12

دائـرة التعـليـم والمعـرفـة
DEPARTMENT OF EDUCATION
AND KNOWLEDGE

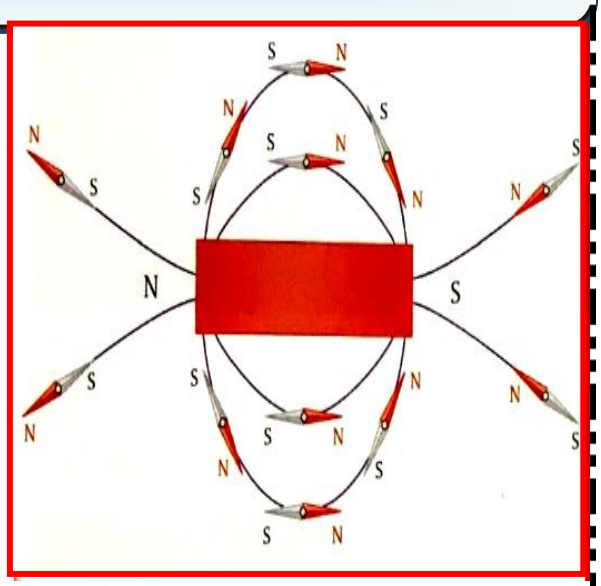
العام الدراسي 2018/2019

المجالات المغناطيسية للتيار الكهربائي المستمر

الفيزياء

الثاني عشر — الفصل الدراسى الثانى

الاسم : .....



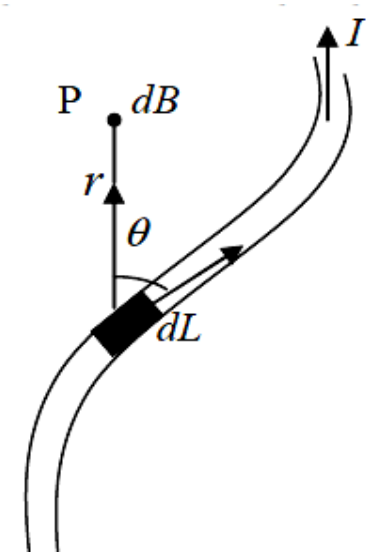
وزارة التربية والتعليم
دائـرة التعـليـم والمعـرفة

إعداد الأستاذ
حمدي عبد الجواد

HAMDY ABD ELGAWWAD

8.1 : قانون بايوت- سافارت

* بعد اكتشاف اوريستد التأثير المغناطيسي لسلك يمر فيه تيار قام بايوت وسافارت بعدة تجارب كانت حصيلتها بناء علاقة رياضية بواسطتها يمكن حساب **شدة المجال** عند أي نقطة في الفراغ حول سلك موصل يحمل تياراً كهربائياً .



* لنتأمل سلكاً طوله (L) يسري خلاله تيار كهربائي ، وأن المجال المغناطيسي لعنصر صغير من السلك طوله (dL) عند نقطة (P) في الفراغ يكون دائماً عمودي على المستوى الذي يضم (dL) ومتجه الإزاحة (r) ولقد **وجد بايوت وسافارت** أن مقدار (dB) يتناسب **عكسياً** مع مربع الإزاحة (r) و**طردياً** مع مقدار التيار المار في السلك .

*** ولقد عبّر العالمان عن هذه النتائج بقانون عرف باسميهما :**

(على الرغم من أن بايوت صاحب المقترح الأول لهذا القانون)

$$dB = k\frac{idL\sin\theta}{r^2}$$

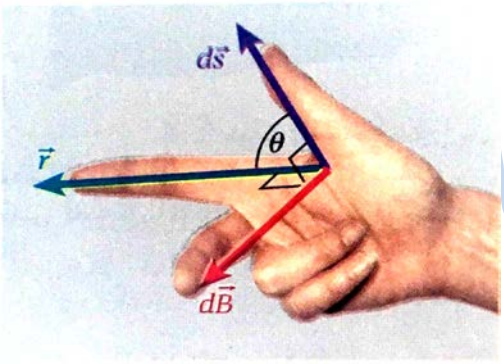
وبصيغة جبر المتجهات :

$$\overrightarrow{dB} = k\frac{i\overrightarrow{dL}x\vec{r}}{r^3}$$

من الصيغة الاتجاهية للمعادلة الأولى يتبين لنا أن (θ) هي الزاوية المحصورة بين الإزاحة (r) وعنصر السلك (dL) .

وغالباً ما يستبدل الثابت (k) بالمقدار ($\frac{\mu}{4\pi}$) حيث (μ_o) كمية ثابتة تسمى **النفاذية المغناطيسية للفراغ** .فإذا كان الوسط هواءً أو فراغاً فإن ($\mu=4\pi \times 10^{-7}$ T.m/ A)

*** ويمكن كتابة المعادلة للوسط الهواء أو الفراغ بالشكل الآتي :**



$$dB = \frac{\mu}{4\pi}\frac{idL\sin\theta}{r^2}$$

حيث (θ) قيمتها المحتملة بين(0° , 180°)

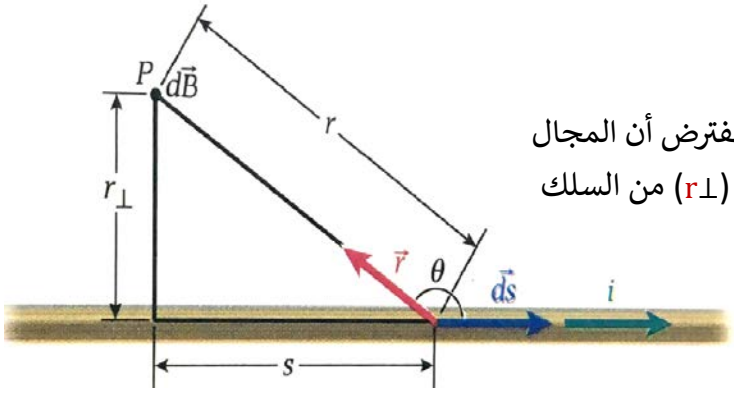
*** اتجاه المجال المغناطيسي :**

باستخدام اليد اليمنى : حيث يشير **الإبهام** لعنصر السلك (dL) **والسبابة** لاتجاه الموقع (r) وسيشير **الأصبع الأوسط** لاتجاه **المجال**

الآن علينا أن نجد وبدقة المجالات المغناطيسية المتكونة من تشكيلات مختلفة من التيارات ولنبدأ :

بإيجاد المجال المغناطيسي الناشئ عن تيار يمر في سلك مستقيم طويل .

8.2 : المجالات المغناطيسية الناتجة عن مرور التيار



* لو كان لدينا سلك مستقيم لا متناهي الطول يحمل تياراً (i) ولنفترض أن المجال المغناطيسي (dB) عند النقطة (P) التي تمثل المسافة العمودية (r⊥) من السلك ويتحدد مقدار المجال عند تلك النقطة الناتجة عن عنصر التيار (idL) من خلال المعادلة :

$$dB = \frac{\mu}{4\pi}\frac{idL\sin\theta}{r^2}$$

يمكن الربط بين (r , θ) بـ (L ,r⊥) من خلال

$$r = \sqrt{L^2 + r_\perp{}^2} \quad (1)$$

$$\sin\theta = \sin(\pi - \theta) = r_\perp / \sqrt{L^2 + r_\perp{}^2} \quad (2)$$

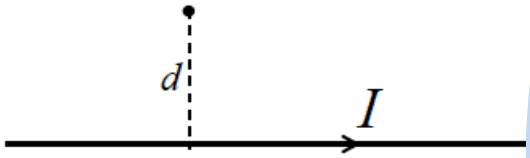
وبالتعويض عن هذه المتغيرات في المعادلة السابقة نحصل على :

$$B = \frac{\mu_\circ i}{2\pi}\int_0^\infty \frac{r_\perp dL}{(L^2 + r^2{}_\perp)^{3/2}}$$

ملاحظات هامة

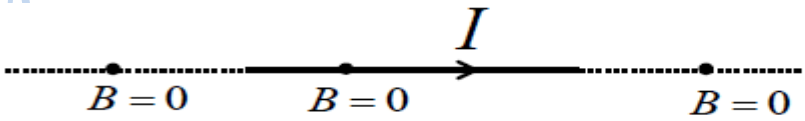
* إذا كانت المسافة العمودية على بعد أقل بكثير من طول السلك ($L \gg d$) فإن مقدار المجال يحسب من العلاقة :

$$B = \frac{\mu_\circ i}{2\pi d}$$



i : شدة التيار المار في السلك d : بعد النقطة عن السلك

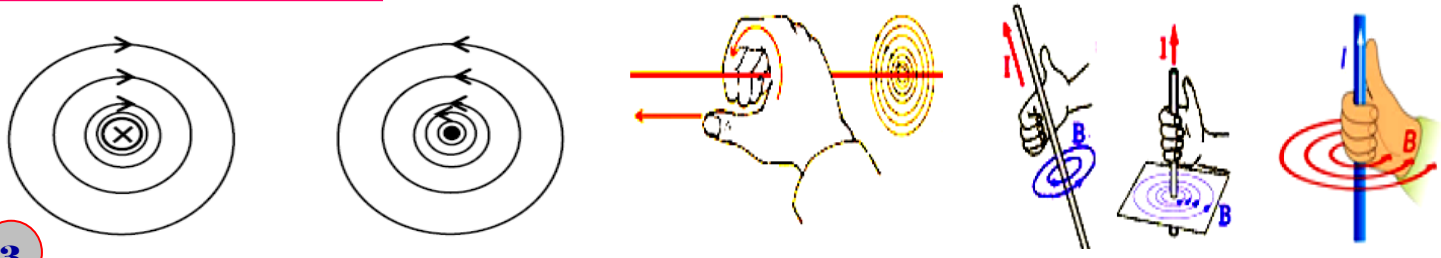
** المجال على محور السلك أو امتداده يساوي صفر كما في الشكل .



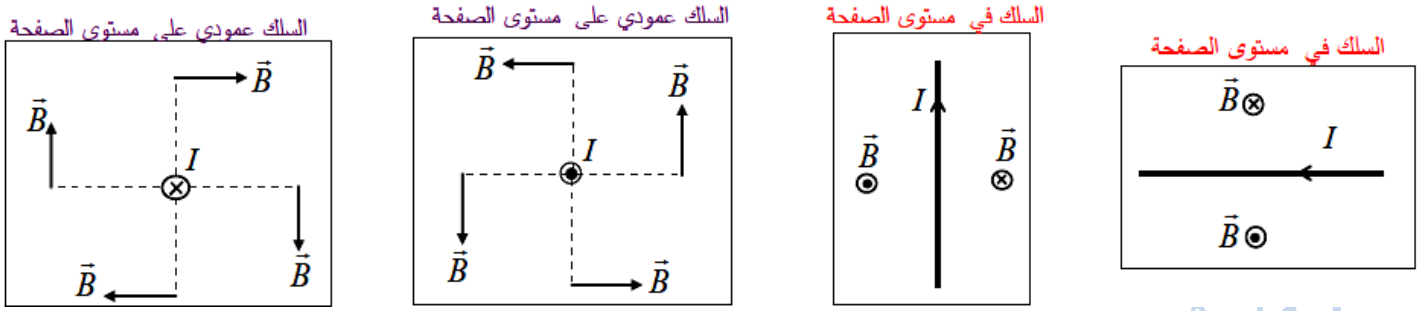
* **شكل المجال :** دوائر متحدة المركز تحيط بالسلك كما في الشكل

* يحدد اتجاه خطوط المجال باستخدام (قاعدة قبضة اليد اليمنى) على النحو التالي :

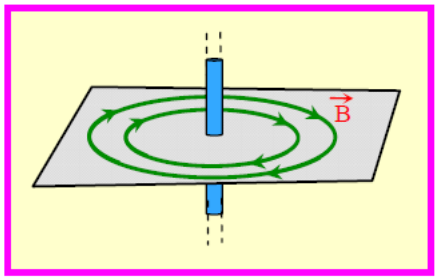
الإبهام يشير لاتجاه (i) والأصابع مع (B) **كما في الأشكال التالية :**



تحديد اتجاه المجال عند نقطة .



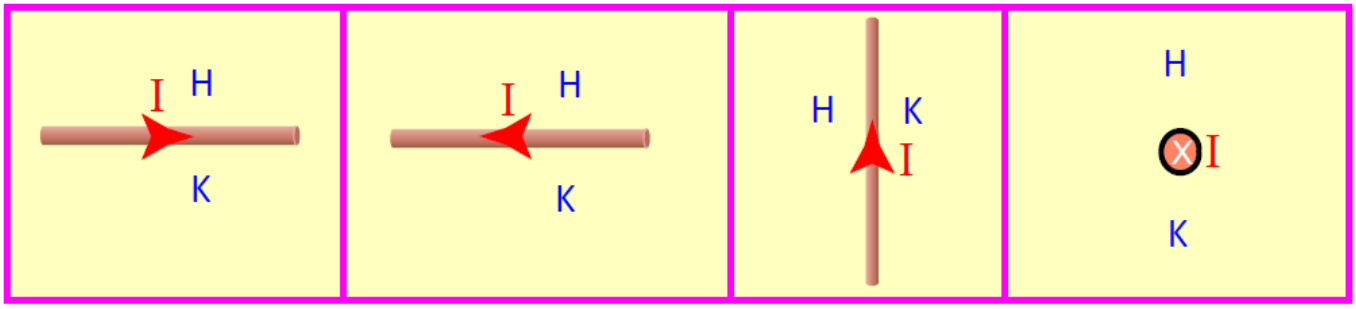
س1) يبين الشكل سلكاً مستقيماً يمر به تيار مستمر فيتولد حوله مجال مغناطيسي **أجب عما يلي :**



1- حدد على الرسم اتجاه التيار المار في السلك.

2- إذا زيدت شدة التيار المار في السلك فماذا يحدث للبعد بين خطوط المجال المغناطيسي المتولد؟ **فسر إجابتك.**

س2) الاشكال التالية تُمثل اسلاك مستقيمة تحمل تيارات كهربائية مستمرة، حدد اتجاه المجال المغناطيسي الناشئ عن كل سلك منها في النقاط (K و H)



س3) يسري تيار كهربائي مستمر شدته (i=10.0 A) في سلك مستقيم وطويل . **احسب** مقدار شدة المجال المغناطيسي الناتج عند نقطة تقع على بعد (d=20.0 cm) من محور السلك

$B = 1.0 \times 10^{-5}\ T$

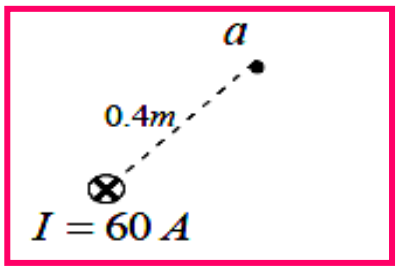
س4) سلك مستقيم وطويل موضوع في الهواء ، وينطبق على المحور (x) . **احسب** مقدار شدة المجال المغناطيسي الناتج عند النقطة M (0 ,10.0 cm) وذلك عندما يمر في السلك تيار شدته (i=10.0 A)

$B = 2.0 \times 10^{-5}\ T$

س5) يبلغ مقدار شدة المجال المغناطيسي عند نقطة تبعد مسافة (d=10.0 cm)عن محور سلك مستقيم وطويل يمر به تيار كهربائي مستمر ($B=2.0 \times 10^{-5}\ T$) **جد** شدة التيار الكهربائي المار في السلك .

i= 10.0 A

س6) سلك مستقيم طويل عمودي على مستوى الصفحة للداخل كما في الشكل المجاور :

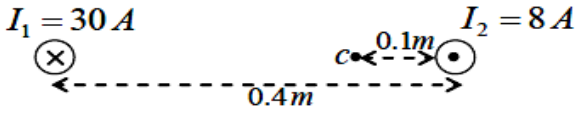


1. **احسب** المجال المغناطيسي عند النقطة (a) **وحدد اتجاهه** على الشكل .

B= 3.0 X 10-5 T

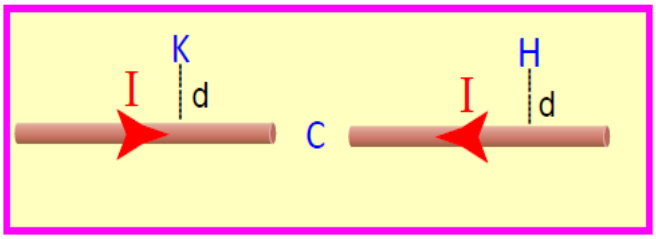
2. **هل** مجال السلك المستقيم **منتظم** أم **غير منتظم** . **برر إجابتك** ؟

س7) **سلكان** مستقيمان طويلان **عموديان** على الصفحة كما في الشكل . **احسب** شدة المجال المغناطيسي عند النقطة (C)



B= 3.6 X 10-5 T

س8) في الشكل المجاور والذي يبين سلكان مستقيمان يقعان في مستوى الصفحة ويحملان تيارين متساويين في الشدة ،



أجب عما يلي :

a . ما مقدار شدة المجال في C ؟ **فسر اجابتك .**

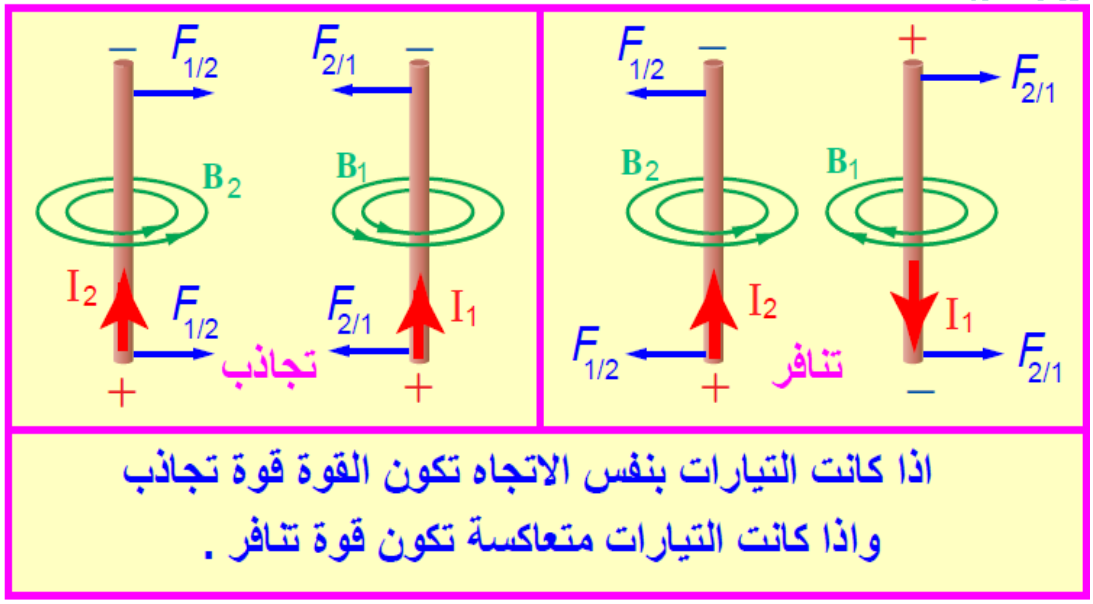
b. قارن بين شدة المجال المغناطيسي في النقطتين K و H

* القوة المغناطيسية المتبادلة بين سلكين متوازيين

كل سلكان متوازيان يحملان تياران مستمران ويقع كل منهما في المجال المغناطيسي للثاني ، وعلى **حسب** **قانون نيوتن الثالث** يؤثر كل منهما على الآخر بقوة مغناطيسية يمكن حسابها **بالعلاقة التالية :**

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

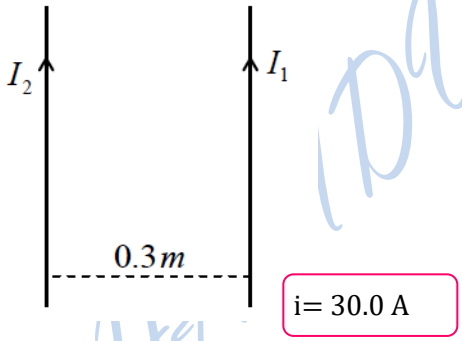
حيث (d) البعد بين السلكين ، (L) الطول المشترك بين السلكين



اذا كانت التيارات بنفس الاتجاه تكون القوة قوة تجاذب
واذا كانت التيارات متعاكسة تكون قوة تنافر .

القوة المؤثرة على السلك الأول تساوي وتعاكس القوة المؤثرة على نفس الطول من السلك الثاني .

س9) في الشكل المجاور إذا كان للتياران نفس الشدة ، وكان مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة في وحدة الأطوال (L=1.0 m) لكل منهما تساوي ($F_B = 6.0 \times 10^{-4}$ N) . **أجب عما يلي :**



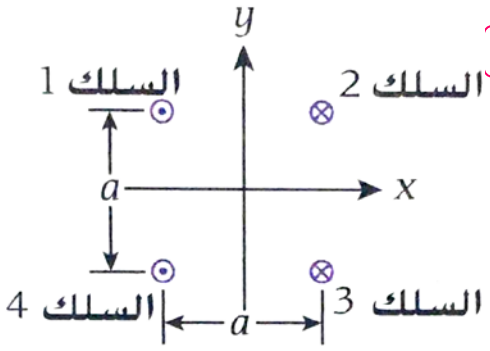
1. ما **نوع** القوة بين السلكين .
2. ما **اسم** الطريقة المستخدمة لتحديد اتجاه القوة .
3. **احسب** شدة التيار المار في كل من السلكين ؟
4. ما ذا **يطرأ** على مقدار **القوة** المتبادلة بين السلكين إذا أنقصت المسافة بينهما إلى **الربع** ؟

مسألة محلولة 8.1

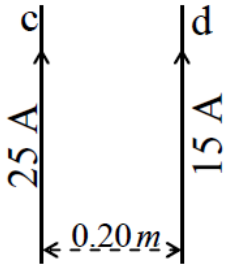
المجال المغناطيسي الناتج عن أربعة أسلاك

أربعة أسلاك يحمل كل منهما تياراً مقداره (i=1.0 A) وتوجد الأسلاك في الزوايا الأربع لمربع طول ضلعه (a=3.70 cm) ويحمل سلكان منهما التيار إلى داخل الصفحة ، بينما يحمل السلكان الآخران التيار إلى خارج الصفحة

* i=10.0 A ما مركبة (y) للمجال المغناطيسي في مركز المربع ؟ $B = 2.16 \times 10^{-5}\ T$



س10) في الشكل السلكان مستقيمان وطويلان ومتوازيان ويمر في كل منهما تياراً كهربائياً مستمراً ، **أجب عن الآتي :**



1. **احسب** المجال المغناطيسي الذي يؤثر على السلك (C) .

2. **احسب** القوة المغناطيسية التي يؤثر بها السلك (d) في (0.4 m) من السلك (C)

3. **احسب** المجال المغناطيسي عند النقطة التي تنصف المسافة بين محوري السلكين ؟

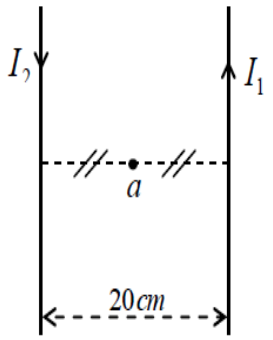
1- $1.5\times10^{-5}\ T\odot$

2- $1.5\times10^{-4}\ N\quad(+x)$

3- $2\times10^{-5}\ T\otimes$

AMDY-ABD EGYPT

س11) في الشكل سلكان مستقيمان يحملان تيارين متعاكسين ($i_1=50.0\ A$, $i_2=200.0\ A$) إذا كان البعد العمودي بين السلكين يساوي ($20.0\ cm$) ، النقطة (a) تقع في منتصف البعد بين السلكين . **اجب عما يلي :**



1. **احسب** مقدار المجال المغناطيسي عند النقطة (a) **وحدد** اتجاهه.

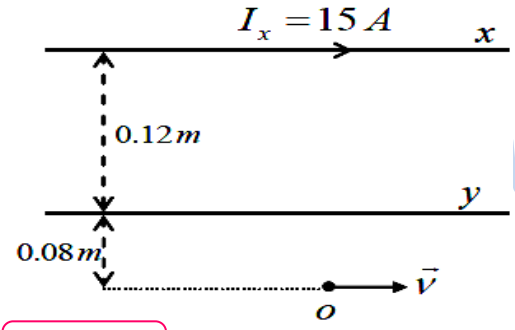
$B_T = 5.0 \times 10^{-4}\ T \odot$

2. **احسب** مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة على إلكترون لحظة مروره بالنقطة (a) بسرعة تساوي ($2.5 \times 10^6\ m/s$) باتجاه التيار (i_1) **وحدد** اتجاه هذه القوة .

$F = 2.0 \times 10^{-16}\ N\ (-X)$

3. **كيف** تفسر حركة بروتون في مسار مستقيم عندما قذف في مستوى الصفحة من نقطة تقع خارج محوري السلكين .

س12) (X ,Y) سلكان يقعان في مستوى الصفحة ويمر بهما تياران كهربائيان مستمران ، يؤثر مجالا السلكين في بروتون **بقوة** مغناطيسية اتجاهها نحو الأسفل ومقدارها ($4.0 \times 10^{-20}\ N$) عند لحظة مروره بالنقطة (O) بسرعة ($5.0 \times 10^4\ m/s$) وباتجاه موازي لمحوري السلكين نحو اليمين ، بالاعتماد على البيانات الواردة على الشكل **أجب عما يلي :**



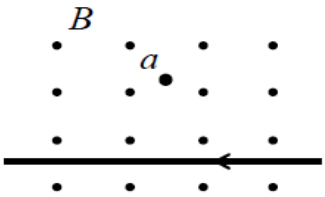
1. **احسب** شدة المجال المغناطيسي المحصل عند النقطة (O) **وحدد** اتجاهه

$B_T = 5.0 \times 10^{-6}\ T \odot$

2. **احسب شدة التيار الكهربائي المار في السلك (y) وحدد اتجاهه .**

$i = 8.0\ A$

س13) سلك طويل مستقيم يحمل تيار مستمر مقداره (i=40.0 A) باتجاه الغرب وضع في مجال مغناطيسي منتظم مقداره ($B= 2.0 \times 10^{-5}$ T) عمودي على الصفحة للخارج كما بالشكل المجاور . **أجب عما يلي :**



1 **احسب** القوة المغناطيسية المؤثرة على طول مقداره (0.5 m) **من السلك .**

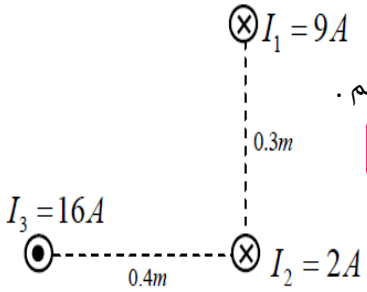
$F = 4.0 \times 10^{-4}$ N(+y)

2 **احسب** المجال المغناطيسي عند النقطة (a) والتي تبعد (0.1 m) عن السلك .

$B_T = 6.0 \times 10^{-5}$ T ⊗

3 **كيف** يوضع السلك في المجال بحيث **لا يتأثر** بقوة مغناطيسية .

س14) ثلاثة أسلاك مستقيمة ومتوازية وعمودية على مستوى الصفحة كما في الشكل :



1 **احسب** محصلة القوة المغناطيسية المؤثرة على وحدة الأطوال من السلك **الثاني وحدد** الاتجاه على الرسم .

$F_T = 2.0 \times 10^{-5}$ N

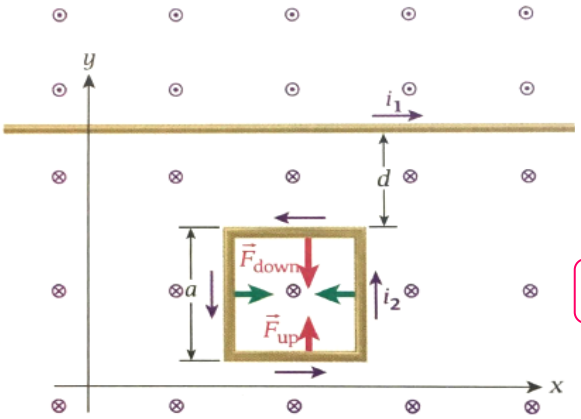
2 **احسب** محصلة المجال المغناطيسي المؤثر على السلك الثاني (i_2) **وحدد** اتجاهه على الرسم .

$B = 1.0 \times 10^{-5}$ T

HAMDY ABD ElG AWWAD

مثال 8.1

* القوة المغناطيسية المبذولة على حلقة يمر فيها تيار



يحمل سلك طويل مستقيم تيار مقداره (i_1=40.0 A) باتجاه اليمين وتوضع حلقة مربعة يبلغ طول ضلعها (a=0.250 m) بحيث تكون أضلاعها كما في الشكل وتحمل الحلقة تياراً مقداره (i_2=40.0 A) في عكس اتجاه عقارب الساعة وعلى بعد (d=0.100 m) من السلك .

- ما **محصلة** القوى المغناطيسية المؤثرة في الحلقة المربعة ؟

الحـــل :

F= 3.93 X 10^{-6} N y↓

س15) سلكان طويلان ومتوازيان يبعدان عن بعضهما بمسافة (d=3.0 mm) . التيار المتدفق في أحدهما **ضعف** التيار في السلك الآخر . إذا كان مقدار القوة المبذولة على طول (L=1.0 m) من أحد السلكين هو (F=7.0 μ N) . **ما مقدار التيارين** ؟

I_1=0.23 A ,i_2=0.46 A

س16) قذف إلكترون من مدفع إلكترونات بسرعة (v=4.0 x 10^5 m/s) ثم تحرك موازياً لسلك مستقيم طويل يحمل تيار مقداره (i=15.0 A) وعلى مسافة(5.0 cm) فوقه . **حدد مقدار عجلة الإلكترون واتجاهها** لحظة خروج الإلكترون من المدفع

a=4.2 x 10^{12} m/s^2

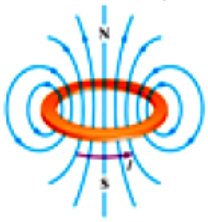
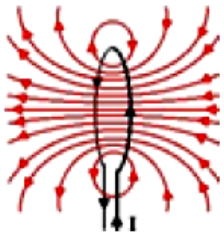
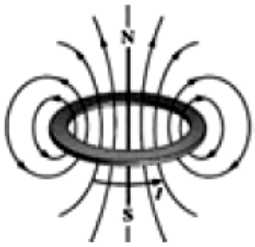
س17) يتحرك إلكترون في **خط مستقيم** بسرعة (v=5.0 x 10^5 m/s) ما **مقدار المجال المغناطيسي واتجاهه** الناتج عن الإلكترون المتحرك على مسافة (5.0 cm) في مسار حركته ؟ ماذا يحدث إذا استبدل **ببروتون** ؟

HAMDY ABD ELGAWWAD

* المجال المغناطيسي الناتج عن مرور تيار في سلك يحتوي على حلقة

*** شكل المجال :**

منتظم بالقرب من المركز وغير منتظم بعيداً عن المركز كما في الأشكال التالية :

وجه الملف الذي يخرج منه المجال يعتبر قطب شمالي كما في الشكل .

- لحساب شدة المجال المغناطيسي عند مركز الملف نستخدم العلاقة التالية :

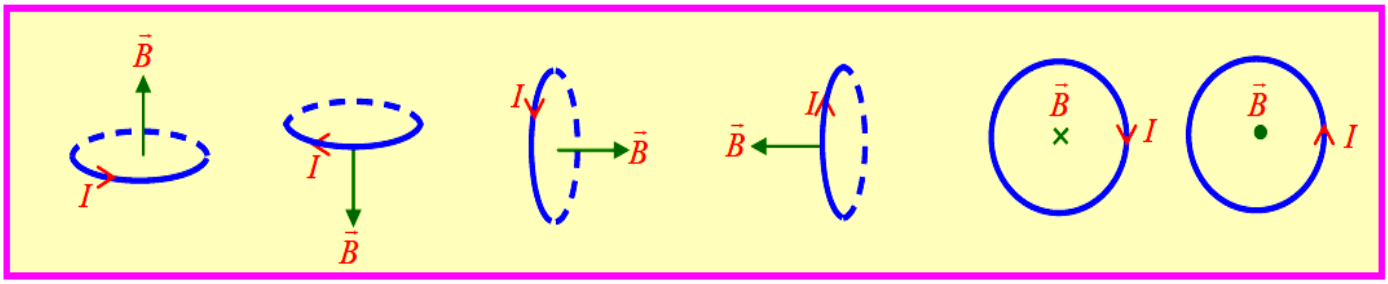
$$B = \frac{\mu_0 N i}{2r}$$

B : شدة المجال عند المركز N : عدد اللفات r : نصف القطر

*** تحديد الاتجاه :**

نستخدم **قاعدة قبضة اليد اليمنى** (حيث الإبهام يشير لاتجاه المجال بينما الأصابع مع اتجاه التيار)

*** أمثلة على تحديد الاتجاه :**



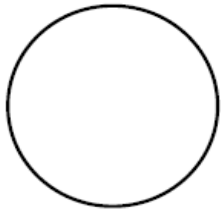
س18) مرر تيار كهربائي مستمر شدته (5.0 A) في ملف دائري هوائي النواه عدد لفاته (40.0) لفة ونصف قطره (0.04 m) :

1 احسب مقدار شدة المجال المغناطيسي عند مركز الملف .

$B = 3.14 \times 10^{-3}$ T

2 اشرح كيف يمكن **زيادة** شدة المجال المغناطيسي في الملف نفسه دون تغيير شدة التيار المار فيه .

س19) ملف دائري عدد لفاته (100.0) لفة موضوع في مستوى الصفحة يمر فيه تيار مستمر شدته (10.0 A) إذا كان المجال المغناطيس عند مركزه ($3.14x10^{-3}$ T) باتجاه عمودي على الصفحة للداخل : **أجب عما يلي :**

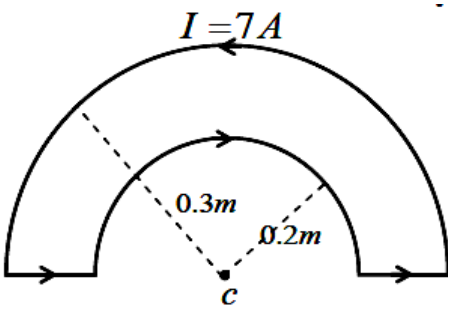


1. حدد اتجاه التيار في الملف (مع أو عكس عقارب الساعة)
2. أي وجه للملف يعتبر القطب **الجنوبي** (الوجه السفلي أم العلوي)
3. **احسب متوسط نصف قطر الملف ؟**

r = 0.2 m

س20) معتمداً على البيانات الواردة في الشكل ، **احسب** المجال المغناطيسي عند المركز (C)

$B_T = 3.7 \times 10^{-6}$ T ⊗



س21) تتكون حلقة يبلغ نصف قطرها (r=8.30 mm) في منتصف سلك طويل مستقيم معزول يحمل تياراً مقداره (i=26.5mA)

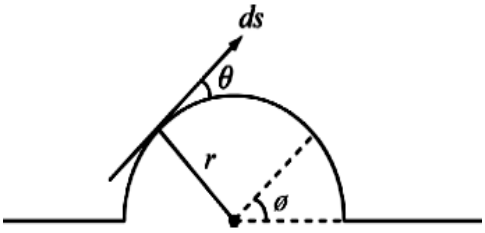
ما مقدار المجال المغناطيسي في مركز الحلقة ؟

$B_T = 2.64 \times 10^{-6}$ T ⊙

س22) **أوجد المجال المغناطيسي** عند **مركز** سلك على شكل نصف دائرة كالموضح في الشكل نصف قطره (r=10.0 cm)

إذا كان التيار المار في السلك مقداره (i=12.0 A)

$B_T = 3.76 \times 10^{-5}$ T ⊗

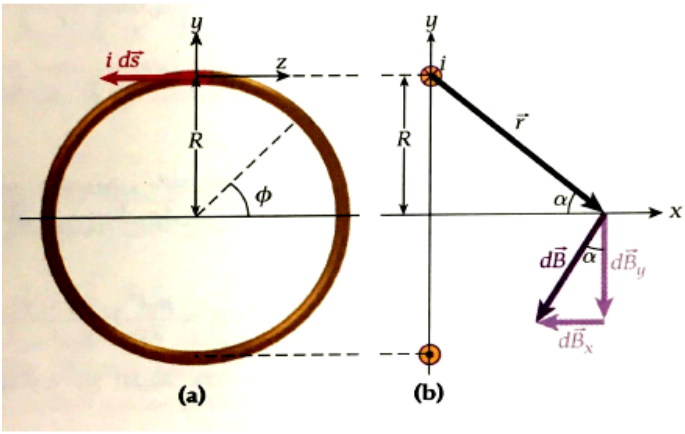


ALMANDY ABD ELGAWWAD

* المجال المغناطيسي الناتج عن مرور تيار في حلقة سلك

لإيجاد المجال المغناطيسي في مركز حلقة سلك دائرية حاملة للتيار نستخدم العلاقة السابقة لحساب شدة المجال المغناطيسي

* لحساب شدة المجال المغناطيسي الناتج عن الحلقة على طول محور الحلقة :



ننشئ نظام إحداثي بحيث يقع محور الحلقة على طول المحور (X)

ويقع مركز الحلقة عند (X=0 ,Y=0 ,Z=0) ومن ثم يمكننا التعبير عن المجال المغناطيسي عند أي نقطة على طول المحور (X) .

$$dB = \frac{\mu_\circ i ds}{4\pi r^2}$$

في حالة الزاوية ($\theta = 90^\circ$)

يمكننا إعادة كتابة المعادلة لإيجاد مركبة (X) للمجال المغناطيسي

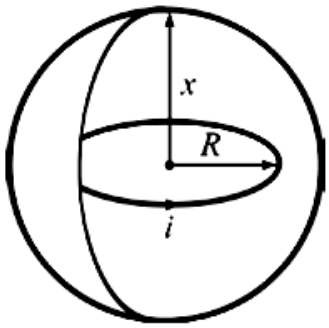
$$B_x = \frac{\mu_\circ i R^2}{2(x^2 + R^2)^{\frac{3}{2}}}$$

*** تحديد الاتجاه :**

باستخدام القاعدة الثالثة لليد اليمنى (قبضة اليد اليمنى)

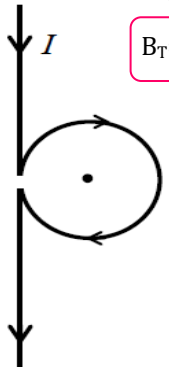
س23) افترض أن المجال المغناطيسي للأرض ناتج عن تيار مفرد يتحرك في دائرة نصف قطرها ($R=2.0 \times 10^3$ Km) عبر لبّ الأرض المنصهر . وتبلغ شدة المجال المغناطيسي للأرض على السطح القريب من قطب مغناطيسي ($B=6.0 \times 10^{-5}$ T) تقريباً

* كم **تبلغ** شدة التيار اللازمة لتوليد المجال ؟ علماً بأن نصف قطر الأرض (6.38×10^6 m)



$I = 7.14 \times 10^9$ A

س24) سلك مستقيم وطويل يحمل تيار شدته ($i=60.0\ A$) تم لف جزء من السلك على شكل حلقة دائرية واحدة نصف قطرها ($r=0.1\ m$) كما في الشكل . **احسب شدة المجال المغناطيسي عند مركز الحلقة ؟**

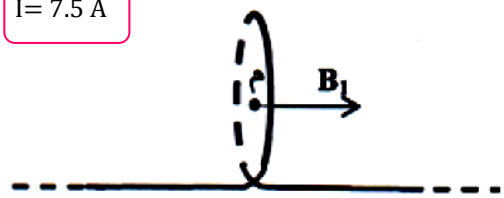


$B_T = 2.6 \times 10^{-4}\ T \otimes$

س25) يظهر الشكل المجاور سلكاً مستقيماً وطويلاً يحمل تيار شدته (i) ويقع في مستوى الصفحة ، لف جزء منه ليشكل حلقة دائرية (لفة واحدة) مستواها عمودي على مستوى الصفحة (محورها مواز للسلك المستقيم)ونصف قطرها ($0.02\ m$) إذا علمت أنّ شدة المجال المغناطيسي الذي يولده الملف الدائري عند مركزه (م) هو ($B_1=2.42 \times 10^{-4}\ T$) نحو اليمين .

$I = 7.5\ A$

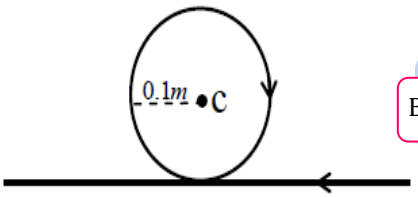
1) **احسب** شدة التيار المستمر المار في الملف وحده **وحدد** اتجاهه على الشكل .



2) **احسب** مقدار محصلة شدة المجال المغناطيسي عند مركز الملف .

$B_T = 2.35 \times 10^{-4}\ T$

س25) يظهر الشكل المجاور سلكاً مستقيماً وطويلاً يحمل تيار شدته ($i=60.0\ A$)لف جزء من السلك ليشكل ملفاً دائرياً من (10) لفات مركزها النقطة (C) . **أجب عما يلي :**



1) **احسب** مقدار المجال المغناطيسي عند النقطة (C) وحدد اتجاهه .

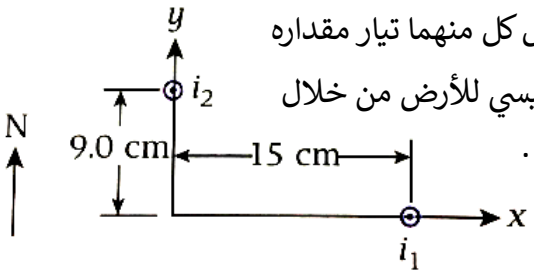
$B_T = 3.89 \times 10^{-3}\ T$

2) إذا مر بالنقطة (C) بروتون بسرعة ($v=1.0 \times 10^6\ m/s$) في اتجاه يوازي السلك المستقيم نحو اليسار . **فحدد** اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة عليه **واحسب** مقدارها ؟

$F_B = 6.2 \times 10^{-16}\ N\ (-y)$

HAMDI ABD ELGAWAD

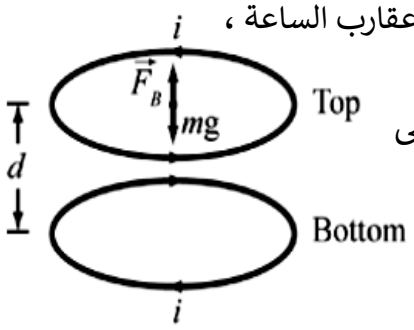
س26) سلكان طويلان للغاية يسيران موازيين للمحور (z) كما في الشكل ويحمل كل منهما تيار مقداره ($i_1=i_2=25.0\ A$) متدفق في اتجاه محور (z) الموجب . يتحدد المجال المغناطيسي للأرض من خلال ($B=2.60\ X\ 10^{-5}\ T\ y$) في اتجاه الشمال . وضعت إبرة بوصلة عند نقطة الأصل .



* **حدد** الزاوية بين إبرة البوصلة والمحور (x)

$\theta = 7.5^\circ$

س27) ملفان محوريان متماثلان مصنوعان من سلك يبلغ نصف قطره ($r=20.0\ cm$) وموضوعان فوق بعضهما مباشرة ، ويبعدان بمسافة ($d=2.0\ mm$) يوجد الملف السفلي على منضدة ويمر به تيار في اتجاه عقارب الساعة ، بينما يحمل الملف العلوي تيار **مماثل** وتبلغ كتلته ($m=0.0500\ kg$)



* حدد **المقدار** و**الاتجاه** الذي يجب أن يكون عليه التيار في الملف العلوي للحفاظ على الملف مرفوعاً على مسافة ($d=2.0\ mm$) عن الملف السفلي ؟

$I = 62.5\ A$

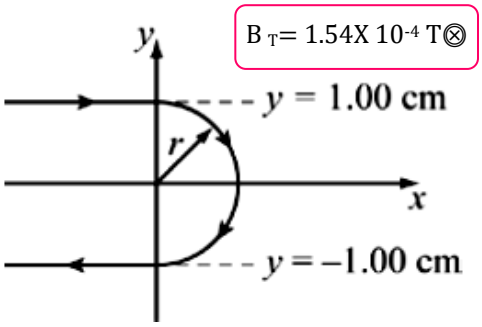
س28) تحمل حلقة سلك مربعة يبلغ طول ضلعها ($10.0\ cm$) تيار مقداره ($i=0.30\ A$) ما **المجال** المغناطيسي في مركز الحلقة ؟

$B = 3.4\ X\ 10^{-6}\ T$

HAMDY ABD EL-GAWWAD

س29) سكين مستقيمين لا منتهيين يبعدان عن بعضهما بمسافة (2.0 cm) وتربطهما معاً قطعة سلك نصف دائرية (r=1.0 cm) ويقع مركزها عند نقطة أصل الإحداثيات (x , y , z) يمتد السلك العلوي على طول المستقيم (y=1.0 cm) ويمتد السلك السفلي على طول المستقيم (y=-1.0 cm) ويقع هذان السلكان في الجانب الأيسر (x<o) للمستوى (xy) تبلغ شدة التيار (i=3.0 A) ويتجه التيار يميناً في السلك العلوي . أوجد **المجال** المغناطيسي عند نقطة الأصل

$B_T = 1.54 \times 10^{-4}\ T \otimes$



س30) يقع سلك مستقيم طويل على المحور (X) يحمل السلك تيار مقداره (i=7.0 A) في اتجاه محور (X) الموجب ما **مقدار واتجاه القوة** على جسيم شحنته (q=9.0 c) يقع عند النقطة (1.0m ,2.0m ,0) عندما تصل سرعته المتجهة إلى (v=3000.0 m/s)

في كل من الاتجاهات التالية :

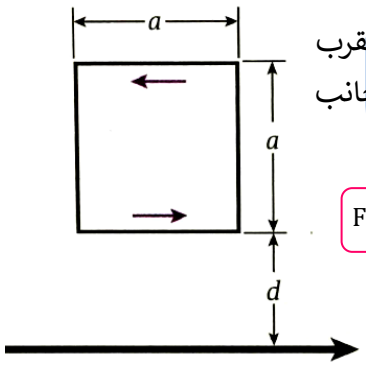
$F_B = -1.89 \times 10^{-2}\ N\ Y$

1 اتجاه محور (X) الموجب .

2 اتجاه محور (y) الموجب .

3 اتجاه محور (Z) السالب .

س31) يحمل سلك مستقيم تيار مقداره (i=10.0 A) باتجاه محور X الموجب كما بالشكل يوجد بالقرب من السلك حلقة مربعة من سلك نحاسي تحمل تيار مقداره (i=2.0 A) في الاتجاه الموضح ويبعد الجانب القريب من الحلقة مسافة (d=0.50 m) عن السلك يبلغ طول كل ضلع (a=1.0 m) .



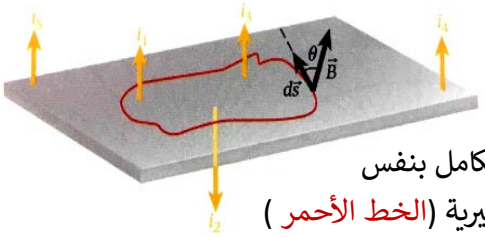
- أوجد **محصلة** القوى بين الجسمين الحاملين للتيار .

$F_B = -5.33 \times 10^{-6}\ N\ Y$

DR ABD ELGAWWAD

8.3 : قـانـون أمبيـر

قانون أمبير هو صياغة أخرى للعلاقة بين التيار والمجال المغناطيسي الناشئ عنه في صورته التكاملية ويستخدم في حل المسائل التي تحتوي على درجة عالية من التماثل. وينص هذا القانون على ان التكامل الخطي (line integral)للحث المغناطيسي حول مسار مغلق اختار يساوي مجموع التيارات داخل هذا المسار مضروبا في معامل نفاذية الفراغ μ_0، أي ان:



$$\oint \vec{B} \cdot \vec{ds} = \mu i_{enc}$$

حيث ($\oint$) تعني أن التكامل تم على حلقة مغلقة تسمى **الحلقة الأمبيرية** ويتم اجراء التكامل بنفس الطريقة المستخدمة في تطبيق قانون جاوس ، من الشكل المجاور نلاحظ أن الحلقة الأمبيرية (الخط الأحمر) تحصر ثلاث تيارات هما (i_1, i_2, i_3) ويستبعد التيارين (i_4, i_5) وفقاً لقانون أمبير يتحدد تكامل الحلقة المغلقة على المجال المغناطيسي الناتج عن هذه التيارات الثلاثة من خلال :

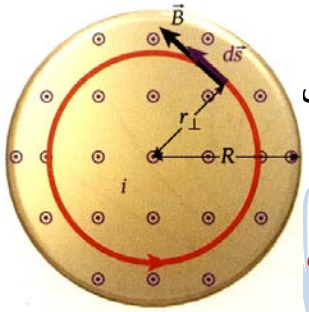
$$\oint \vec{B}.\vec{ds} = \oint B\cos\theta ds = \mu(i_1 - i_2 + i_3)$$

حيث (θ) هي الزاوية المحصورة بين المجال المغناطيسي وعنصر الطول في كل نقطة على طول الحلقة الأمبيرية .

* المجال المغناطيسي الناشئ عن سلك مستقيم طويل يحمل تياراً

*لقد دلت التجارب العلمية على أنّ المجال المغناطيسي الناشئ عن سلك يمر به تيار يأخذ شكل دوائر متحدة المركز تحيط بالسلك ويقع مركزها عليه . ولتحديد اتجاه المجال نستخدم قاعدة اليد اليمنى .

* مع أنّ قانون أمبير يعتبر صحيحاً **بغض النظر عن شكل المسار المغلق** المقترح ، إلاّ أنه يمكننا اختيار احدى الحلقات الدائرية لخطوط المجال المغناطيسي المحيطة بالسلك واعتبارها كمسار لإجراء عملية التكامل .



* لإيجاد المجال المغناطيسي نستخدم حلقة أمبيرية يبلغ نصف قطرها ($r_\perp$) الدائرة الحمراء في الشكل

* عندما تكون لـ(B) مركبة داخلية أو خارجية يكون للحلقة أيضاً مركبة داخلية او خارجية بالتماثل عند كل النقاط الموجودة حول الحلقة .لذلك يجب أن يكون (B) مماساً للحلقة الأمبيرية .

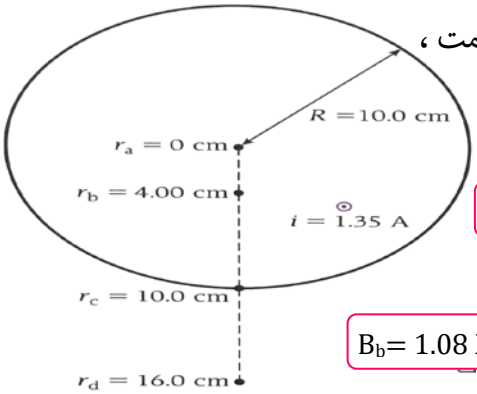
- يمكن حساب التيار المغلق من نسبة مساحة الحلقة الأمبيرية إلى مساحة المقطع العرضي للسلك

$$i_{enc} = i\frac{A_{\text{حلقة}}}{A_{\text{سلك}}} = \frac{\pi r_\perp^2}{\pi R^2}$$

- يمكن حساب المجال المغناطيسي الناتج من خلال العلاقة :

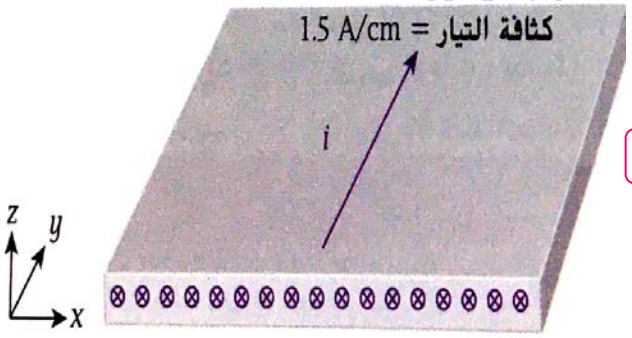
$$B = \left(\frac{\mu_0 i}{2\pi R^2}\right) r_\perp$$

س32) يعرض الشكل المجاور مقطعاً عرضياً عبر قطر دائرة موصل أسطواني طويل مصمت ، يبلغ نصف الأسطوانة($R=10.0\ cm$) يوزع تيار مقداره ($i=1.35\ A$) بانتظام على الموصل ويتدفق خارجاً من الصفحة . **احسب مقدار واتجاه المجال المغناطيسي في المواقع :**



- عند ($r_a=0.0\ cm$) $B_a= 0.0\ T$
- عند ($r_b=4.0\ cm$) $B_b= 1.08 \times 10^{-6}\ T$
- عند ($r_c=10.0\ cm$) $B_c= 2.70 \times 10^{-6}\ T$
- عند ($r_d=16.0\ cm$) $B_d= 1.69 \times 10^{-6}\ T$

س33) صفيحة كبيرة جداً من مادة موصلة تقع في المستوى (xy) كما في الشكل المجاور .

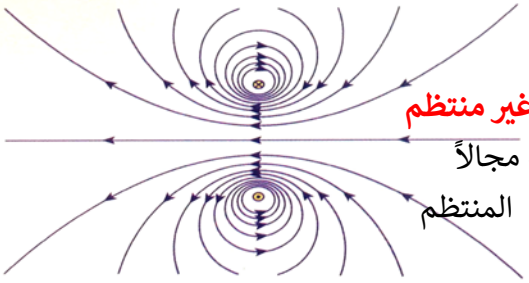


يتدفق تيار منتظم في الاتجاه (y) تبلغ كثافة التيار ($J=1.5\ A/cm$) . **استخدم** قانون أمبير لحساب مقدار واتجاه المجال المغناطيس أعلى مركز الصفيحة مباشرة ؟

$B= 9.4 \times 10^{-5}\ T$

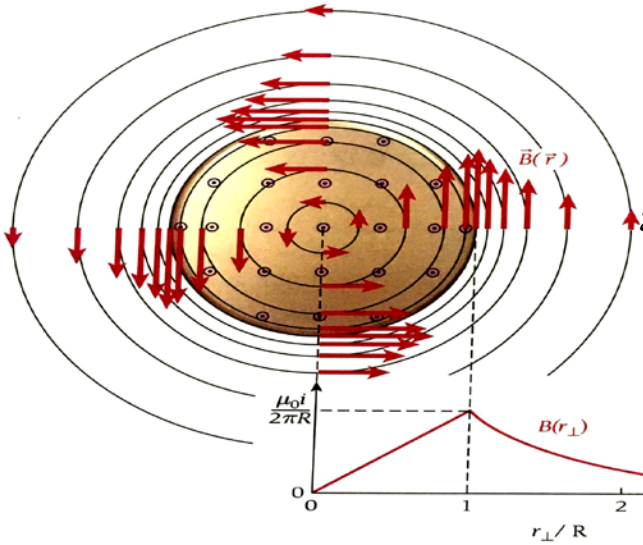
ABD ELGAWAD

8.4 : المجالات المغناطيسية الخاصة بالملفات اللولبية والحلقية



تعرفنا سابقاً أنّ التيار المتدفق عبر حلقة واحدة من السلك ينتج مجالاً مغناطيسياً **غير منتظم** كما هو موضح بالشكل المجاور ومع ذلك غالباً ما تتطلب التطبيقات الحياة اليومية مجالاً مغناطيسياً **منتظماً** يستخدم جهاز (ملف هلمهولتز) لتوليد المجال المغناطيسي المنتظم

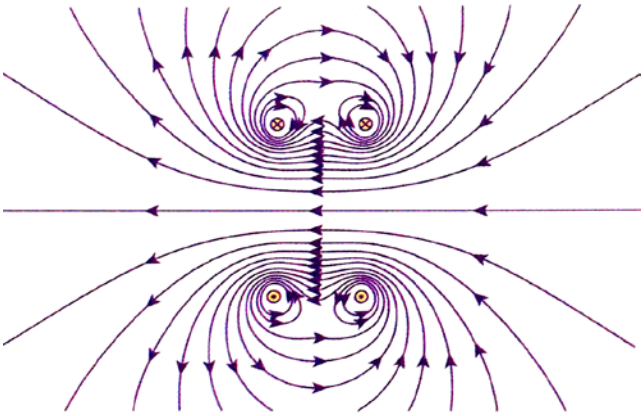
* مكونات ملف هلمهولتز



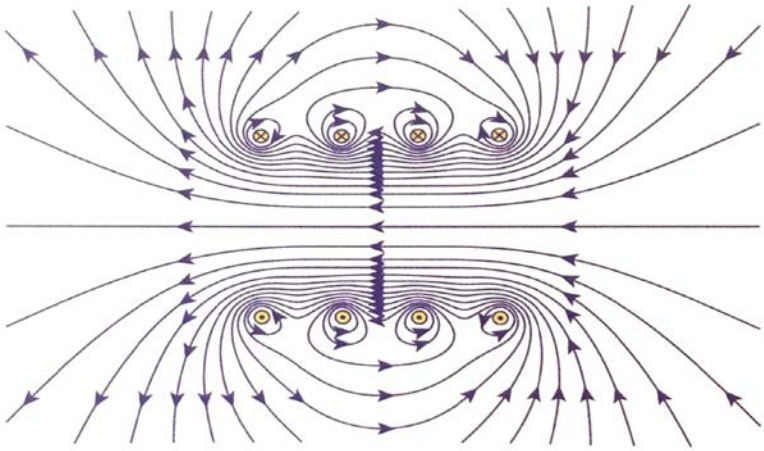
- يتكون الملف من حلقتين محوريتين من السلك .
- تتكون كل حلقة محورية من حلقات متعددة (ملفات) من سلك واحد وبالتالي تعمل من الناحية المغناطيسية كحلقة واحدة .
- تظهر خطوط المجال المغناطيسي الناتجة عن الملف بأن ثمة منطقة ذات مجال مغناطيسي منتظم في المركز بين الحلقات .
- المجال المغناطيسي داخل الملف اللولبي أقوى بكثير من المجال المغناطيسي خارج الملف اللولبي .
- نستخدم قاعدة اليد اليمنى بحيث نحدد اتجاه المجال المغناطيسي حيث الإبهام يشير لاتجاه التيار بينما الأصابع تشير للتيار

الشكل المجاور يوضح تغيرات المجال المغناطيسي بتغير البعد عن مركز سلك يتدفق فيه تيار خارج من الصفحة .

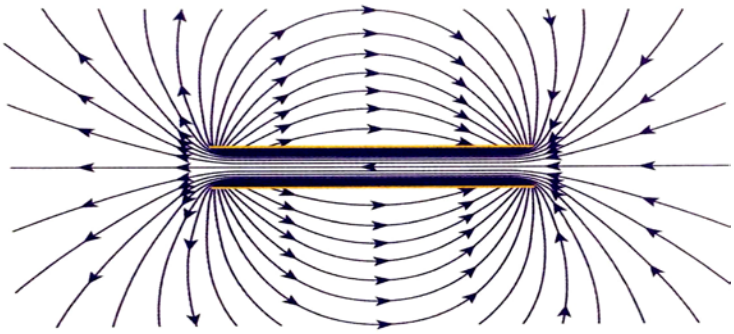
بعض الرسومات التوضيحية :



خطوط المجال المغناطيسي لملف لولبي مكون من لفتين



خطوط المجال المغناطيسي لملف لولبي مكون من أربع لفات



خطوط المجال المغناطيسي لملف لولبي يحتوي على 600 لفة

* لحساب مقدار المجال المغناطيسي داخل ملف لولبي نموذجي نستخدم العلاقة :

$$B = \mu_0 ni$$

حيث (n) عدد اللفات لكل وحدة طول (i) شدة التيار المتدفق عبر كل لفة (μ) معامل نفاذية الوسط

وبما أن $n = \frac{N}{L}$ حيث (N) يمثل عدد اللفات ، (L) طول الملف اللولبي

يمكن كتابة المعادلة السابقة بالصيغة التالية :

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

مثال 8.2

ملف لولبي يولد مجال مغناطيسي مقداره (B=0.50 T) عندما يمر فيه تيار مقداره (i=0.40 kA) إذا كان طول الملف اللولبي (L=8.0 m) . ما **عدد اللفات** في هذا الملف اللولبي بافتراض أنه ملف **نموذجي** ؟

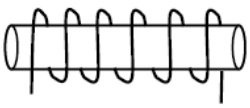
N = 8000 لفة

س34) يتدفق تيار مقداره (i=2.0A) خلال ملف لولبي يحتوي على (1000) لفة ويبلغ طول الملف (L=40.0 cm)

- **احسب** مقدار المجال المغناطيسي داخل الملف اللولبي ؟

$B = 6.28 \times 10^{-3}$ T

س35) يبين الشكل المجاور ملف لولبي مكون من (8) لفات وطوله (L=0.2 m) إذا كان مقدار المجال المغناطيسي داخل الملف اللولبي يساوي ($0.8\pi \times 10^{-4}$ T) واتجاهه نحو **اليسار** .

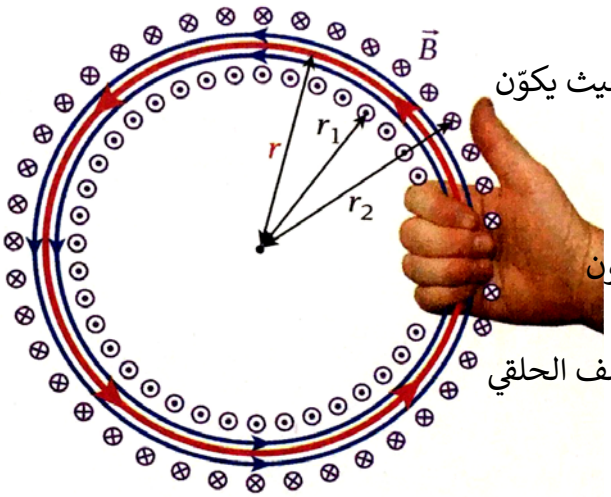


- **احسب** شدة التيار المار في الملف وحدد اتجاهه على الشكل نفسه

I=5.0 A

M.AMDY ABD ELGAWWAD

* الملف الحلقي :



عند ثني الملف اللولبي بحيث يلتقي طرفاه ليكون شكلاً دائرياً (طارة) بحيث يكوّن السلك سلسلة من الحلقات يحمل كل منها التيار المتدفق نفسه .

(شدة المجال خارج ملف حلقي نموذجي يساوي صفر)

يمكن حساب شدة المجال المغناطيسي **داخل** ملف حلقي باستخدام قانون أمبير واختيار حلقة أمبيرية على هيئة دائرة نصف قطرها (r) حيث ($r_2>r>r_1$) حيث (r_2,r_1) هما نصف القطر الداخلي والخارجي للملف الحلقي

لحساب مقدار المجال المغناطيسي داخل الملف الحلقي من العلاقة :

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

يمكن ايجاد عدد اللفات للملف الحلقي من خلال :

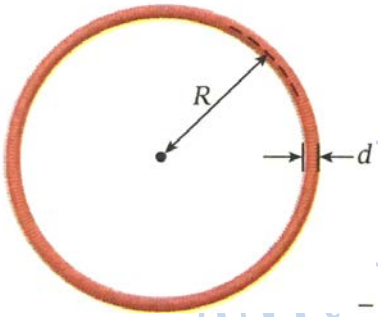
$$N = \frac{L}{\pi d}$$

لتحديد اتجاه المجال :

نستخدم القاعدة الرابعة (الأصابع تشير لاتجاه التيار المتدفق بينما الإبهام يشير لاتجاه المجال المغناطيسي)

مسألة محلولة 8.4

مغناطيس حلقي مصنوع من سلك نحاسي طوله (L=202 m) له القدرة على حمل تيار مقداره (i=2.40A) يبلغ متوسط نصف قطر المغناطيس الحلقي له (r=15.0 cm) ويبلغ قطر مقطعه العرضي (d=1.60 cm)



- ما **أكبر** مجال مغناطيسي عند مركز مغناطيسي حلقي ؟

الحـــــل :

لحساب عدد اللفات نستخدم العلاقة :

$$N = \frac{L}{\pi d} = \frac{(202)}{\pi(1.60\ x10^{-2})} = 4018.66 \text{ لفة}$$

يمكن حساب شدة المجال عند مركز الحلقة من خلال العلاقة :

$$B = \frac{\mu_\circ N i}{2\pi r} = \frac{(4\pi\ x10^{-7})(4018.66)(2.40)}{2\pi(0.15)} = 1.29x10^{-2}\ T$$

مسألة محلولة 8.5

يحتوي الملف اللولبي النموذجي على (200)لفة لكل cm . يتحرك الإلكترون داخل الملف اللولبي في دائرة نصف قطرها (r=3.0 cm) متعامداً على محور الملف اللولبي . يتحرك الإلكترون بسرعة (v=0.050 c) . ما مقدار التيار المار في الملف اللولبي؟

($e=1.6 \times 10^{-19}$ c , $m_e=9.11 \times 10^{-31}$ kg , $c=3.0 \times 10^{8}$m/s ,$\mu=4\pi \times 10^{-7}$ T m/A)

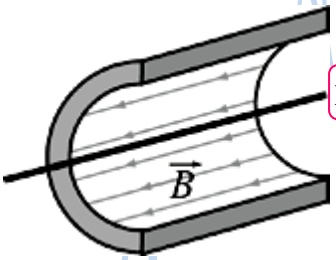
الحـــــل :

I=0.113 A

س36) ملفان لولبيان (A,B) إذا كان قطر الملف ($r_A=2r_B$) ، طول الملف ($L_A=3L_B$) ، عدد لفات ($N_A=4N_B$) ، يتدفق في الملفين تياران متساويان في المقدار ($i_A=i_B$) أوجد نسبة ($\frac{B_A}{B_B}$)

4 : 3

س37) ربط ملف لولبي طويل نصف قطره (r=6.0 cm) بسلك رفيع مكون من (1000) لفة في المتر يمر في السلك تيار مقداره (i=0.250A) وأدخل سلك يحمل تيار مقداره (i=10.0A) على طول محور الملف اللولبي .



- ما مقدار المجال المغناطيسي عند نقطة تبعد مسافة (1.0 cm) من المحور ؟

$B_{tot}=3.72 \times 10^{-4}$ T

س38) يحمل سلك مستقيم طويل تياراً مقداره (i=2.50A) . **أجب عما يلي :**

1 **احسب** شدة المجال المغناطيسي على مسافة (3.9 cm) من السلك ؟

$B=1.3 \times 10^{-5}$ T

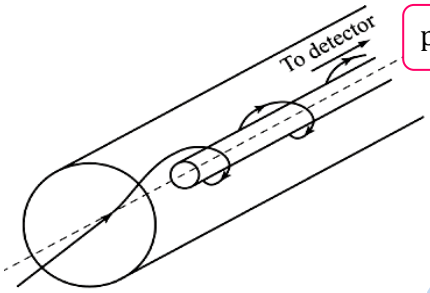
2 إذا كان السلك لا يزال يحمل تيار اً مقداره (i=2.50A) ولكنه يستخدم في تكوين ملف لولبي طويل يحوي (32) لفة لكل cm ويبلغ نصف قطره (3.9 cm) . فما **شدة المجال** المغناطيسي داخل الملف اللولبي

B=0.010 T

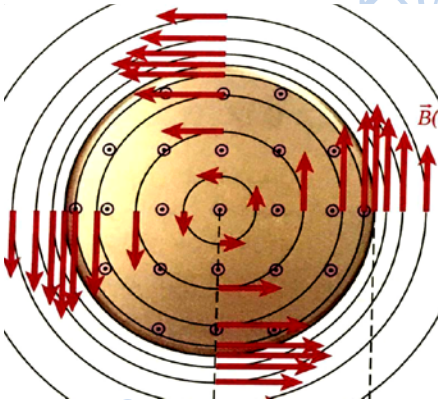
س39) يستخدم جهاز للكشف عن الجسيم ملفاً لولبياً مكون من سلك يحتوي على (550) لفة لكل cm ، يحمل السلك تياراً مقداره (i=22.0A) ويبلغ نصف القطر الداخلي للجهاز يقع داخل الملف اللولبي (r=80.0 cm) .

- ما **أقل كمية حركة** متعامدة على محور الملف اللولبي يمكن أن يحتوي عليها الجسيم في حال إمكانية إدخاله في الجهاز ؟

$p = 1.9 \times 10^{-19}$ kg .m/s



س40) الشكل المجاور يمثل ملف هلمهولتز يستخدم في توليد مجالات مغناطيسية منتظمة .



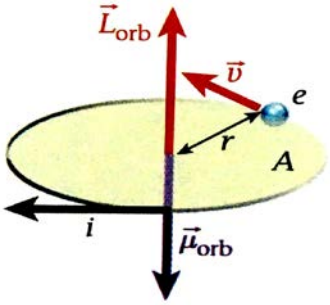
افترض أن الملف يتكون من مجموعتين من حلقات الأسلاك المحورية المكونة من (15) لفة بنصف قطر (r=75.0 cm) التي تبعد عن بعضها بمسافة (x=r/2) ويحمل كل ملف تيار مقداره (i=0.123 A) يتدفق في الاتجاه نفسه .

احسب مقدار المجال المغناطيسي في المنتصف بين الملفات ؟

$B_{tot}=2.21 \times 10^{-6}$ T

M-ABD Eng AWAD

8.5 : الـذرات كمغـناطيسات



* تحتوي الذرات على إلكترونات متحركة ، تكوّن حلقات تيار تنتج مجالات مغناطيسية . معظم المواد تكون حلقات التيار موجهة بشكل عشوائي وبالتالي تكون محصلة المجال تساوي صفر .

* بعض المواد يصطف جزء من حلقات التيار بمحاذاة بعضها البعض وبالتالي تنتج مجالاً مغناطيسياً وتسمى هذه المواد بـ **المواد المغناطيسية**

* الشكل المجاور يبين حركة إلكترون يتحرك بسرعة ثابتة في مدار دائري ، **يمكن الحصول على شدة التيار من خلال العلاقة :**

$$i = \frac{e}{T} = \frac{e}{2\pi r/v} = \frac{ev}{2\pi r}$$

يمكن الحصول على مقدار عزم ثنائي القطب المغناطيسي للإلكترون المتحرك من خلال العلاقة :

$$\mu_{orb} = iA = \frac{ev}{2\pi r}(\pi r^2) = \frac{evr}{2}$$

يمكن الحصول على مقدار كمية الحركة الزاوية (الزخم الزاوي) المدارية للإلكترون المتحرك من خلال العلاقة :

$$L_{\text{المدارية}} = rp = rmv$$

نظراً لأن عزم ثنائي القطب المغناطيسي وكمية الحركة الزاوية عبارة عن كميات متجهة يمكننا كتابة العلاقة بالصيغة التالية :

$$\vec{\mu}_{\text{المدارية}} = -\frac{e}{2m}\vec{L}_{\text{المدارية}}$$

مثال 8.3

افترض أنّ ذرة الهيدروجين تتكون من إلكترون يتحرك بسرعة (v) في مسار دائري نصف قطره (r) حول بروتون ثابت ، وافترض أنّ قوة الجذب المركزي التي تحافظ على حركة الإلكترون في مداره عبارة عن قوة كهروستاتيكية بين البروتون والإلكترون .

- ما **مقدار العزم المغناطيسي المداري** لذرة الهيدروجين إذا كان نصف قطر مدار الإلكترون هو ($r = 5.29 \times 10^{-11}\ m$)

الحـــل :

بما أن

$$F_B = F_e$$

$$\frac{mv^2}{r} = k\frac{e^2}{r^2}$$

$$v = e\sqrt{\frac{k}{mr}} = (1.6\ x10^{-19})\sqrt{\frac{8.99\ x10^{9}}{(9.11\ x\ 10^{-31})(5.29\ x10^{-11})}} = 2.2\ x10^{6}\ m/s$$

$$\mu_{orb} = \frac{evr}{2} = \frac{(1.6\ x10^{-19})(2.2\ x10^{6})(5.29\ x10^{-11})}{2} = 3.3\ x10^{-24}\ A\ m^2$$

* اللف المغزلي :

لا يعد عزم ثنائي القطب المغناطيسي الناتج عن الحركة المدارية للإلكترونات هو العامل الوحيد في العزم المغناطيسي للذرات .

فالإلكترونات والجسيمات الأولية لها عزوم مغناطيسية داخلية نتيجة لفها المغزلي .

كل من البروتونات والإلكترونات والنيوترونات لها لف مغزلي مقداره ($s=\frac{1}{2}$)

مقدار كمية الحركة للجسيمات هي ($s=h\sqrt{s(s+1)}$)

يمكن أن تكون لمركبة كمية الحركة الزاويّة قيمتان هما ($s=+\frac{1}{2}h$) ، ($s=-\frac{1}{2}h$)

حيث (h) هو ثابت بلانك مقسوما على (2π)

يمكن حساب اللف المغزلي(μ_s) بدلالة كمية الحركة الزاوية (S)

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

q : شحنة الجسيم m : كتلة الجسيم g : المعامل وهو كمية بلا أبعاد

8.6 : الخواص المغناطيسية للمادة

س : ماذا سيحدث عندما تتعرض المادة (المكونة من ذرات) لمجال مغناطيسي خارجي ؟

قد تشير عزوم ثنائيات أقطاب الذرات في مادة ما في اتجاهات مختلفة أوفي اتجاه واحد .

$$\vec{B} = \vec{B}_\circ + \mu_\circ \vec{M}$$

M : المغنطة B : شدة المجال داخل المادة B_0 : شدة المجال الخارجي μ_0 : النفاذية المغناطيسية للفراغ

بدلاً من تضمين المجال المغناطيسي الخارجي ، نستخدم (H) شدة المجال المغناطيس

$$\vec{H} = \frac{\vec{B}_\circ}{\mu_\circ}$$

من خلال هذا التعريف لقوة المجال المغناطيسي يمكن كتابة العلاقة التالية

$$\vec{B} = \mu_\circ(\vec{H} + \vec{M})$$

يمكن كتابة المعادلة المغنطة بالصورة التالية :

$$\vec{M} = X_m\vec{H}$$

حيث يطلق على ثابت التناسب (X_m) القابيلية المغناطيسية

HAMDY ABD ElG-AWWAD

* الدايا مغناطيسية والبارا مغناطيسية والفيرومغناطيسية

* يصنف السلوك المغناطيسي للمواد المختلفة بثلاثة اصناف هي:-

1. الدايا مغناطيسية .
2. البارمغناطيسية .
3. الفيرومغناطيسية .

الدايا مغناطيسية:-

وهي المواد التي لها قابلية مغناطيسية سالبة أي انها تتنافر مع الأجزاء القوية من المجال المغناطيسي اذا وضعت فيه، وأنّ المجال المغناطيسي يؤثر بقوة على الشحنات المتحركة فيه ،فمن الطبيعي إذن أن تتعرض الالكترونيات التابعة لذرات وجزيئات المادة إلى هذه القوة الاضافية الناتجة عن المجال المغناطيسي المستخدم ،وتتيح هذه القوة الاضافية تغيير في حركة الالكترونات في الذرة , وبذلك ينشئ عنه عزم مغناطيسي مستحث للإلكترون في الذره ويكون بعكس المجال المغناطيسي المستخدم ،وعلية فالمادة ككل تكسب تمغنطا معاكسا لهذا المجال الخارجي فتضعفه لذلك تدعى هذه الظاهرة بالديا مغناطيسية ، فعند تقريب مادة دايا مغناطيسية كالبزموث مثــلا من مغناطيس قوي نلاحظ نفوره عنه، ان الديا مغناطيسية موجودة في جميع المواد دون استثناء ولكنها قد لا تظهر في الكثير من المواد وذلك لوجود مؤثر اخر مضاد اقوى منها فيحجبها ويمنع ظهورها .

مميزات المواد الدايا مغناطيسية:-

1- تكون ذات قابلية مغناطيسية (X_m) سالبة .

2- تكون اصغر بكثير من الواحد ($X < 0$).

نلاحظ عند تسليط مجال المغناطيسي على مادة دايا مغناطيسية يتولد عزم مغناطيسي مستحث يكون اتجاهه ضد المجال المسلط وهذا يفسر نفور قطعة البزموث او الا نيتموث او النحاس عند تقريبها من مغناطيس قوي .

المواد البارامغناطيسية :-

وهــي المواد التي تنجذب للمناطق القوية في المجال المغناطيسي وقابليتها المغناطيسية موجبة .ونلاحظ اذا تعرضت عينة من الذرات تمتلك عزماً مغناطيسياً دائماً ونعدها ثنائيات اقطاب مغناطيسية الى مجال مغناطيسي خارجي لنشأ عزم يدور ثنائيات الاقطاب المغناطيسية المكونة لها (اي العينة) ويجعلها تتراص باتجاه المجال المسلط فينتج عن ذلك تمغنط اضافي (لكنه ضعيف) يعمل على تقوية المجال المسلط ،هذه الظاهرة تدعى (البارامغناطيسية) وينتج عن تراص ثنائيات الاقطاب تيارات الكترونية داخل العينة البارامغناطيسية يؤدي الى نشؤ تيارات التمغنط السطحية ،وهذه التيارات تكون بنفس اتجاه تيار التمغنط بينما تكون بعكس تيار التمغنط ان كانت المادة دايامغناطيسية ، ان التمغنط ينشأ في المواد البارامغناطيسية على الرغم من كونه ضعيفاً يعد اكبر من تمغنط المواد الدايامغناطيسية ولذلك يؤدي الى حجب التأثيرات الدايامغناطيسية كلياً ولم يدعها تظهر في المواد البارامغناطيسية،فاذا قربت قطعه من ماده بارامغناطيسيه من مغناطيس قوي لشاهدنا انها تنجذب قليلاً .

مميزات المواد البارامغناطيسية :-

1-القابلية المغناطيسية لهذا المواد اقل بكثير من الواحد ($X_m>0$).

2-تكون المواد البارامغناطيسية ذات قابلية مغناطيسية موجبة .

معامل النفاذية النسبي (k_m)

$$k_m = 1 + x_m$$

ومن ثم يمكن التعبير عن النفاذية المغناطيسية (μ) لمادة ما بالعلاقة :

$$\mu = (1 + x_m)\mu_\circ = k_m\mu_\circ$$

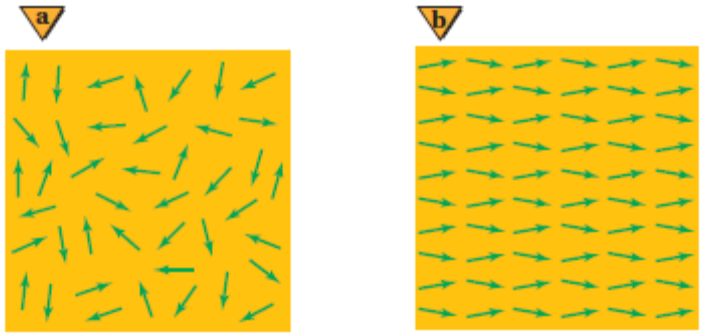
يمكن حساب المغنطة في المواد البارا مغناطيسية من خلال قانون كوري :

$$M = \frac{cB}{T}$$

حيث (C) يمثل ثابت كوري وهي درجة حرارة مميزة للعنصر

المواد الفيرومغناطيسية :-

وهي المواد التي تكون قابليتها المغناطيسية كبيره جداً ،وتعرف كذلك باسم (المواد الحديد والمغناطيس) نسبة الى الحديد الذي يعد اشهر هذه المواد وتمتاز بان لها تمغنط كبير،وسبب التمغنط العالي في المواد الفيرومغناطيسية يعود بصورة رئيسية الى وجود نوع من التأثير المتبادل يدعى (التقارن المتبادل) بين ذرات كل مجموعة من الذرات المتجاورة للمادة وبقائها متراصة باتجاه واحد ,أما طبيعة هذا النوع من التأثير المتبادل الذي ينتج عنه قوى كبيرة تعمل على ابقاء العزوم المغناطيسية لذرات المجموعة الواحدة متوازية،ان كل مجموعة من الذرات التي تكون عزومها باتجاه واحد تدعى (نطاقات) ،أن تمغنط المادة الفيرومغناطيسية يعتمد على درجة حرارتها فلكل مادة درجة حرارة معينة تسمى (درجة حرارة كوري) تفقد عندها المادة خواصها المغناطيسية وتتحول الى مادة بارامغناطيسية ،من المواد الفيرومغناطيسية هي الحديد والنيكل والكوبلت.



مميزات المواد الفيرومغناطيسية :-

1-تمتاز بقابليتها على اكتساب تمغنط عالي .

2-ان القابلية المغناطيسية عالية جداً ($X_m > 1$)اكبر من واحد.

3-النفوذية المغناطيسية ليست مقداراً ثابتاً.

4-ان القابلية المغناطيسية (X_m) لهذا المواد تعتمد على المجال الممغنط.

5-تعتمد المواد الفيرومغناطيسية على التاريخ المغناطيسي للعينة .

س41) يبلغ مقدار العزم المغناطيسي للف المغزلي لإلكترون ($\mu=9.28 \times 10^{-24}\ A\ m^2$) ومن ثم فإنه يحتوي على طاقة مرتبطة باتجاهه في مجال مغناطيسي . إذا كان الفرق بين طاقة إلكترونين أحدهما يلف لأعلى والآخر يلف لأسفل بشكل مغزلي في مجال مغناطيسي هو ($u=9.46 \times 10^{-25}$ J) **ما مقدار المجال المغناطيسي ؟**

B =0.050 T

$$\Delta U = \left| U_{up} - U_{down} \right| = 2\mu B.$$

س42) يصبح الألمونيوم فائق التوصيل عند درجه حرارة (1.0 K) تقريبا إذا تعرض لمجال مغناطيسي يقل مقداره عن (0.0105 T) حدّد **أقصى تيار** يمكن أن يتدفق في سلك ألمنيوم فائق التوصيل يبلغ نصف قطره (R=1.0 mm)

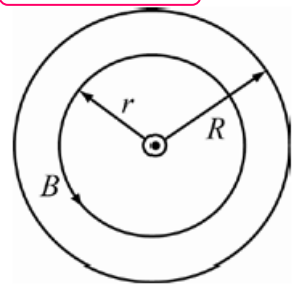
I =52.0 A

س43) إذا اردت إنشاء مغناطيس كهربائي من خلال تمرير تيار مقداره (i=3.0 A) عبر ملف لولبي مكون من (500) لفة وبطول (L=3.50 cm) وأردت ان يصل مقدار المجال المغناطيسي داخل الملف الي (B=2.96 T) فيمكنك ادخال قالب حديدي في الملف اللولبي . ما **قيمه النفاذية المغناطيسية** النسبية التي يجب ان توجد في قالب الحديد

k_m =55.0

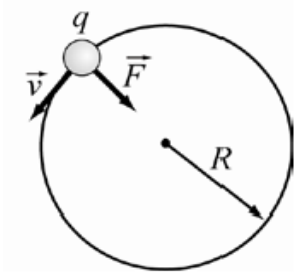
س44)ما **مقدار المجال المغناطيسي** داخل سلك طويل مستقيم من التنجستن يبلغ مقدر المقطع العرضي الدائري (R=1.0 mm) ويحمل تيار مقداره (i=3.5 A) علي مسافة (r=0.60 mm) من محوره المركزي

B = 2.9 X 10^{-3} T



س45) اشحن كرة مطاطية كتلتها ($m=200.0\ g$) من خلال حكها بشعرك تكتسب الكرة شحنه مقداره ($q=2.0\mu c$) اربطها بعد ذلك بخيط طوله ($L=1.0\ m$)واجعلها تتأرجح في دائرة أفقية مولدة قوة جذب مركزي مقدارها ($F=25.0\ N$)

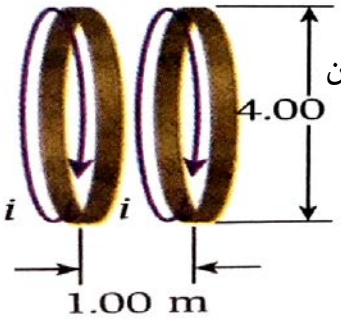
ما العزم المغناطيسي للجهاز



$\mu = 1.12 \times 10^{-5}\ A\ m^2$

تدريبات متنوعة

س46) وضع ملفان مكونان من (50) لفة يبلغ قطر كل منهما ($R=4.0\ m$) على مسافة ($1.0\ m$) عن بعضهما البعض كما في الشكل ويتدفق تيار في اتجاه عقارب الساعة مقداره ($i=7.0\ A$) في الملفين.

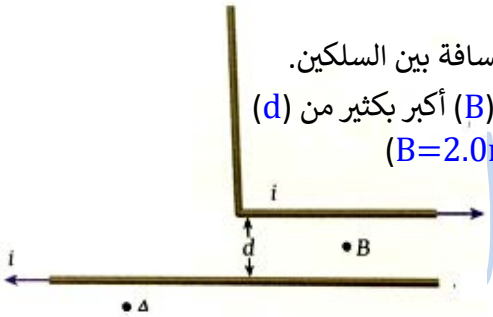


- ما **مقدار** المجال المغناطيسي في **منتصف** الملفين ؟

$B = 2.01 \times 10^{-4}\ T$

س47) تفصل مسافة رأسية (d) بين السلكين في الشكل . تقع النقطة (B) في منتصف المسافة بين السلكين.
بينما تقع النقطة (A) على مسافة (d/2) من السلك السفلي . والمسافة الأفقية بين (A) و(B) أكبر بكثير من (d)
يحمل كلا السلكين التيار نفسه وتكون شدة المجال المغناطيسي عند النقطة (A) هي ($B=2.0mT$)

- ما **مقدار** المجال المغناطيسي عند النقطة B ؟

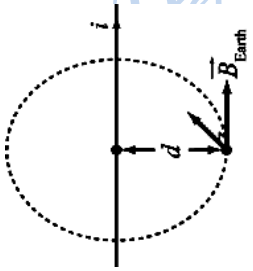


$B = 4.0 \times 10^{-3}\ T$

A

س48) تخيل أنك تقف في بقعة يكون فيها المجال المغناطيسي للأرض **رأسياً** ويتجه ناحية الشمال مقداره ($40.0\ \mu T$) وفوق رأسك مباشرة على ارتفاع ($12.0\ m$) يحمل كابل رأسي طويل تيار مقداره ($i=500.0\ A$) ويتجه ناحية الشمال

- **احسب** زاوية الانحراف بفعل تأثير الكابل ؟



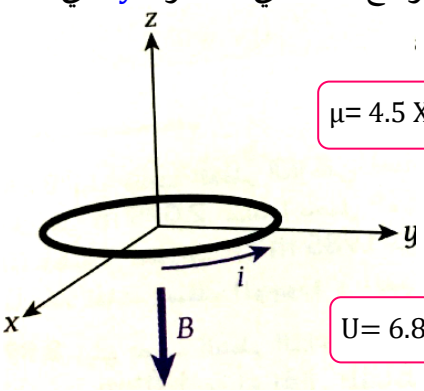
$\theta = 11.8^{\circ}$

HAMID ABD ELGAWWAD

س49) يبلغ عزم ثنائي القطب المغناطيسي للأرض حوالي ($\mu=8.0 \times 10^{22}\ A\ m^2$) افترض أن دوران الأيونات في اللبّ الخارجي تحرك حلقة دائرية يبلغ نصف قطرها ($R=2500\ Km$) . ما **التيار الذي يجب أن تنتجه** الأيونات للحصول على المجال الملحوظ

$I= 4.1 \times 10^{9}\ A$

س50) يبلغ نصف قطر حلقة سلك دائرية ($R=0.12m$) وتحمل تياراً مقداره ($i=0.10\ A$) ، توضع الحلقة في المستوى Xy في مجال مغناطيسي منتظم يتحدد من خلال ($\vec{B} = -1.5\vec{z}\ T$) كما في الشكل .



- حدد مقدار واتجاه العزم المغناطيسي للحلقة ؟

$\mu= 4.5 \times 10^{-3}\ z\ A\ m^2$

- **احسب** الطاقة الكامنة للحلقة في الموقع الموضح ؟

$U= 6.8 \times 10^{-3}\ J$

- إذا كانت الحلقة ستوجه نفسها لتقليل طاقتها الكامنة ، ما **أقل قيمة** للطاقة الكامنة ؟

$U=- 6.8 \times 10^{-3}\ J$

س51) ثمة ملف لولبي بطول ($L=0.90\ m$) يبلغ نصف قطره ($R=5.0m$) عندما يحمل السلك تياراً مقداره ($i=0.20\ A$) فإن المجال المغناطيسي داخل السلك يكون ($B=5.0\ mT$) .

- ما **عدد** لفات السلك في الملف اللولبي ؟

$N =17904$ لفة

HAMDY ABD EL-GAWAD

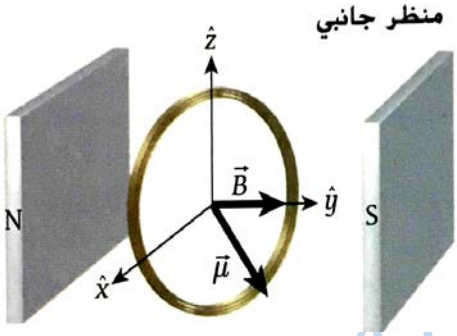
س52) سلكان طويلان مستقيمان ومتوازيان تفصل بينهما مسافة ($d=20.0\ cm$) ويحمل كل سلك تيار مقداره ($i=10.0\ A$) في اتجاه محور (z) الموجب . **ما مقدار المجال المغناطيسي** الناتج عند نقطة على مسافة ($12.0\ cm$) من كل سلك

$B=1.84 \times 10^{-5}\ T$

س53) جسيم كتلته ($1.0\ mg$) وشحنته (q) يتحرك بسرعة ($v=1.0 \times 103\ m/s$) على طول مسار أفقي طوله ($L= 10.0\ cm$) أسفل سلك مستقيم حامل للتيار وبشكل موازٍ له . **حدد** (q)إذا كان مقدار التيار في السلك ($i=10.0\ A$)

$q = 4.9 \times 10^{-4}\ C$

س54) وضع ملف موصل يتكون من عدد (n) من لفات سلك ، في مجال مغناطيسي منتظم يتحدد من خلال ($\vec{B} = 2.0\hat{y}z$) كما في الشكل المجاور .يبلغ نصف قطر الملف ($R=5.0\ cm$) وتبلغ الزاوية بين متجه المجال المغناطيسي ومتجه الوحدة العمودي على الملف ($\theta=60.0^{\circ}$) وتبلغ شدة التيار المتدفق عبر الملف ($i=5.0\ A$)



- **حدد** اتجاه التيار في الملف في ضوء اتجاه عزم ثنائي القطب المغناطيسي ؟
- **احسب** عدد اللفات التي ينبغي أن يتضمنها ليكون عزم الدوران على الحلقة ($\tau=3.40\ N\ m$) ؟

$N = 50.0$ لفة

- **احسب** عدد اللفات في حالة **تقليل** نصف القطر بمقدار **النصف** إذا كان عزم الدوران كما هو لا يتغير ؟

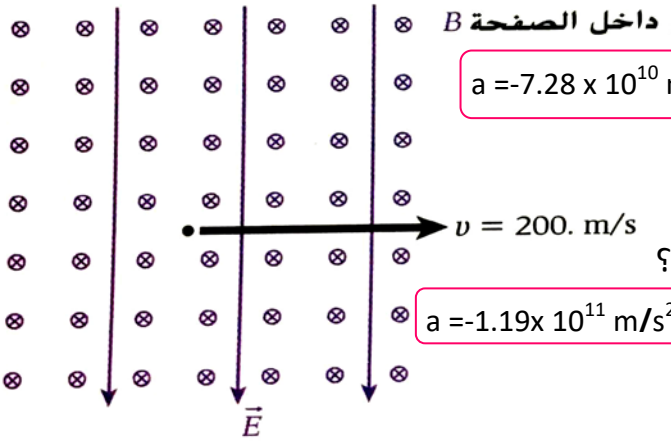
$N = 100.0$ لفة

HAMDY ABD ELGAWAD

س55) تحتوي حلقة سلك يبلغ نصف قطرها ($R_1=2.50\ cm$) على حلقة أصغر عند مركزها يبلغ نصف قطرها ($R_2=0.900\ cm$) ومستويات الحلقتين متعامدة أحدهما على الآخر .عندما يمر تيار مقداره ($i=14.0\ A$) عبر الحلقتين تكتسب الحلقة الصغرى عزم دوران بسبب المجال المغناطيسي الناتج عن الحلقة الكبرى . **احسب** عزم الدوران النتاج عبر الحلقة الصغرى

$\tau = 1.25 \times 10^{-7}\ N\,m$

س56) يتحرك **بروتون** تحت التأثير المجمع للمجال الكهربائي ($E=1000.0\ V/m$) والمجال المغناطيسي ($B=1.20\ T$) كما في الشك



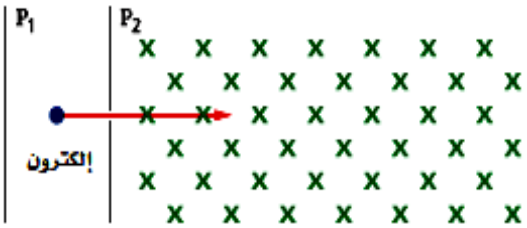
- ما **عجلة** البروتون لحظة دخوله المجالين المتعامدين ؟

$a = -7.28 \times 10^{10}\ m/s^2$

- ما **عجلة** البروتون في حال تحرك البروتون في الاتجاه المعاكس ؟

$a = -1.19 \times 10^{11}\ m/s^2$

س57) سرّع إلكترون من السكون خلال فرق جهد مقداره ($V=20000\ v$) بين اللوحين P_1 و P_2 كما هو موضح في الشكل ثم خرج من فتحة صغيرة ودخل مجالاً مغناطيسياً منتظماً مقداره (B) إلى داخل الصفحة .



- **حدد** اتجاه المجال الكهربائي بين اللوحين من (P_1 إلى P2) أو العكس

- **احسب** سرعة الإلكترون عند (P_2) ؟

$v = 8.0 \times 10^{7}\ m/s$

- **صف** حركة **الإلكترون** داخل المجال المغناطيسي ؟

س58) تطير طائرة لعبة كتلتها ($m=0.175\ kg$) وتبلغ شحنتها ($q=36.0\ mc$) بسرعة مقدارها ($v=2.8\ m/s$) على ارتفاع ($d=17.2\ cm$) فوق سلك يحمل تيار مقداره ($i=25.0\ A$) وبشكل موازي له . **احسب** العجلة التي تتحرك بها الطائرة

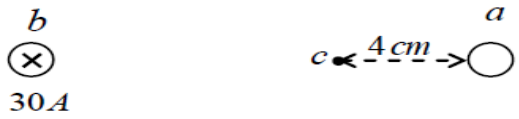
$a = 1.67 \times 10^{-5}\ m/s^2$

*نقطة انعدام المجال المغناطيسي لتياريين متوازيين

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

* إذا كان التياران **بنفس** الاتجاه تكون نقطة **الانعدام بين** السلكين و**أقرب** للتيار **الأصغر** .
* إذا كان التياران **متعاكسان في** الاتجاه تكون نقطة **الانعدام خارج** السلكين و**أقرب** 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 توجد نقطة انعدام للمجال** .

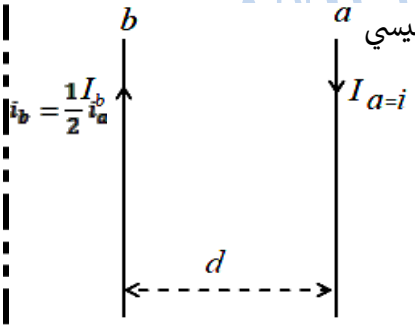
س59) يبين الشكل المجاور سلكيين مستقيمين طويلين ومتوازيين المسافة بينهما في الهواء ($10.0\ cm$) إذا **انعدم** المجال المغناطيسي عند النقطة (c) التي تبعد ($4.0\ cm$) عن السلك (a) .



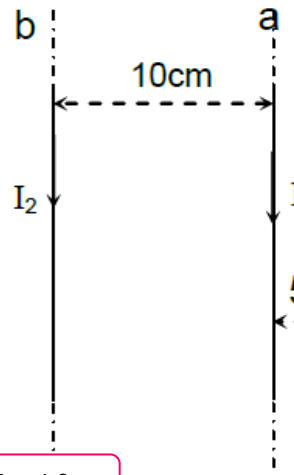
- **احسب** شدة التيار المار في السلك (a) و**حدد** اتجاهه .

$I_a = 20\ A$ ⊗

س60) يحمل سلكان طويلان متوازيان تفصل بينهما مسافة (d) تياران في اتجاهين متعاكسين . إذا كان السلك الأيسر يحمل تياراً مقداره ($i_b = \frac{1}{2} i_a$) ويحمل السلك الأيمن تياراً مقداره (i) . **حدد** النقطة التي **تنعدم** عندها المجال المغناطيسي



س61) سلكان مستقيمان (a,b) طويلان في مستوى الصفحة كما في الشكل المجاور ويمر بهما تياران ، إذا كانت شدة التيار المار في السلك الأول (i_a=6.0 A) وشدة التيار المار في السلك الثاني(i_b=9.0 A) .



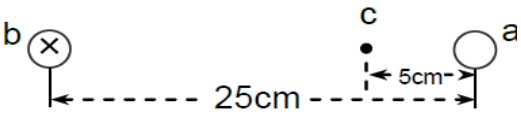
- **احسب** مقدار المجال المغناطيسي عند النقطة (c) التي تبعد عن السلك (a) مسافة (5.0 cm) ؟

$B_{tot} = 3.6 \times 10^{-5}$ T

- **أوجد** بعد نقطة **ينعدم** عندها المجال عن السلك (a) ؟

X = 4.0 cm

س62) (a,b) في الرسم المجاور سلكان مستقيمان طويلان ومتوازيان وعموديان على مستوى الصفحة ، فإذا كان السلك (b) يحمل تيار شدته (i_b=5.0 A) وكانت محصلة المجالات المؤثرة في النقطة (c) تساوي **صفراً**

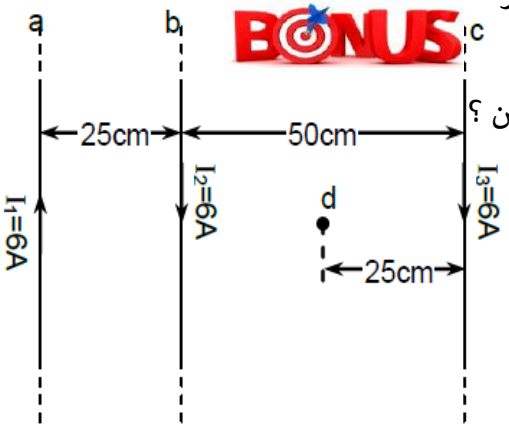


- **حدد** على الرسم اتجاه التيار (i_a)الذي يمر في السلك ثم **احسب** مقداره؟

I_a = 1.25 A

س63) ثلاثة أسلاك (a,b,c) طويلة ومتوازية ، موضوعة في الهواء كما في الشكل المجاور

إذا كانت شدة التيار المار في كل منهما تساوي (I=6.0 A) .



- **احسب** مقدار المجال المغناطيسي عند النقطة (d) والتي تنصف المسافة بين السلكين ؟

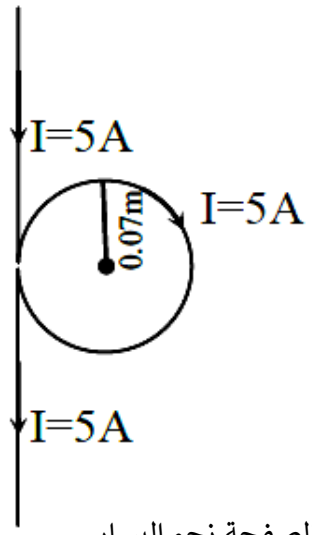
- إذا انطلق إلكترون من النقطة (d) في اتجاه عمودي على مستوى الصفحة للداخل **فهل** يتأثر بقوة مغناطيسية ؟ **برر إجابتك .**

ALABD EGYPT AWWAD

س64) (a,b) سلكان مستقيمان طويلان ومتوازيان تفصل بينهما في الفراغ مسافة (1.0 m)ويحملان تيارين في اتجاهين **متعاكسين** فإذا كان ($i_a = \frac{1}{3} i_b$) **فأوجد** بعد النقطة التي تكون عندها محصلة المجال المغناطيسي تساوي **صفراً** عن السلك (a)

X = 0.5 m

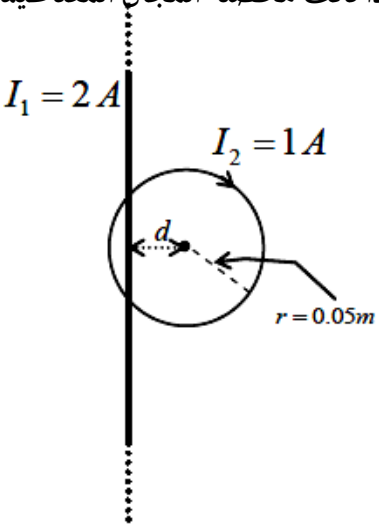
س65) بالاعتماد على البيانات الواردة في الشكل المجاور :



- **احسب** شدة المجال المغناطيسي عند مركز الحلقة الدائرية ؟ $B_{tot} = 3.06 \times 10^{-5}\ T$ ⊗
- إذا مر إلكترون من مركز الحلقة بسرعة مقدارها ($v = 3.0 \times 10^5\ m/s$) في اتجاه يوازي مستوى الصفحة نحو اليسار **فاحسب** القوة التي يؤثر بها المجال على الإلكترون **وحدد** اتجاهها .

$F = 1.45 \times 10^{-18}\ N$ ↑

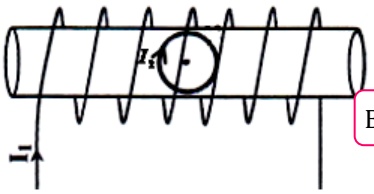
س66) وضعت حلقة دائرية وسلك معزول في مستوى الصفحة كما هو مبين في الشكل المجاور ، إذا كانت محصلة المجال المغناطيسي عند مركز الحلقة تساوي **صفراً** . **اجب عما يلي :**



- **احسب** بعد السلك عن مركز الحلقة ؟ X = 0.03 m
- **حدد** على الشكل نفسه اتجاه **التيار** الكهربائي المار في السلك .

M-ABD ElG-AWWAD

س67) يظهر الشكل المجاور ملفاً لولبياً هوائي النواة عدد لفاته (7) لفات وطول محوره $(0.2m)$ بداخله ملف دائري محوره عمودي على محور الملف اللولبي ونصف قطره $(0.05m)$ وعدد لفاته (5) لفات إذا كان شدة التيار المار في الملف اللولبي $(0.35A)$ وشدة التيار المار في الملف الدائري $(0.5A)$:



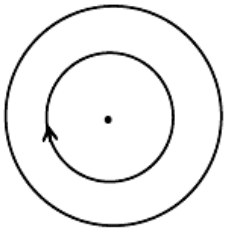
1) احسب مقدار محصلة شدة المجال المغناطيسي عند مركز الملف الدائري (م) .

$B_{tot} = 3.5 \times 10^{-5}\ T$

2) حدد اتجاه محصلة شدة المجال بالنسبة لاتجاه شدة مجال الملف الدائري (B_2) .

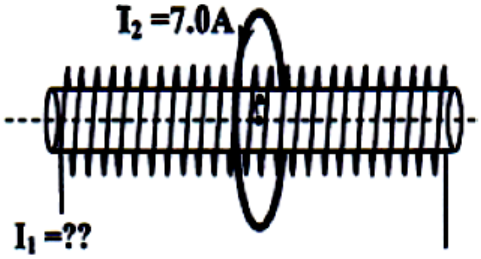
$\theta = 26^0$

س68) ملفان دائريان لهما المركز نفسه يقعان في مستوى واحد , فإذا كان الملف الداخلي يحوي (120) لفة ونصف قطره $(0.012m)$ ويحمل تياراً شدته $(6A)$ والملف الخارجي يحوي (150) لفة ونصف قطره $(0.017m)$ فما شدة تيار الملف الخارجي واتجاهه بحيث تكون محصلة المجال المغناطيسي في المركز تساوي صفراً .



$I = 6.8\ A$ عكس اتجاه I_1

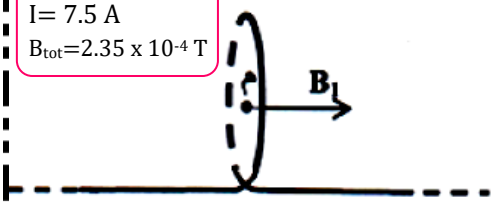
س69) يظهر الشكل المجاور ملفاً لولبياً مكوناً من (50) لفة وطوله $(0.25m)$ ملفوفاً على انبوب ورقي وملفاً دائرياً نصف قطره $(0.05m)$ مكوناً من (25) لفة ينطبق محوره على محور الملف اللولبي ويمر به تيار مستمر شدته $(I_2 = 7A)$ إذا كانت محصلة شدة المجال المغناطيسي عند مركز الملف الدائري (م) تساوي صفر , فاحسب شدة التيار الكهربائي (I_1) المار في الملف اللولبي ثم حدد على الرسم قطبي الملف الملف اللولبي .



$I = 8.75\ A$

س70) يظهر الشكل المجاور سلكاً مستقيماً وطويلاً يحمل تياراً مستمراً شدته (I) ويقع في مستوى الصفحة , لُف جزء منه ليشكل حلقة دائرية (لفة واحدة) مستواها عمودي على مستوى الصفحة (محورها موازٍ للسلك المستقيم) ونصف قطرها $(0.021m)$ إذا علمت أن شدة المجال المغناطيسي الذي يولده المف الدائري عند مركزه (م) $(B_1 = 2.24\times10^{-4}\,T)$ نحو اليمين أجب عما يلي :

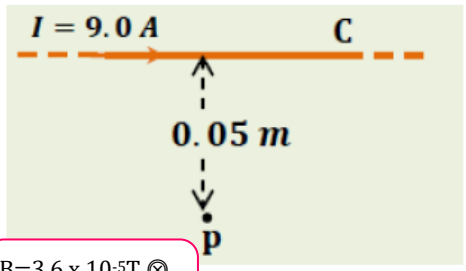
I= 7.5 A
B_{tot}=2.35 x 10^{-4} T



1) احسب شدة التيار المستمر المار في الملف وحده وحدد اتجاهه على الشكل .

2) احسب مقدار محصلة شدة المجال المغناطيسي عند مركز الملف .

س71) يبين الشكل المجاور سلكاً مستقيماً وطويلاً موضوع في الهواء ويمر فيه تيار مستمر أجب عما يلي :

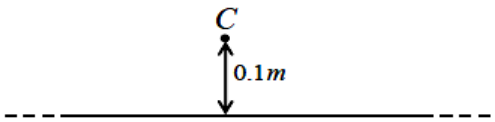


1) احسب مقدار شدة المجال المغناطيسي عند النقطة (P) وحدد اتجاهه .

2) إذا تعرض السلك لمجال مغناطيسي منتظم مقدار شدته $(2\times10^{-5}\,T)$ وباتجاه موازٍ لمستوى الصفحة نحو اليسار , احسب محصلة شدة المجال المغناطيسي عند النقطة (P) .

B=3.6 x 10^{-5}T ⊗
B_{tot} =4.12 x 10^{-5} T

س72) يبين الشكل المجاور سلكاً مستقيماً وطويلاً يحمل تياراً كهربائياً مستمراً إذا كان مقدار المجال المغناطيسي عند النقطة (C) $(2\times10^{-5}\,T)$ واتجاهه عمودياً على مستوى الورقة نحو الخارج احسب :



1) شدة التيار المار في السلك وحدد اتجاهه .

2) مقدار القوة المغناطيسية التي يؤثر بها المجال على إلكترون يتحرك في مستوى الصفحة من اليسار إلى اليمين لحظة مروره بالنقطة (C) وبسرعة مقدارها $(3\times10^{4}\,m/s)$ وحدد اتجاهه .

I= 10.0 A
F =9.6 X 10^{-20} N ↑

3) كيف يمكن للإلكترون أن يمر بتلك النقطة وبنفس السرعة ولا يتأثر بقوة المجال المغناطيسي .

س73) يتدفق تيار مقداره ($i=3.0\ A$) في سلك دائري يبلغ نصف قطره ($R=5.0\ cm$) يوضع السلك داخل مجال مغناطيسي منتظم مقداره ($B=5.0 \times 10^{-3}\ T$) . أجب عما يلي :

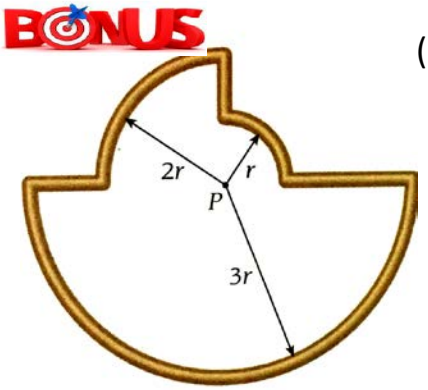
- حدد أقصى عزم دوران على السلك ؟

$\tau=1.2 \times 10^{-4}\ N\ m$

- حدد مدى طاقة الوضع المغناطيسية للسلك ؟

$\Delta U=2.4 \times 10^{-4}\ J$

س74) تحمل الحلقة الموضحة بالشكل تياراً مقداره ($i=3.857\ A$) والمسافة ($r=1.411m$)



- ما **مقدار المجال** المغناطيسي عند النقطة (**P**) داخل الحلقة ؟

$B=9.3 \times 10^{-7}\ T$

س75) يبلغ نصف القطر الداخلي لمغناطيس حلقي ($1.9\ m$) ويبلغ نصف قطره الخارجي ($2.07\ m$) عندما يحمل السلك تياراً مقداره ($i=33.5\ A$) فإن المجال المغناطيسي على مسافة ($1.98\ m$) من مركز المغناطيس الحلقي يساوي ($66.7\ mT$)

- ما **عدد لفات** السلك في المغناطيس الحلقي ؟

$N = 19711$ لفة

HAMDY ABD ELGAWAD