس الطول وينتجان نفس القوة المغناطيسية ، الأول يحمل تياراً 20A والثاني 100A فإن النسبة $\frac{B2}{B1}$ هي :

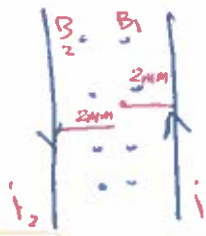
$F_{12} = F_{21}$

$i_2 L B_1 = i_1 L B_2$

$\frac{B_2}{B_1} = \frac{i_2}{i_1} = \frac{100}{20} = 5$

a) 6 b) 2 c) ~~5~~ d) 50

❖ موصلان طويلان متوازيان تفصلهما مسافة 4mm يحمل كل منهما تيار 50A في اتجاهين متضادين . فإن مقدار المجال المغناطيسي عند نقطة في منتصف المسافة بينهما يساوي :



$B_T = B_1 + B_2$

$= \frac{\mu_0 i}{2\pi r_1} + \frac{\mu_0 i}{2\pi r_2}$

$= 2\times\frac{4\pi\times10^{-7}\times50}{2\pi(2\times10^{-3})} = 0.01m = 10mT$

a) 0mT **b) 10mT** c) 20mT d) 40mT

MR Osama Alnahawi

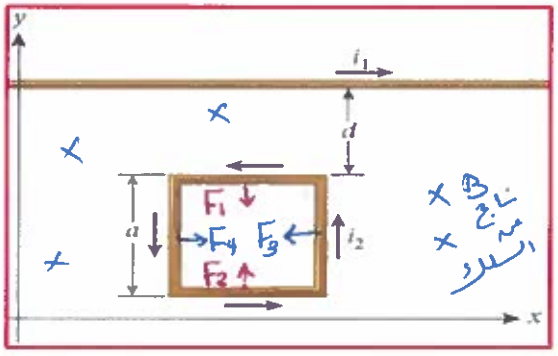
نقطة انعدام المجال المغناطيسي لتيارين متوازيين

$B_T = 0$

هي النقطة التي تكون عندها محصلة المجال المغناطيسي صفر . (أي $B_1 = B_2$)

* إذا كان التياران بنفس الاتجاه تكون نقطة الانعدام بين السلكين وأقرب للتيار الأصغر .
* إذا كان التياران متعاكسان في الاتجاه تكون نقطة الانعدام خارج السلكين وأقرب للتيار الأصغر .
* إذا كان التياران متساويان مقداراً وبنفس الاتجاه تكون نقطة الانعدام في منتصف البعد بين السلكين .
* إذا كان التياران متساويان مقداراً ومتعاكسان اتجاهاً لا يوجد نقطة انعدام مجال .

القوة المغناطيسية المبذولة على حلقة يمر بها تيار



يحمل سلك طويل مستقيم تياراً مقداره (i_1=5.0A) بإتجاه اليمين وتوضع حلقة مربعة يبلغ طول ضلعها (a=0.25m) بحيث تكون أضلاعها كما في الشكل والمسافة (d= 0.10m) من السلك وتحمل الحلقة المربعة تياراً مقداره (i_2=2.20A) بعكس اتجاه عقارب الساعة .

ما محصلة القوى المغناطيسية المؤثرة في الحلقة المربعة ؟

أولاً نحدد المجال المغناطيسي الناتج عند الحلقة من تأثير السلك باستخدام قاعدة اليد اليمنى (1) ← فيكون ⊗

تنافر مع السلك $F_1 = \frac{\mu_0 i_1 i_2 l}{2\pi d} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times5\times2.2\times0.25}{2\pi\times0.01}$

$= 5.5\times10^{-6}$ N لأسفل

تجاذب مع السلك $F_2 = \frac{\mu_0 i_1 i_2 l}{2\pi(d+a)} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times5\times2.2\times0.25}{2\pi(0.01+0.25)}$

$= 1.57\times10^{-6}$ N لأعلى

$F_3 = F_4 = ILB \Rightarrow F_{net(3-4)} = 0$

$F_{net} = (5.5-1.57)\times10^{-6}$

$= 3.93\times10^{-6}$ N نحو الأسفل

تعريف الأمبير

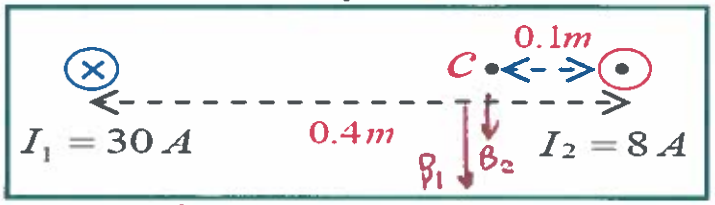
هو التيار الثابت الذي إذا مر في موصلين متوازيين مستقيمين بطول لا نهائي ويبعدان عن بعضهما (1m) في الفراغ سيؤثر كل منهما في وحدة الطول (1m) من الآخر بقوة مقدارها 2×10^{-7}N .

يمكن التأكد من ذلك بايجاد قيمة الثابت μ_0 من المعادلة $F_{1-2} = \frac{\mu_0 i_1 i_2 L}{2\pi d}$ ومقارنته بالقيمة الحقيقية له .

$F = \frac{\mu_0 i_1 i_2 l}{2\pi d} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times1\times1\times1}{2\pi\times1} = 2\times10^{-7}$ N .

MR Osama Alnahawi

سلكان مستقيمان طويلان عموديان على الصفحة كما في الشكل احسب شدة المجال المغناطيسي عند النقطة (c)



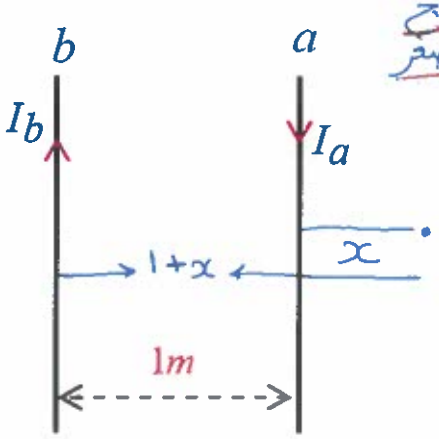
يتم تحديد اتجاه المجال لكل سلك حسب قاعدة اليد اليمنى وابهام (i) المجال حول السلك عند النقطة (B)

$B_{1\,\text{سلك}} = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi r_1} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times30}{2\pi\times0.3} = 2\times10^{-5}\ T$ للأسفل $\quad (r_1 = 0.4-0.1 = 0.3)$

$B_{2\,\text{سلك}} = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi r_2} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times8}{2\pi\times0.1} = 1.6\times10^{-5}\ T$ للأسفل

$B_T = B_1 + B_2 = (2+1.6)\times10^{-5} = 3.6\times10^{-5}\ T$ للأسفل — نفس الاتجاه

❖ سلكان مستقيمان متوازيان تفصل بينهما في الفراغ مسافة (1m) ويحملان تيارين متعاكسين فإذا كان $(I_a = \frac{1}{3} I_b)$ فأوجد بعد النقطة التي تكون عندها محصلة المجال المغناطيسي تساوي صفرا عن السلك (a)



التيارات متعاكسان تكون نقطة انعدام خارج السلكين وأقرب الى التيار الأصغر

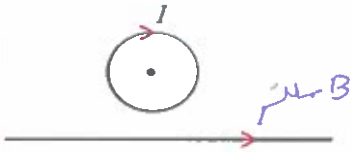
$B_a = B_b$

$\frac{\mu_0 i_a}{2\pi r_a} = \frac{\mu_0 i_b}{2\pi r_b}$ نستبدل $i_a = \frac{i_b}{3}$

$\frac{i_b}{3x} = \frac{i_b}{(1+x)}$

$3x = 1+x \Rightarrow x = \frac{1}{2}\ m$ عن السلك a

1) إذا مر في السلك والملف تياران لهما نفس المقدار وبالاتجاه المبين في الشكل المجاور فأين يكون اتجاه محصلة المجال عند مركز الملف :

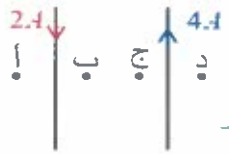


$B_{\text{سلك}} = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$ // $B_{\text{حلقة}} = \frac{\mu_0 i}{2R}$

أ) يكون في اتجاه عمودي على الصفحة نحو الخارج
ب) يساوي صفر .
ج) يكون في اتجاه عمودي على الصفحة نحو الداخل
د) لا يمكن تحديده .

B للسلك نحو الخارج وهو أقل من B للحلقة نحو الداخل لأن $2R < 2\pi r$ نلاحظ أن

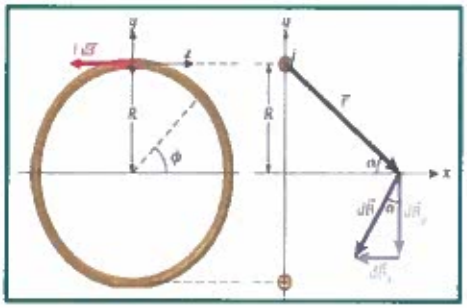
2) إذا مر تياران (2A) و (4A) في سلكين طويلين ومتوازيين في مستوى الورقة كما في الشكل فإن محصلة المجال المغناطيسي الناتج عنهما يمكن أن تنعدم عند :



النقطة خارج السلكين وأقرب الى التيار الأصغر

أ) النقطتين (ب ، ج)
ب) النقطتين (أ ، د)
ج) النقطة (ب) فقط
د) النقطة (أ) فقط

المجال المغناطيسي الناتج عن مرور تيار في حلقة سلك



يمكن إيجاد المجال المغناطيسي على طول محور حلقة دائرية حاملة للتيار من خلال العلاقة التالية

المجال العام

$$B_x = \frac{\mu_0 i}{2}\frac{R^2}{\left(x^2+R^2\right)^{3/2}}$$

عند التعويض بـ $x=0$ نحصل على

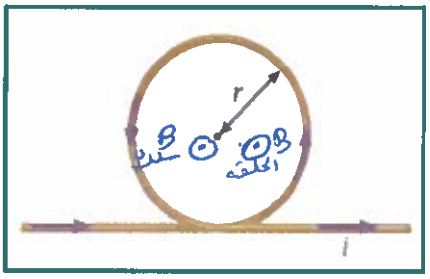
يمكن إيجاد المجال المغناطيسي في مركز حلقة سلك دائرية حاملة للتيار من خلال العلاقة التالية

$$B = \frac{\mu_0 i}{2R}$$ ← عند المركز

$$B = \frac{\mu_0 i}{2R}(N)$$ ← عدد اللفات

سؤال الاختبار الذاتي 8.3

أثبت أن المعادلة 8.9 لإيجاد مقدار المجال المغناطيسي على طول محور حلقة حاملة للتيار تُختزل إلى المعادلة 8.8 لإيجاد مقدار المجال المغناطيسي عند مركز الحلقة الحاملة للتيار.



❖ تتكون حلقة يبلغ نصف قطرها r = 8.30mm في منتصف سلك طويل ومستقيم معزول يحمل تياراً مقداره i=26.5mA

ما مقدار المجال المغناطيسي عند مركز الحلقة ؟.

$$B_{\text{سلك}} = \frac{\mu_0 i}{2\pi d} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times26.5\times10^{-3}}{2\pi(8.3\times10^{-3})}$$

$$= 6.4\times10^{-7}\ T$$ نحو الخارج ⊙

$$B_{\text{حلقة}} = \frac{\mu_0 i}{2R} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times26.5\times10^{-3}}{2\times8.3\times10^{-3}}$$

$$= 2\times10^{-6}\ T$$ نحو الخارج ⊙

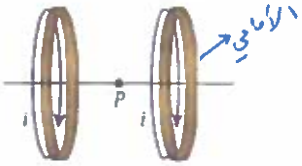
B_T بنفس الاتجاه $= B_{\text{سلك}} + B_{\text{حلقة}}$

$$= (6.4\times10^{-7}) + (2\times10^{-6})$$

$$= 2.65\times10^{-6}\ T$$ نحو الخارج ⊙ B_T

مراجعة المفاهيم 8.6

تحمل حلقتان متماثلتان من السلك التيار نفسه، i، كما يظهر في الشكل. ما اتجاه المجال المغناطيسي عند النقطة P؟



a) لأعلى (باتجاه أعلى الصفحة)

b) باتجاه اليمين

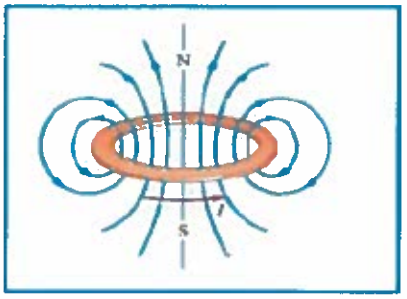
c) لأسفل

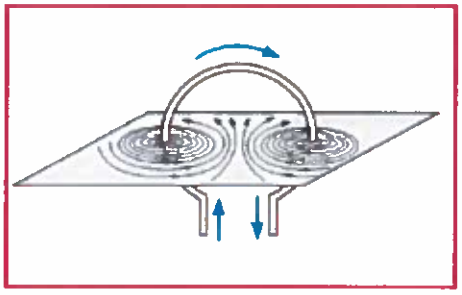
(d) باتجاه اليسار

e) المجال المغناطيسي عند النقطة P يساوي صفرًا.

MR Osama Alnahawi

تحديد الاتجاه : قبضة اليد اليمنى (نلف الأصابع مع التيار (i) فيكون الإبهام باتجاه (B) والقطب الشمالي)





ملاحظة :
وجه الملف الذي يخرج منه التيار يكون قطباً شمالياً .

شكل المجال : منتظم بالقرب من المركز وغير منتظم بعيداً عن المركز .

❖ سلك مستقيم طويل يحمل تياراً شدته (50 A) تم لف جزء منه على شكل نصف حلقة كما في الشكل احسب المجال المغناطيسي عند المركز (c) علماً أن القطر (0.2m) ؟

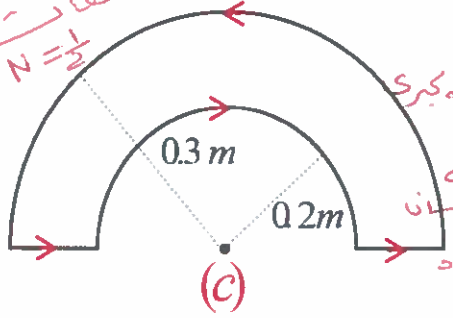
$r = 0.1m$

عبارة عن نصف حلقة لذلك نضرب بـ 0.5

$B_{سلك} = 0$

$B_{حلقة} = \frac{\mu_0 I (N)}{2R} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times50\times0.5}{2\times0.1} = 1.57\times10^{-7}\,T$ ⊙B

❖ معتمداً على البيانات الواردة في الشكل احسب المجال المغناطيسي عند المركز (c) .



انضاف حلقتان $N = \frac{1}{2}$

$B_{حلقة\ صغرى} = \frac{\mu_0 i N}{2R} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times7\times\frac{1}{2}}{2\times0.2} = 1.1\times10^{-5}\,T$ ⊗B

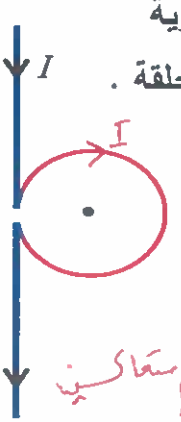
$B_{حلقة\ كبرى} = \frac{\mu_0 i N}{2R} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times7\times\frac{1}{2}}{2\times0.3} = 7.3\times10^{-6}\,T$ ⊙B

طرح متعاكسان في الاتجاه

$B_T = (1.1\times10^{-5} - 7.3\times10^{-6}) = 3.7\times10^{-6}\,T$

والاتجاه باتجاه المجال الأكبر نحو الداخل ⊗

❖ سلك مستقيم وطويل يحمل تيار شدته (60 A) تم لف جزء من السلك على شكل حلقة دائرية واحدة نصف قطرها (0.1m) كما في الشكل , احسب شدة المجال المغناطيسي عند مركز الحلقة .



$B_{حلقة} = \frac{\mu_0 i N}{2R} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times60\times1}{2\times0.1} = 3.8\times10^{-4}\,T$ ⊗B (حلقة كاملة)

$B_{سلك} = \frac{\mu_0 i}{2\pi r} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times60}{2\pi\times0.1} = 1.2\times10^{-4}\,T$ ⊙B

طرح لأنهم متعاكسين $B_T = (3.8 - 1.2)\times10^{-4} = 2.6\times10^{-4}\,T$ باتجاه الأكبر ⊗

MR Osama Alnahawi

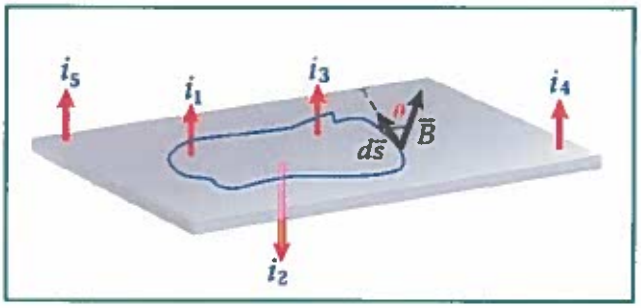
8.3 قانون أمبير

يستخدم قانون أمبير لحساب المجال المغناطيسي الناتج عن توزيع عناصر التيار عندما يكون للتوزيع تماثل أسطواني أو غير ذلك من أنواع التماثل . وهو مشابة لقانون جاوس .

$$\oint \vec{B}\cdot d\vec{s} = \mu_0 i_{enc}$$

حيث i_{enc} تمثل التيار المار في السلك ضمن الحلقة الأمبيرية فقط ولا يمثل التيار الكلي فيه .

مثال : تحصر الحلقة الأمبيرية الموضحة بالشكل التيارات (i_1, i_2, i_3) ونستبعد



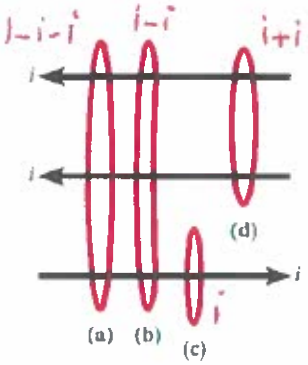
التيارات الاخرى لعدم وجودها ضمن الحلقة الأمبيرية وبذلك يصبح قانون أمبير كالتالي

$$\oint \vec{B}\cdot d\vec{s} = \oint B\cos\theta\, ds = \mu_0\left(i_1 - i_2 + i_3\right),$$

حيث θ الزاوية بين اتجاه المجال المغناطيسي $\vec{B}$ واتجاه عنصر الطول $\overrightarrow{ds}$ عند كل نقطة على طول الحلقة الأمبيرية .

مراجعة المفاهيم 8.7

تحمل الأسلاك الثلاثة تيارات بالمقدار نفسه، i، في الاتجاهات الموضحة في الشكل. وتظهر أربع حلقات أمبيرية (a)، و(b)، و(c)، و(d). ما الحلقة الأمبيرية التي يكون فيها مقدار $\oint \vec{B}\cdot d\vec{s}$ عند أقصى قيمة له؟



a) الحلقة a
b) الحلقة b
c) الحلقة c
d) الحلقة d

e) تنتج كلُّ الحلقات الأربع القيمة نفسها لـ $\oint \vec{B}\cdot d\vec{s}$

$\mu_0 i_{enc}$

8.34 يبلغ طول ضلع أميتر مربع 3.0cm وبإمكان أضلاعة قياس المجال المغناطيسي المُعرضة له. وعندما يثبت الأميتر حول سلك يحمل تياراً مستمراً كما يظهر في الشكل .تكون القيمة المتوسطة للمجال المغناطيسي المقيس على الأضلاع 3.0G . ما مقدار التيار في السلك ؟

$\times 10^{-4}$ T

$$\oint B\,ds = \mu_0 i_{enc}$$

$$(3\times10^{-4})(0.12) = 4\pi\times10^{-7}\, i_{enc}$$

$$i_{enc} = \frac{3\times10^{-4}\times0.12}{4\pi\times10^{-7}} = 28.65\,A$$

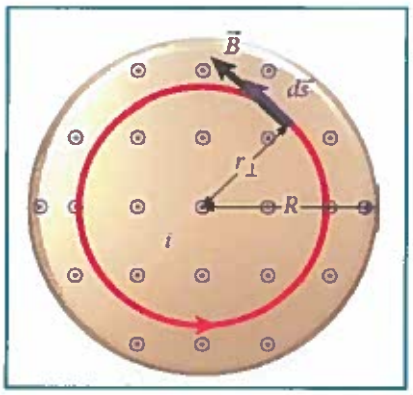
المحيط هو 4×0.03 عدد الأضلاع

$0.12\,m$

$1G = 10^{-4}$ T حيث

MR Osama Abnahavi

المجال المغناطيسي داخل سلك طويل مستقيم



❖ في الشكل المقابل مقطع عرضي من سلك نصف قطره R يسري به تيار (i) موزع بانتظام على مساحة المقطع العرضي له .

لإيجاد المجال المغناطيسي الناتج عن هذا التيار عند أي نقطة نرسم حلقة اميبرية عند النقطة المطلوبة نصف قطرها $r_\perp$

$$\oint \vec{B}\cdot d\vec{s} = B\oint d\vec{s} = B(2\pi r_\perp) = \mu_0 i_{enc}$$

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi r_\perp} i_{enc}$$

❖ يمكن حساب التيار داخل الحلقة الأميبرية من العلاقة $i_{enc} = i\frac{A_{loop}}{A_{wire}} = i\frac{\pi r_\perp^2}{\pi R^2}$

وبدمج المعادلتين السابقتين نتوصل الى قانون المجال المغناطيسي داخل سلك طويل

$$B = \left(\frac{\mu_0 i}{2\pi R^2}\right) r_\perp$$

❖ أما على سطح السلك تماما فتكون $r_\perp = R$ ويصبح القانون $B = \frac{\mu_0 i}{2\pi R}$

وبالنسبة لنقطة خارج السلك $r_\perp > R$ يصبح القانون $B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r_\perp}$

8.11 افترض أنه يمكنك تمثيل صاعقة برق على هيئة تيار في خط مستقيم طويل .إذا مرت شحنة مقدارها 15.0c بنقطةٍ في زمن 1.50×10^{-3}s فما مقدار المجال المغناطيسي على مسافة 26.0m من صاعقة البرق ؟

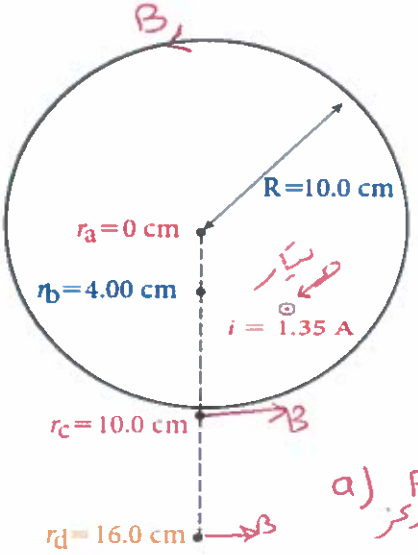
$i = \frac{q}{t} = \frac{15}{1.50\times10^{-3}} = 10000\ A$

خارج السلك

(لأنه لها علاقه تعتبر كتيار كهربائي)

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

$= \frac{4\pi\times10^{-7}\times10000}{2\pi\times26} = 7.69\times10^{-5}\ T$.



8.47) يعرض الشكل مقطعاً عرضياً عبر قطر دائرة موصل أسطواني طويل مُصمت يبلغ نصف قطر الأسطوانة R=10.0cm (0.1m). يُوزع تيار مقداره 1.35 A بانتظام على الموصل ويتدفق **خارجاً من الصفحة**. أوجد اتجاه ومقدار المجال المغناطيسي **في المواقع التالية**

a) r_a=0.0cm

b) r_b=4.00 cm (0.04m)

c) r_c= 10.0 cm (0.1m)

d) r_d= 16.0 cm (0.16m)

a) $B_{\text{المركز}} = 0$

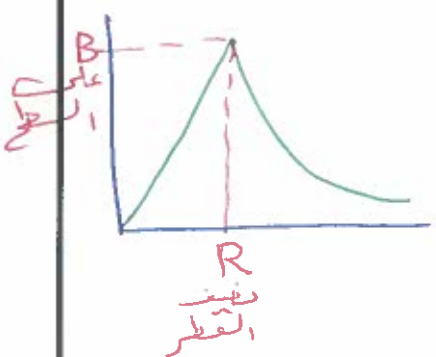
b) $B_{\text{ط داخل}} = \frac{\mu_0 i r_1}{2\pi R^2} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times1.35\times0.04}{2\pi(0.1)^2}$

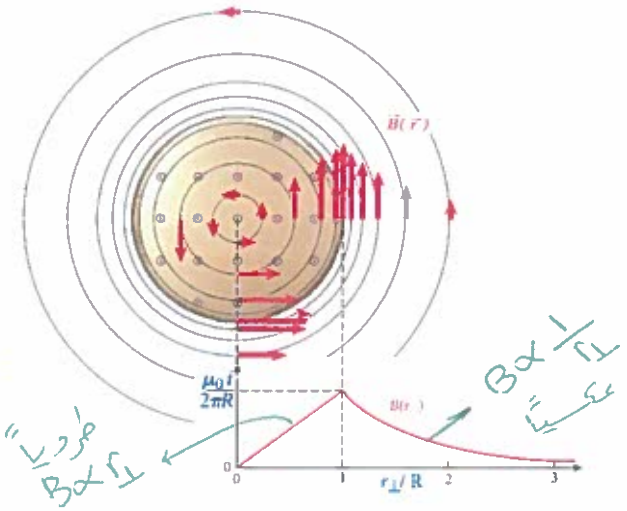
$= 1.08\times10^{-6}\ T$ نحو اليمين

c) $B_{\text{على ط}} = \frac{\mu_0 i}{2\pi R} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times1.35}{2\pi(0.1)} = 2.7\times10^{-6}\ T$ نحو اليمين

d) $B_{\text{خارج}} = \frac{\mu_0 i}{2\pi r_1} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times1.35}{2\pi\times0.16}$

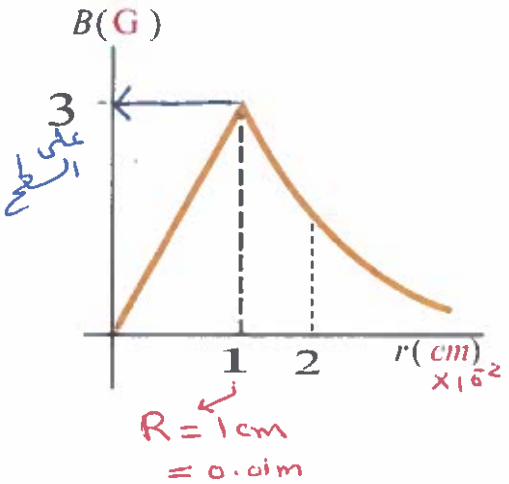
$= 1.69\times10^{-6}\ T$ نحو اليمين





تغيرات المجال المغناطيسي بتغير البعد من مركز سلك يتدفق فيه تيار خارج الصفحة

يمثل الرسم البياني التالي تغيرات المجال المغناطيسي بتغير البعد عن مركز سلك مستقيم . بعد دراستك للشكل بتمعن. أجب عما يلي :



على السطح

R = 1cm = 0.01m

1. حدد شدة المجال المغناطيسي على سطح الموصل

$B_{\text{على السطح}} = 3G = 3\times10^{-4}\ T$

2. ما مقدار شدة التيار المار في السلك .

$B_{\text{على السطح}} = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$

$3\times10^{-4} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times I}{2\pi(0.01)} \Rightarrow I = 15A$

3. ما مقدار المجال المغناطيسي عند نقطة على بعد(0.5cm)عن المركز (داخل السلك)

$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R} r_1 = \frac{4\pi\times10^{-7}\times15\times0.5\times10^{-2}}{2\pi(0.01)} = 1.5\times10^{-6}\ T$

4. ما مقدار المجال المغناطيسي عند نقطة تقع على بعد (2.0cm) عن المركز (خارج السلك)

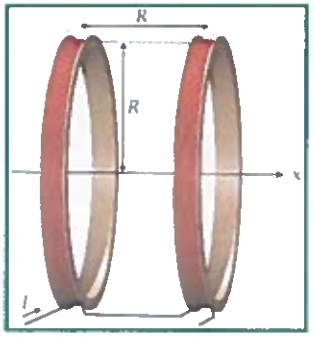
$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r_1} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times15}{2\pi\times(2\times10^{-2})} = 1.5\times10^{-4}\ T$

5. حدد العلاقة بين (B - r) داخل السلك وخارجه .

داخل السلك العلاقة ..... طردية ..... $B \propto r_1$ وخارج السلك العلاقة ..... عكسية ..... $B \propto \frac{1}{r_1}$

8.4 المجالات المغناطيسية الخاصة بالملفات اللولبية والحلقية

ملف هلمهولتز:

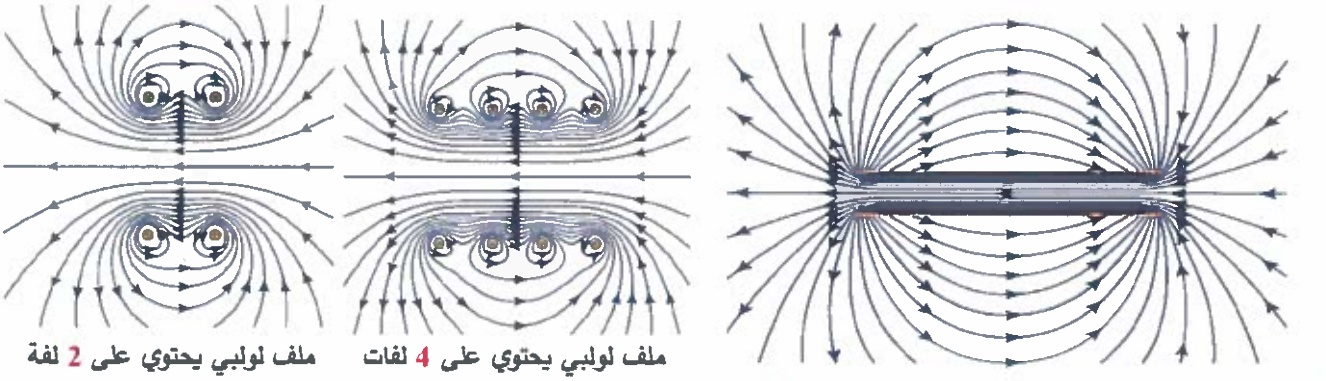


- يتكون من حلقتين محوريتين من السلك بحيث كل حلقة تتكون من حلقات متعددة او لفات من سلك واحد .
- ينشأ عنه مجالات مغناطيسية منتظمة داخل الملف بين الحلقات ومجال غير منتظم خارج الملف .

MR Osama Alnahawi

الملف اللولبي (الحلزوني)

يتكون من عدة لفات ويكون المجال الناتج عنه مشابهاً للمجال الناتج عن مغناطيس مستقيم



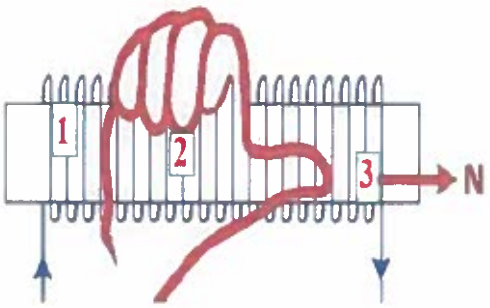
ملف لولبي يحتوي على 2 لفة — ملف لولبي يحتوي على 4 لفات — المجال المغناطيسي لملف لولبي يحتوي على عدد كبير من اللفات

❖ تحديد الإتجاه : باستخدام قاعدة قبضة اليد اليمنى

(i) انحناء الأصابع .

(B) الإبهام ويشير أيضا الى القطب الشمالي للمغناطيس الناتج .

❖ المجال المغناطيسي داخل الملف مجال منتظم بمعنى $B_1 = B_2 = B_3$



وهو مجال قوي يحسب من العلاقة $B = \mu_0 ni$

حيث n عدد اللفات في وحدة الأطوال وتساوي $n = \frac{N}{L}$

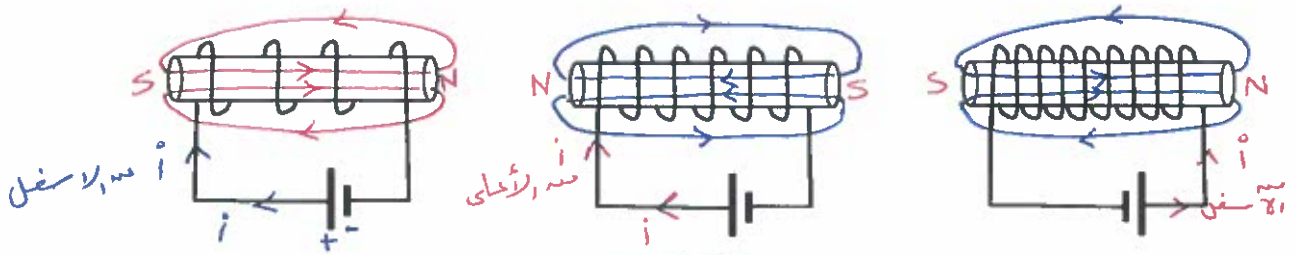
لذلك يصبح القانون العام بالشكل التالي

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

❖ المجال المغناطيسي خارج الملف غير منتظم وهو ضعيف جدا وتقترب قيمته من صفر

MR Osama Alnahawi

أرسم المجال المغناطيسي (داخل – خارج) للملفات اللولبية التالية .



❖ يمكن زيادة شدة المجال للملف اللولبي عن طريق :

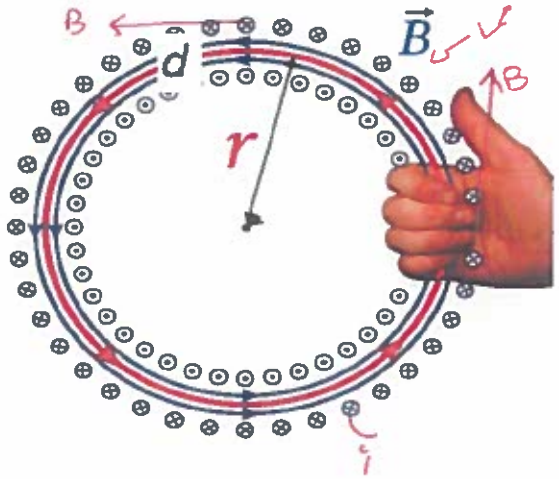
1. زيادة شدة التيار 2. زيادة عدد اللفات في وحدة الأطوال 3. وضع ساق حديد داخل الملف

❖ **الملف الحلقي (المغناطيس الحلقي) .**

هو ملف لولبي ثُني بحيث يلتقي طرفاه معاً (على شكل دائرة) .

ويُعطى المجال المغناطيسي داخلة بالعلاقة $B = \frac{\mu_0 N i}{2\pi r}$

❖ لتحديد إتجاه المجال المغناطيسي للملف الحلقي نستخدم قاعدة اليد اليمنى الرابعة الموضحة بالشكل المقابل .



يمكن إيجاد عدد اللفات للملف الحلقي N من خلال قسمة طول السلك L على محيط مساحة المقطع العرضي $N = \frac{L}{\pi d}$ أو $N = \frac{L}{2\pi r}$

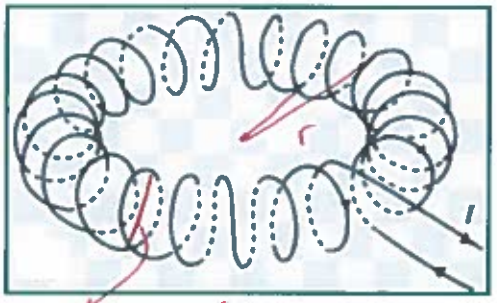
8.50) يتدفق تيار مقداره 2.00A خلال ملف لولبي يحتوي 1000 لفة ويبلغ طوله L=40cm . ما مقدار المجال المغناطيسي داخل الملف اللولبي ؟

$$B = \frac{\mu_0 N i}{L} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2 \times 1000}{40 \times 10^{-2}} = 6.28 \times 10^{-3}\ T$$

$6.28\ mT$

MR Osama Alnahawi

❖ مغناطيس حلقي مصنوع من سلك نحاس طوله 202m له القدرة على حمل تيار مقداره i=2.40A ويبلغ متوسط نصف قطر المغناطيس الحلقي له R=15.0cm ويبلغ قُطر مقطعه العرضي d=1.60cm .



ماأكبر مجال مغناطيسي عند مركز مغناطيس حلقي نصف قطره R

$$B = \frac{\mu_0 N i}{2\pi r}$$

$$N = \frac{L}{\pi d}$$

$$= \frac{202}{\pi \times 1.6\times10^{-2}} = 4018.7 \text{ لفة}$$

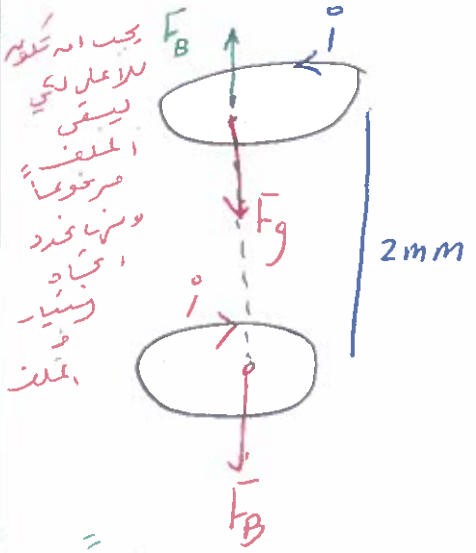
$$= \frac{4\pi\times10^{-7} \times 4018.7 \times 2.4}{2\pi \times 15\times10^{-2}}$$

$$= 1.29\times10^{-2}\ T$$

❖ ملفان محوريان متماثلان مصنوعان من سلك يبلغ نصف قُطره 20.0cm وموضوعان فوق بعضهما مباشرة .ويبعدان بمسافة 2.0mm يوجد الملف السفلي على منضدة مسطحة ويمر به تيار (i) في اتجاه عقارب الساعة ، بينما يحمل الملف العلوي تياراً مماثلاً ، وتبلغ كتلته 0.050kg .

1. حدد اتجاه التيار في الملف العلوي للحفاظ عليه مرفوعاً على مسافة 2.0mm عن الملف السفلي .

2. احسب مقدار التيار في كلا الملفين .



يجب ان تكون F_B للاعلى لكي يبقى الملف مرفوعاً وتأخذ اتجاه تيار الملف

$$F_B = \frac{\mu_0 i_1 i_2 L}{2\pi d}$$

$$mg = \frac{\mu_0 i^2 L}{2\pi d}$$

$$0.05\times9.81 = \frac{4\pi\times10^{-7} i^2 \times 1.25}{2\pi\times2\times10^{-3}}$$

$$i = 62.64\ A$$

طول السلك هو المحيط $L = 2\pi R = 2\pi\times20\times10^{-2} = 1.25m$

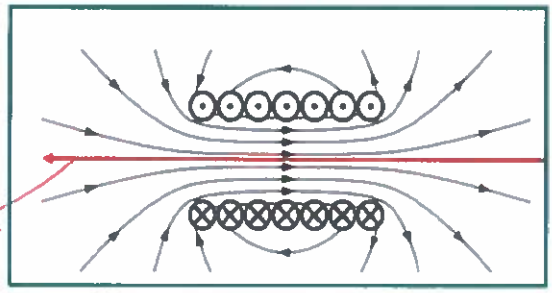
* نلاحظ من الشكل انه الملف الأول تأثر بقوة F_B لأعلى والملف الثاني F_B للأسفل مما يدل على أنهما قوى تنافر مما يعني ان التيارات متعاكسين

للحفاظ على الملف العلوي مرفوعاً يجب أن تكون F_B معاكسة لـ F_g

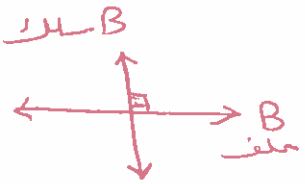
تتم التعامل مع الملفين كأنهما سلكين لهما تياران متعاكسان

سلك مستقيم طويل	حلقة سلك	ملف لولبي (حلزوني)	ملف حلقي	داخل سلك طويل مستقيم
$B=\frac{\mu_\circ i}{2\pi r_\perp}$	$B=\mu_\circ \frac{iN}{2r}$ عدة حلقات	$B=\mu_\circ ni$ بدلالة عدد اللفات لوحدة الأطوال	$B=\frac{\mu_\circ Ni}{2\pi r}$ بدلالة عدد اللفات ونصف قطر الملف	$B=\left(\frac{\mu_\circ i}{2\pi R^2}\right)r_\perp$ داخل سلك طويل
	$B_x=\frac{\mu_0 i}{2}\frac{R^2}{(x^2+R^2)^{3/2}}$ على طول محور حلقة دائرية	$B=\mu_\circ \frac{Ni}{L}$ بدلالة عدد اللفات وطول الملف اللولبي	$B=\frac{\mu_\circ Li}{2\pi^2 rd}$ بدلالة طول سلك الملف وقطر الملف	$\frac{\mu_0 i}{2\pi R}$ على سطح السلك
				$B=\frac{\mu_0 i}{2\pi r_\perp}$ خارج السلك

رُبط ملف لولبي طويل نصف قطره 6.00cm بسلك رفيع مكون من 1000لفة/متر ويمر خلالة تيار مقداره 0.250A . وأُدخل سلك يحمل تياراً مقداره 10.0A على طول محور الملف اللولبي . ما مقدار المجال المغناطيسي عند نقطة على بُعد 1.00cm من المحور ؟



سلك يحمل تيار (10A)



ستتأثر النقطه بمجالين متعامدين
أحدهما ناتج عن السلك (من الداخل أو الخارج)
والآخر عن الملف اللولبي (يميناً أو يساراً)

$B_{سلك}=\frac{\mu_0 i}{2\pi r}=\frac{4\pi\times10^{-7}\times10}{2\pi\times1\times10^{-2}}=2\times10^{-4}\,T$

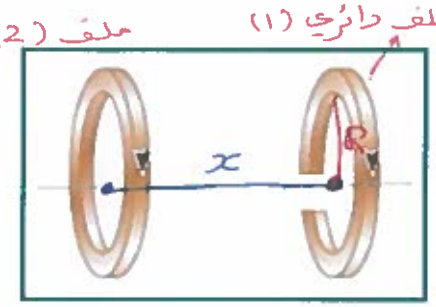
$B_{ملف}=\mu_0 i n=4\pi\times10^{-7}\times0.25\times1000$

$=3.14\times10^{-4}\,T$

متعامدان $B_T=\sqrt{(2\times10^{-4})^2+(3.14\times10^{-4})^2}$

$=3.72\times10^{-4}\,T$

MR Osama Alnahawi



ملفان دائريان مسطحان نصف قطر كل منهما 50.0cm يحتوي كل منهما على 30 لفة وضعا على نفس المحور بحيث يكونان متوازيين وبينهما مسافة 1.5m أوجد المجال المغناطيسي عند مركز أي من الملفين عند المحور المشترك اذا مر خلالهما تيار 40A وفي نفس الاتجاه.

عند مركزه ، $B_1 = \frac{\mu_0 i N}{2R} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times40\times30}{2\times50\times10^{-2}} = 1.51\times10^{-3}\ T$

باتجاه اليمين (R1)

على مسافة تبعد x عن مركز الملف الأول، $B_2 = \frac{\mu_0 N i R^2}{(x^2+R^2)^{3/2}} =$

$= \frac{4\pi\times10^{-7}\times30\times40\times(50\times10^{-2})^2}{(1.5^2+(50\times10^{-2})^2)^{3/2}} = 9.54\times10^{-5}\ T$

باتجاه اليمين

جمع لأنهما بنفس الاتجاه $B_T = B_1 + B_2$

$= 1.51\times10^{-3} + 9.54\times10^{-5} = 1.61\times10^{-3}\ T$

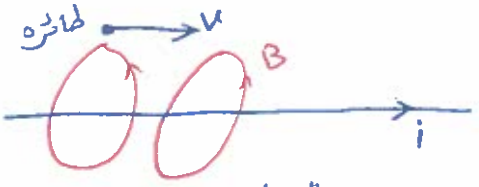
باتجاه اليمين

تطير طائرة لعبة كتلتها 0.175kg وشحنتها 36mC بسرعة 2.8m/s على إرتفاع 17.2cm فوق سلك يمر به تياراً مقداره 25A وبشكل موازي له . فتتعرض الطائرة لبعض العجلة . حدد هذه العجلة ؟

$a = \frac{F}{m} = \frac{F_B}{m} = \frac{qvB}{m}$

$= \frac{36\times10^{-3}\times2.8\times2.91\times10^{-5}}{0.175}$

$= 1.67\times10^{-5}\ m/s^2$



$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r_1}$

$= \frac{4\pi\times10^{-7}\times25}{2\pi\times17.2\times10^{-2}}$

$= 2.91\times10^{-5}\ T$

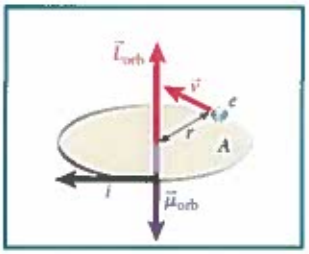
MR Osama Alnahawi

8.5 الذرات كمغناطيسات

تحتوي الذرات التي تتكون منها كل مادة على الكترونات متحركة .تُكون الالكترونات حلقات تيار وتنتج مجالاً مغناطيسياً .

إذا كانت حلقات التيار:

1. مُوجهه بشكل عشوائي ستكون محصلة المجال المغناطيسي تساوي صفر .
2. بمحاذاة بعضها البعض سيكون لها محصلة مجال مغناطيسي وتسمى "المواد المغناطيسية "



*يبين الشكل المقابل نموذجاً مبسطاً للذرة : الكترون يتحرك بسرعة ثابتة V في مدار دائري نصف قطره r وبالتالي يمكن اعتبار شحنةالالكترون المتحركة تيار i

*التيار هو مقدار الشحنة e المارة بنقطة معينة في كل وحدة زمنية T ومنها

$$i=\frac{e}{T}=\frac{e}{2\pi r/v}=\frac{ve}{2\pi r} \qquad \boxed{i=\frac{ve}{2\pi r}}$$

يُمكن الحصول على مقدار عزم ثنائي القطب المغناطيسي لالكترون متحرك بمدار

$$\mu_{orb}=iA=\frac{ve}{2\pi r}\left(\pi r^2\right)=\frac{ver}{2} \qquad \boxed{\mu_{orb}=\frac{ver}{2}}$$

يُمكن الحصول على مقدار كمية الحركة الزاوية(الزخم) المدارية للالكترون .

$$\boxed{L_{orb}=rp=rmv}$$

العلاقة بين الزخم الزاوي(L_{orb}) وعزم ثنائي القطب المغناطيسي (μ_{orb}) حيث: $L_{orb}=rm\left(\frac{2\mu_{orb}}{er}\right)=\frac{2m\mu_{orb}}{e}$

بما أن عزم ثنائي القطب وكمية الحركة الزاوية كميات متجهة يمكن كتابة المعادلة:

$$\boxed{\vec{\mu}_{orb}=-\frac{e}{2m}\vec{L}_{orb}}$$

يجب وضع الاشارة السالبة في الحل : لأن التيار يُعرف بدلالة اتجاه تدفق الشحنة الموجبة .

MR Osama Alnahawi

تدريب : افترض أن ذرة الهيدروجين تتكون من الكترون يتحرك بسرعة v في مدار دائري نصف قطره r حول بروتون ثابت .افترض ان **قوة الجذب المركزي** (F_c) التي تحافظ على حركة الالكترون في مداره هي **قوة كهروستاتيكية** (نصف قطر مدار الالكترون هو $r = 5.29\times10^{-11}\ m$).

$F_c = F_e$

ما مقدار **العزم المغناطيسي المداري** لذرة الهيدروجين ؟

لايجاد السرعة

$F_c = F_e$ (نفس السؤال)

$ma_c = \frac{kq_1q_2}{r^2}$

$\frac{mv^2}{r} = \frac{kq^2}{r^2}$

$mv^2 = \frac{kq^2}{r}$

$9.11\times10^{-31}\times v^2 = \frac{9\times10^9\times(1.6\times10^{-19})^2}{(5.29\times10^{-11})}$

$v = 2.19\times10^6\ m/s$

$\mu_{orb} = \frac{Ver}{2}$

$= \frac{2.19\times10^6\times1.6\times10^{-19}\times5.29\times10^{-11}}{2}$

$= 9.26\times10^{-24}\ Am^2$

اللف المغزلي : لا يُعد عزم ثنائي القطب المغناطيسي الناتج عن الحركة المدارية للالكترونات المُساهم الوحيد في العزم المغناطيسي للذرات فهناك جسيمات أولية اخرى لها عزم مغناطيسي مثل البروتونات النيترونات.

تُحدد الخاصية المغناطيسية لمعظم المادة بالعزوم المغناطيسية للف المغزلي للالكترون

*يرتبط العزم المغناطيسي لجسيم يتمتع بخاصية اللف المغزلي $\vec{\mu}_s$ بكمية الحركة الزاوية للف المغزلي للجسيم $\vec{S}$

$$\vec{\mu}_s = g\frac{q}{2m}\vec{S},$$

حيث : q شحنة الجسيم m كتلة الجسيم

g كمية بلا أبعاد تسمى المعامل $g = -2.0023\times10^{15}$

MR Osama Alnahawi