الفيزياء @grade12ua_e
اسم الطالب:.....
وزارة التربية والتعليم
Ministry of Education
الفصل الدراسي الثاني
العام الدراسي 2019/2018

المجالات المغناطيسية للتيار المستمر

اوراق عمل 2018/2019
إعداد :: محمود عوض الله

8

8.1 قانون بيو سافار

✓ العالم الدانماركي اورستيد اول من لاحظ أن التيار الكهربائي ينشأ عنه مجال مغناطيسي.
✓ لوحظ أنه ينشأ مجال مغناطيسي على شكل دوائر حول سلك يمر به تيار.

تحديد المجال المغناطيسي الناتج عن شحنة متحركة ؟

- اثبت العالمان جان بيو والعالم فيليكس سافار أن المجال المغناطيسي الناتج عن عنصر التيار $i.\vec{ds}$ يتحدد من العلاقة $d\vec{B}=\frac{\mu_\circ}{4\pi}\frac{i\vec{ds}\times\vec{r}}{r^3}=\frac{\mu_\circ}{4\pi}\frac{i\vec{ds}\times\hat{r}}{r^2}$

حيث أن :
$i\vec{ds}$: عبارة عن متجه تفاضلي ds يشير في الاتجاه الذي يتدفق فيه التيار على طول الموصل.
$\vec{r}$: هو متجه الموقع المقيس من عنصر التيار الى النقطة التي يحدد عندها المجال.
$\mu_\circ$: معامل النفاذية المغناطيسية للفراغ وتساوي $\mu_\circ=4\pi\times10^{-7}T.m/A$

- اتجاه المجال المغناطيسي الناتج عن عنصر التيار $i.\vec{ds}$ يكون متعامداً على كل من متجه الموقع وعنصر التيار ويتحدد مقدار المجال المغناطيسي من خلال:

$$d\vec{B}=\frac{\mu_\circ}{4\pi}\frac{ids\sin\theta}{r^2}$$

حيث أن θ : الزاوية الواقعة بين اتجاه متجه الموقع وعنصر التيار وقيمتها المحتملة (0^o-180^o)

تحديد اتجاه المجال المغناطيسي (استخدام القاعدة الأولى لليد اليمنى)

- الابهام يشير الى اتجاه عنصر التيار التفاضلي: $\vec{ds}$
- السبابة تشير الى اتجاه الموقع $\vec{r}$
- الاوسط يشير الى اتجاه المجال المغناطيسي التفاضلي $d\vec{B}$

8.2 المجالات المغناطيسية الناتجة عن مرور التيار المستمر

أولاً : المجال المغناطيسي الناتج عن مرور تيار في سلك مستقيم طويل:

خصائص خطوط المجال المغناطيسي الناشيء:

- خطوط المجال المغناطيسي على شكل دوائر متحدة المركز ومركزها السلك.
- مستوى خطوط المجال تكون عمودية على مستوى السلك.
- كلما اقتربت خطوط المجال من السلك تتقارب وتتزاحم ويزداد شدة المجال المغناطيسي

حساب مقدار المجال المغناطيسي عند نقطة (P) تقع في المجال المغناطيسي.

- السلك الذي يمر به تيار يكون مستقيم لا متناهي في الطول ويحمل تيار (i)
- نفترض نقطة (P) يكون عندها المجال المغناطيسي B
- $r_\perp$: المسافة العمودية من السلك للنقطة.
- **مقدار** المجال المغناطيسي عند النقطة (P) يحسب من العلاقة $B=\frac{\mu_\circ i}{2\pi r_\perp}$

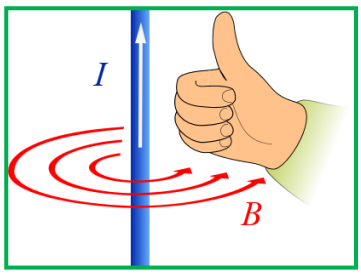
M.Awadallah

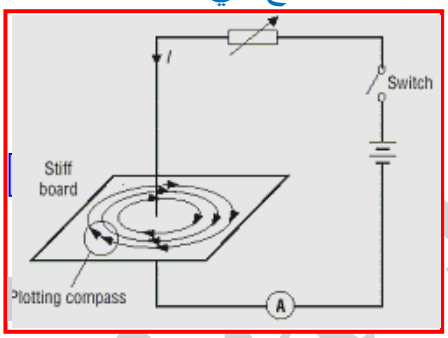
تحديد اتجاه المجال المغناطيسي عند النقطة (P)

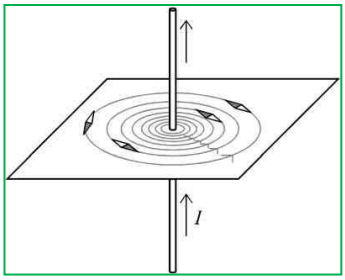
تحدد من القاعدة الثالثة (قبضة اليد اليمنى)

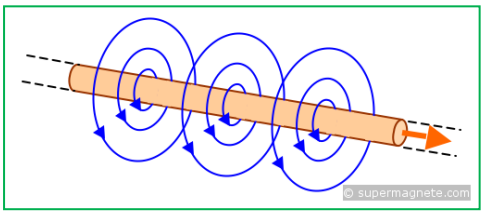
يقبض على السلك بحيث يكون

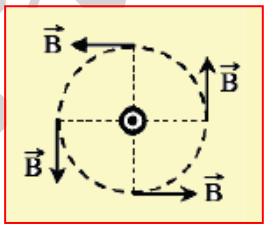
- الابهام هو اتجاه التيار الاصطلاحي
- بقية الاصابع هي اتجاه المجال المغناطيسي.





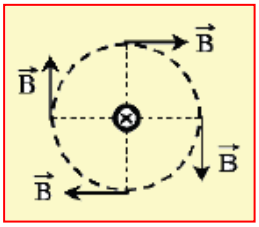






السلك عمودي على مستوى الورقة

واتجاه التيار للخارج (●)

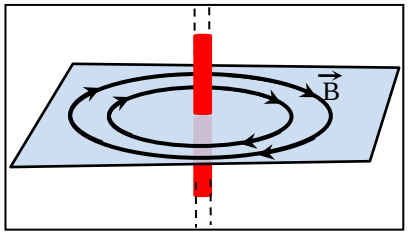


السلك عمودي على مستوى الورقة

واتجاه التيار للداخل (×)

تمرين 1:

يبين الشكل سلكاً مستقيماً يمر به تيار مستمر فيتولد حوله مجال مغناطيسي.



أجب عمّا يلي :

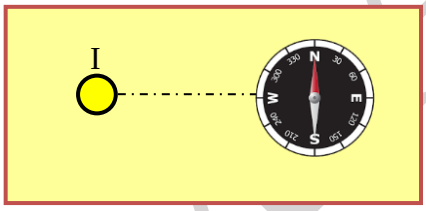
a-حدد على الرسم اتجاه التيار المار في السلك.

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

.....

.....

تمرين 2:

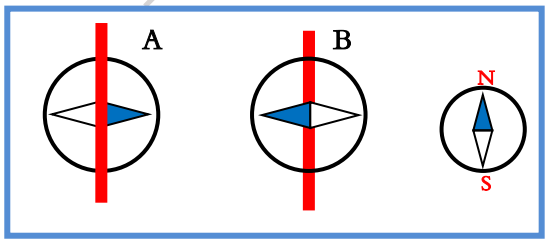


الشكل المجاور سلك مستقيم عمودي على الورقة يمر به تيار كهربائي ووضع بالقرب منه بوصلة اتخذت الوضع كما بالشكل، اذا علمت انها تتأثر بالمجال المغناطيسي الناشيء عن التيار فقط.

حدد على السلك اتجاه التيار الكهربائي.

تمرين 3:

من خلال الاشكال المجاورة :

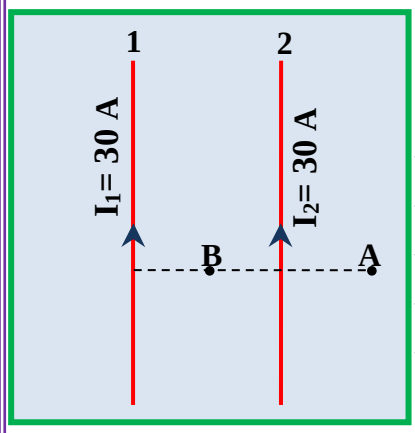


حدد اتجاه التيار الكهربائي المار بسلك مستقيم وطويل علما بأن الشكل (A) يكون السلك اعلى البوصلة والشكل (B) السلك اسفل البوصلة

M.Awadallah

تمرين 4:

يبين الشكل المجاور سلكين مستقيمين طويلين ومتوازيين والبعد بينهما يساوي 20cm، بينهما **الهواء** .
تقع النقطة B عند منتصف المسافة بين السلكين وتقع النقطة A على بعد 5cm عن السلك(2).



ما **مقدار واتجاه** المجال المغناطيسي عند كل نقطة والناشيء عن كل من التيارين.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

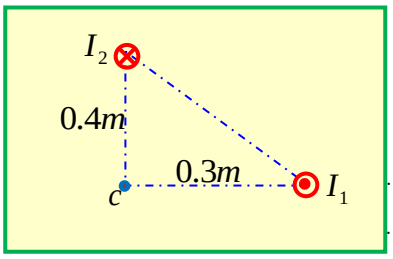
.....

.....

$1.44\times10^{-4}T$ .....

تمرين 5:

سلكان مستقيمان طويلان متوازيان موضوعان عند رأس مثلث قائم الزاوية كما في الشكل.يمر بهما تياران متعاكسان ($I_1=12A$ و $I_2=18A$)
فأحسب مقدار واتجاه المجال المغناطيسي عند النقطة C



.....

.....

.....

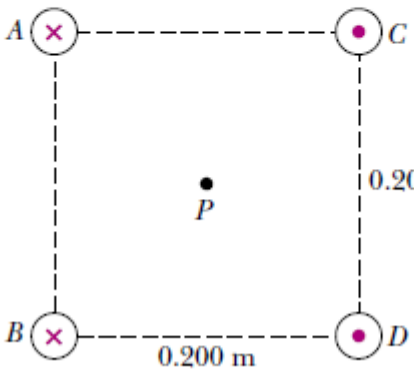
.....

.....

$1.2\times10^{-5}T$ .....

تمرين 6:

يبين الشكل مقطعاً عرضياً لأربعة اسلاك طويلة متوازية عمودية على مستوى الورقة، تخترق رؤوس مربع طول ضلعه (0.2m) ويمر تيار كهربائي شدته (5A) في كل من الاسلاك الاربعة في الاتجاهات المبينة في الشكل. احسب شدة المجال المغناطيسي عند النقطة (p) الواقعة في مركز المربع.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

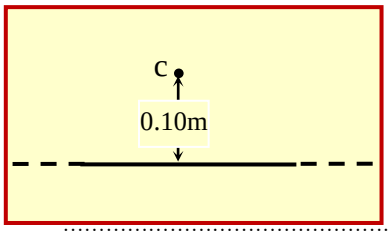
.....

.....

$2\times10^{-5}T$ .....

Awadallah

تمرين 7:



يبين الشكل المجاور سلكاً مستقيماً وطويلاً يحمل تياراً كهربائياً مستمراً. إذا كان مقدار المجال المغنطيسي عند النقطة (C) (0.2G) واتجاهه عمودياً على مستوى الورقة نحو الخارج. احسب:

a- شدة التيار المار في السلك وحدد اتجاهه.

.....

.....

.....

.....

10A .....

b- مقدار القوة المغناطيسية التي يؤثر بها المجال على إلكترون يتحرك في مستوى الصفحة من اليسار إلى اليمين لحظة مروره بالنقطة (C) بسرعة مقدارها ($3.0\times10^{4}m/s$). **وحدد اتجاهها**.

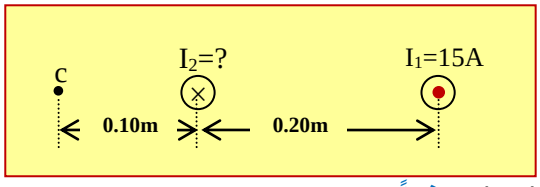
.....

.....

.....

$9.6\times10^{-20}\,N$ .....

تمرين 8:



الشكل المجاور يمثل مقطعين عرضيين لسلكين مستقيمين يحملان تياران مستمرين مقدارهما I_1 و I_2 والمسافة بينهما (0.20) والنقطة c تقع على امتداد الخط الواصل بينهما وتبعد مسافة (0.10 m) عن I_2 أجب عما يلي:

a- ما شدة التيار I_2 التي تجعل المجال المغناطيسي الكلي عند النقطة (c) صفراً.

.....

.....

.....

.....

5A .....

b- ماذا يطرا على مقدار القوة المتبادلة بين السلكين اذا انقصت المسافة بينهما الى الربع؟

.....

.....

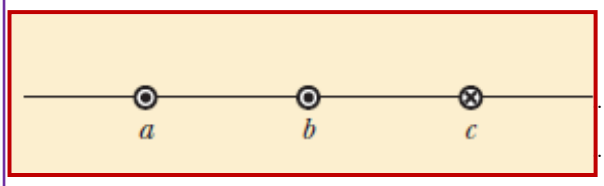
السلكان المتوازيان:

- عند وضع سلكان طويلان متوازيان يمر بهما تياران فإن كل سلك يقع في المجال المغناطيسي الناشي عن السلك الآخر وتحسب من العلاقة $B_1=\frac{\mu_\circ i_1}{2\pi d}$ بحيث d البعد العمودي بين السلكين B_1 شدة المجال المغناطيسي الناشئة عن السلك الأول والمؤثرة على كل نقطة على السلك الثاني.
- يتأثر السلك الثاني بقوة مغناطيسية تحسب من العلاقة $\vec{F}=i\vec{L}\times\vec{B}$ وبالتالي فإن القوة المغناطيسية التي يؤثر بها السلك الأول على الثاني تساوي $F_{1\to2}=\frac{\mu_\circ i_1 i_2 L}{2\pi d}$
- السلك الأول أيضاً يتأثر بنفس الطريقة بقوة مغناطيسية من السلك الثاني $F_{2\to1}=\frac{\mu_\circ i_1 i_2 L}{2\pi d}$
- القوتان متساويتان بالمقدار ومتعاكستين بالاتجاه $\vec{F}_{1\to2}=-\vec{F}_{2\to1}$ وهذا تطبيق على قانون نيوتن الثالث.

M.Awadallah

تمرين 9:

الشكل المجاور يمثل ثلاث اسلاك طويلة ومتوازية ويمر بها نفس قيم التيار وتبعد عن بعضها نفس المسافة . رتب القوة المغناطيسية المؤثرة على كل منها من الأكبر قيمة الى الأقل.

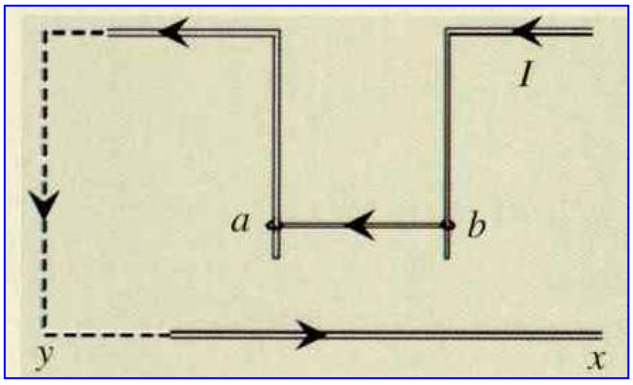


.....

.....

تمرين 10:

من خلال الشكل المجاور xy سلك طويل جداً والسلك ab حر الحركة وقابل للانزلاق للأعلى وللأسفل.



a- حدد اتجاه المجال المغناطيسي على كل من السلكين.

b- بين نوع القوة المغناطيسية المتبادلة بينهما.

.....

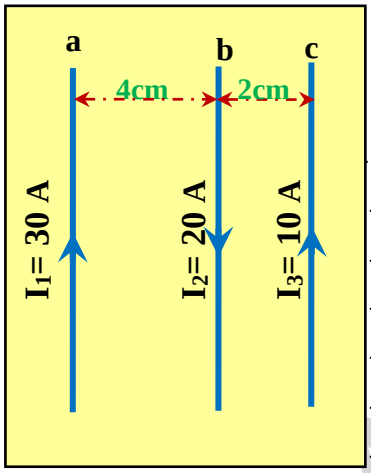
.....

c- حدد اتجاه حركة السلك ab

.....

تمرين 11:

ثلاثة أسلاك طويلة ومتوازي، كما بالشكل المجاور. وبالاعتماد على البيانات التي على الشكل .أوجد محصلة القوة المغناطيسية المؤثرة على وحدة الأطوال المؤثرة على السلك (c).



.....

.....

.....

.....

.....

.....

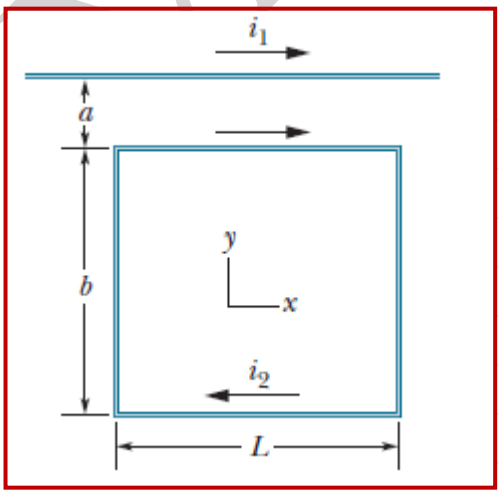
.....

$F_{net} = 1\times10^{-3}\,N$ .....

تمرين 12:

من خلال الشكل المجاورسلك طويل جداً افقي يمر به تيار $i_1 = 30A$ نحو اليمين. توجد حلقة اسفل السلك يمر بها تيار $i_2 = 20A$ وأبعادها $b = 8cm$ و $L = 30cm$ وتبعد الحلقة عن السلك الافقي المستقيم مسافة $a = 1cm$.

أوجد محصلة القوة المغناطيسية المؤثرة على الحلقة؟؟



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

$F_{net} = 3.24\times10^{-3}\,N$ .....

M.Awadallah

تعريف الأمبير

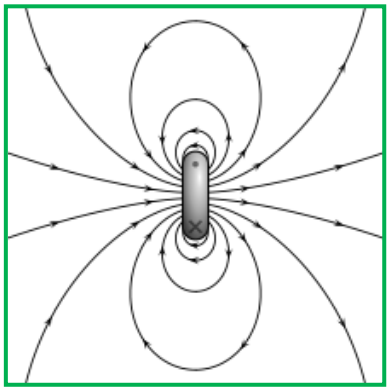
لحساب القوة المغناطيسية المتبادلة بين سلكين متوازيين البعد بينهما (1m) ويمر بهما تياران مقدار كل منهما يساوي (1A) فتكون مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة على وحدة الاطوال من كل سلك $2\times10^{-7}\,N$ وبالتالي من العلاقة $F_{2\to1}=\frac{\mu_\circ i_1 i_2 L}{2\pi\, d}$ ومن العلاقة فإنه يمكن حساب معامل النفاذية المغناطيسية للفراغ تساوي $\mu_\circ=\frac{2\pi d(F_{1\to2})}{i_1 i_2 L}=\frac{2\pi\times1\times2\times10^{-7}}{1\times1\times1}=4\pi\times10^{-7}\,\frac{T.m}{A}$

- من قانون كولوم وتحديد معامل السماحية الكهربائية للفراغ $\varepsilon_\circ=8.85\times10^{-12}C^2/N.m^2$
- ومعامل النفاذية المغناطيسية للفراغ $\mu_\circ=4\pi\times10^{-7}T.m/A$
- عند حاصل ضرب $\mu_\circ\times\varepsilon_\circ$ فإنه الناتج يكون : $\mu_\circ\times\varepsilon_\circ=1.11\times10^{-17}s^2/m^2$
- عند حساب الجذر التربيعي لمقلوب الـ $\mu_\circ\times\varepsilon_\circ$ أي $1/\sqrt{\mu_\circ\varepsilon_\circ}=1/\sqrt{1.11\times10^{-17}}=3\times10^8 m/s$ وهذا يمثل سرعة الضوء في الفرغ (c) أي أن $c=\frac{1}{\sqrt{\mu_\circ\varepsilon_\circ}}$

ثانياً : المجال المغناطيسي الناتج عن مرور تيار في حلقة سلك.

▪ خطوط المجال المغناطيسي الناشئ عن حلقة الذي يمر بها تيار كهربائي .

✓ خطوط المجال منحنية مغلقة.
✓ يقل تحدبها كلما ابتعدنا عن السلكين
✓ تصبح مستقيمة عند مركز الحلقة
✓ يتكون للحلقة قطبان شمالي وجنوبي.



▪ مقدار شدة المجال المغناطيسي عند مركز الحلقة

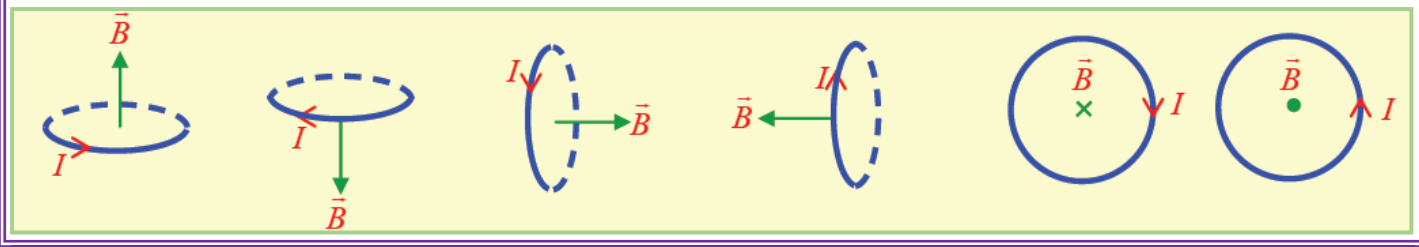
✓ شدة التيار الكهربائي i
✓ نصف قطر الملف الدائرة r
✓ الوسط داخل الملف.(معامل النفاذية المغناطيسية)

$$B_{loop}=\mu\frac{i}{2r}$$

▪ يعتمد اتجاه المجال المغناطيسي عند المركز على

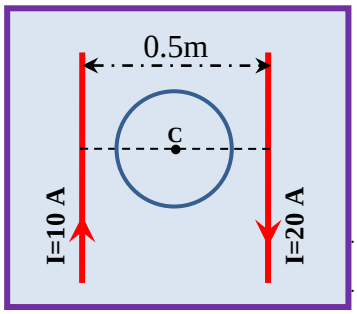
✓ اتجاه التيار الكهربائي المار بالملف

امثلة على تحديد اتجاه المجال المغناطيسي عند مركز ملف دائري:



تمرين 13:

يمثل الشكل المجاور سلكين مستقيمين لا نهائيين بينهما حلقة نصف قطرها (0.2m) وتقع في مستوى السلكين ويقع مركزها في منتصف المسافة بين السلكين، اذا علمت ان شدة المجال المغناطيس ينعدم عند مركز الحلقة



أجب عما يلي:

a- احسب مقدار شدة التيار الواجب امراره بالحلقة لينعدم المجال المغناطيسي عند مركز الحلقة.

b-حدد على الشكل اتجاه التيار المار بالحلقة

.....

.....

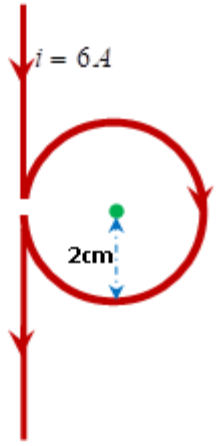
.....

.....

.....

7.64A .....

تمرين 14:



تتكون حلقة نصف قطرها 2cm في منتصف سلط طويل جداً يمر به تيار كهربائي شدته (6A) . كما هو مبين بالشكل.

ما مقدار واتجاه المجال المغناطيسي عند مركز الحلقة؟

.....

.....

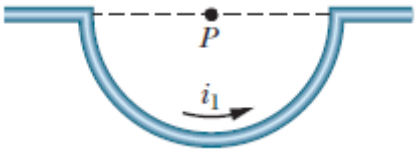
.....

.....

.....

$1.284\times10^{-4}T$ .....

تمرين 15:



نصف حلقة في منتصف سلك طويل جداً يمر به تيار شدته (0.5A) فإذا كان نصف قطر الحلقة (0.2m)

ما مقدار واتجاه المجال المغناطيسي عند مركز نصف الحلقة(p)

.....

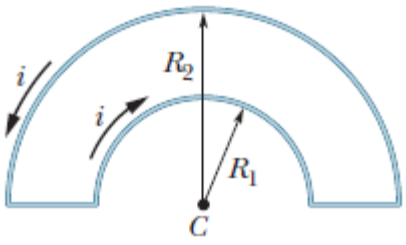
.....

$7.85\times10^{-7}T$ .....

تمرين 16:

الشكل المجاور نصفا حلقتان يمر بهما تيار شدته (0.281A) فإذا كان نصف قطر الحلقة الصغيرة (R_1=3.15cm) والثانية (R_2=7.8cm)

ما مقدار واتجاه المجال المغناطيسي عند مركزيهما (C)



.....

.....

.....

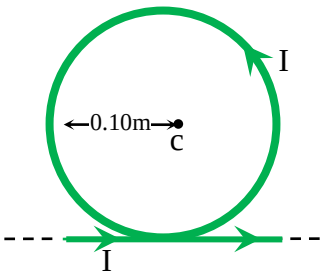
.....

$1.67\times10^{-6}T$ .....

M.Awadallah

تمرين 17:

الشكل المجاور يبين سلكاً مستقيماً وطويلاً يحمل تياراً كهربائياً شدته (7.0A)، لُفَّ جزءٌ منه ليشكل حلقة مركزها النقطة (c) .



أجب عمّا يلي:

a-أوجد مقدار المجال المغناطيسي عند النقطة (c) **وحدد اتجاهه**.

.....

.....

.....

$B_{net} \approx 5.8\times10^{-5}T$ .....

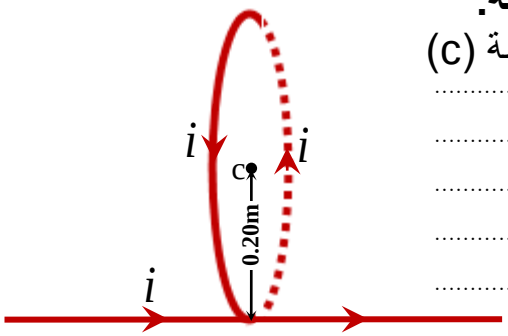
b-إذا مرَّ بالنقطة (C) بروتون في اتجاه يوازي السلك المستقيم نحو اليسار فحدد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة عليه.

.....

تمرين 18:

الشكل المجاور يبين سلكاً مستقيماً وطويلاً يحمل تياراً كهربائياً شدته (4.0A)، لُفَّ جزءٌ منه ليشكل حلقة مركزها (c) ومستواها عمودياً على مستوى الصفحة.

ونصف قطرها (0.2m) **أوجد** شدة المجال المغناطيسي عند النقطة (c)



.....

.....

.....

.....

.....

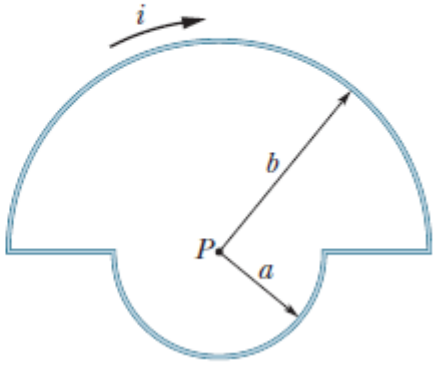
.....

$1.32\times10^{-5}T$ .....

تمرين 19:

الحلقة المجاورة تحمل تيار شدته (15A) ونصف قطر الحلقة الكبيرة (b=12cm) ونصف قطر الحلقة الصغيرة (a=4cm).

أوجد **مقدار واتجاه** شدة المجال المغناطيسي عند النقطة (p)



.....

.....

.....

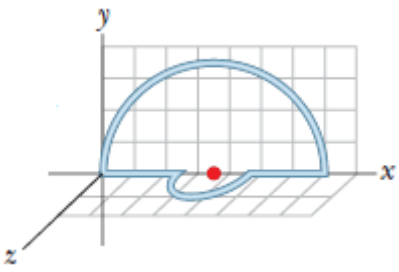
.....

.....

.....

$1.57\times10^{-4}T$ .....

تمرين 20:



الحلقة المجاورة تحمل تيار شدته (15A) عكس قارب الساعة .
نصف قطر الحلقة الكبيرة (b=12cm) ونصف قطر الحلقة الصغيرة (a=4cm). أوجد **مقدار واتجاه** شدة المجال المغناطيسي عند مركز الحلقتين

.....

.....

$1.24\times10^{-4}T$ .....

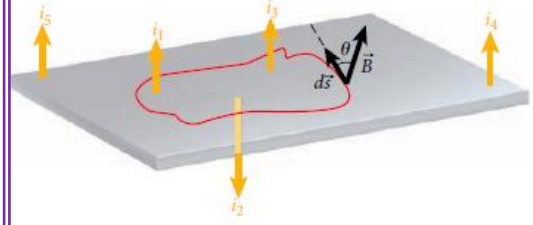
Awadallah

8.3 قانون أمبير

- يمكن استخدام وتطبيق قانون أمبير لحل المسائل دون اللجوء الى استخدام التكامل وقانون بيو-سافار وبالتالي فإن قانون أمبير هو $\oint \vec{B} \bullet d\vec{s} = \mu_\circ i_{enc}$ ووحدة قياسه (T.m) حيث أن:

$\oint$ رمز حساب التكامل الخاص بالتكاملية $\vec{B} \bullet d\vec{s}$ على حلقة مغلقة تسمى ((**الحلقة الأمبيرية**))

- يتم اختيار حلقة مغلقة ويتم حساب التيار الكلي المغلق في هذه الحلقة i_{enc} وهومشابه لقانون جاوس حيث يتم حصر السطح المغلق المحدد لشحنة كلية.



- **بالمثال المجاور**

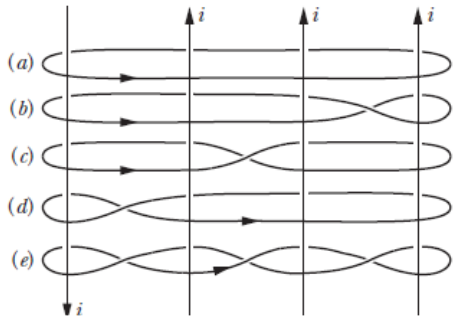
1- اختيار حلقة مغلقة
2- حصر التيارات داخل الحلقة واستبعاد الأخرى
3- تطبيق قانون أمبير

$$\oint \vec{B} \bullet d\vec{s} = \oint B\cos\theta ds = \mu_\circ i_{enc} = \mu_\circ (i_1 - i_2 + i_3)$$

4- الزاوية θ المحصورة بين المجال المغناطيسي واتجاه عنصر الطول.
5- باستخدام قبضة اليد اليمنى الاصابع تشير الى اتجاه التكامل والابهام يشير الى اتجاه التيارات الموجبة وذلك عند حصر التيارات داخل الحلقة المغلقة للتكامل.

تمرين 21:

الشكل المجاور يبين أربع تيارات متساوي في المقدار،ويظهر الشكل خمس حلقات أمبيرية أحسب مقدار $\oint B.ds$ ورتبت قيمتها من الأكبر الى الأقل؟

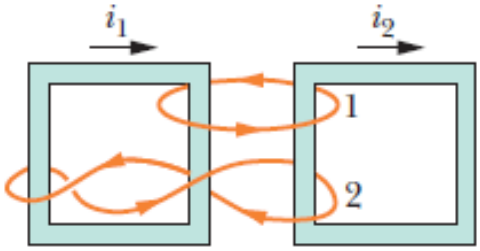


.....
.....
.....
.....
.....

تمرين 22:

الشكل المجاور حلقتان أمبيريتان تحيطان بموصلان يمر بهما تياران كهربائيان حيث $i_1 = 5A$ و $i_2 = 3A$

ما مقدار قيمة $\oint B.ds$ في الحلقتان (1و2)

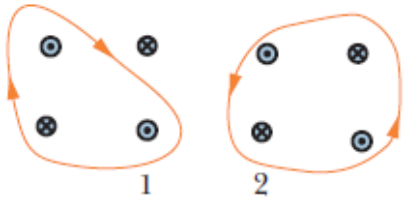


.....
.....
.....
.....
$(1) = -2.5\times10^{-6} T.m, (2) = -1.6\times10^{-5} T.m$ .....

تمرين 23:

الشكل المجاور حلقتان أمبيريتان، وثمان أسلاك مستقيمة يمر بكل منها تيار شدته (2A) .

ما مقدار قيمة $\oint B.ds$ في الحلقتان (1و2)



.....
.....
.....
$(1) = -2.5\times10^{-6} T.m, (2) = 0.0 T.m$ .....

المجال المغناطيسي داخل سلك طويل مستقيم

❶ الشكل المجاور يبين مساحة مقطع عرضي دائري لسلك مستقيم طويل يتدفق منه تيار i ونصف قطره R

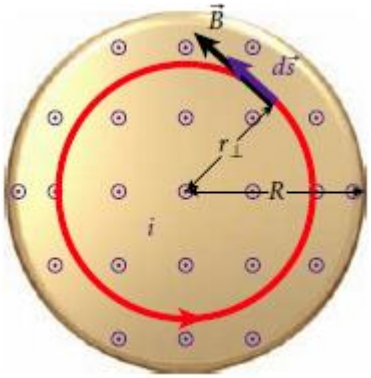
❷ يتوزع التيار بانتظام على مساحة المقطع العرضي.

❸ لايجاد المجال المغناطيسي الناتج عن التسار نستخدم حلقة امبيرية يبلغ نصف قطرها $r_\perp$

❹ يكون المجال المغناطيسي مماساً للحلقة الأمبيرية.

❺ اعادة كتابة تكامل قانون أمبير:

$$\oint \vec{B}.d\vec{s} = B\oint d\vec{s} = B2\pi r$$



❻ حساب التيار المغلق من نسبة مساحة الحلقة الأمبيرية الى مساحة المقطع العرضي للسلك

$$i_{enc} = i\frac{A_{loop}}{A_{wire}} = i\frac{\pi r_\perp^2}{\pi R^2}$$

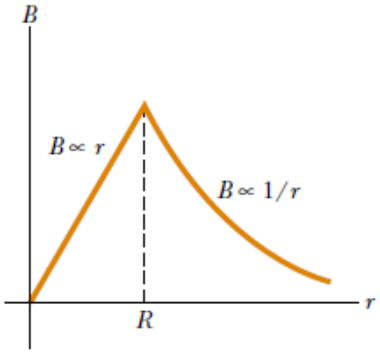
وبالتالي نحصل $2\pi B r_\perp = \mu_\circ i\frac{\pi r_\perp^2}{\pi R^2}$

لحساب المجال المغناطيسي داخل السلك.

$B = \left(\frac{\mu_\circ i}{2\pi R^2}\right) r_\perp$ حيث أن $r_\perp$: البعد العمودي من مركز السلك للنقطة وتكون $r_\perp < R$

لحساب المجال المغناطيسي خارج السلك.

$B = \frac{\mu_\circ i}{2\pi r_\perp}$ حيث أن $r_\perp$: البعد العمودي من مركز السلك للنقطة وتكون $r_\perp > R$



عند المقارنة بين المعادلتين السابقتين

◀ عند نقطة على سطح السلك أي $R = r_\perp$ فنحصل على نفس المعادلة

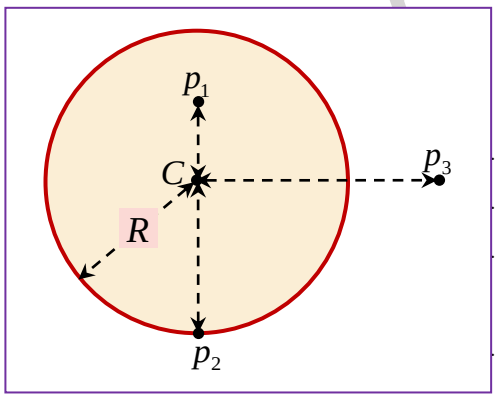
◀ العلاقة بين B و $r_\perp$ داخل السلك تكون العلاقة **خطية طردية**

◀ العلاقة بين B و $r_\perp$ خارج السلك تكون العلاقة. المجال يقل مع معكوس $r_\perp$

تمرين 24:

سلك اسطواني مستقيم وطويل،نصف قطر مقطعه الدائري (2cm) ويمر به تيار كهربائي شدته (5mA) عمودياً على الصفحة نحو الداخل.

أحسب مقدار واتجاه المجال المغناطيسي عند النقاط التالية



a- نقطة (p_1) تبعد (1cm) عن المركز.

.....

.....

.....

b- نقطة (p_2) تبعد (2cm) عن المركز.

.....

.....

c- نقطة (p_3) تبعد (4cm) عن المركز.

.....

.....

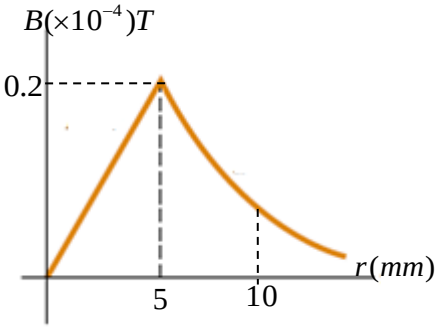
.....

$(a)2.5\times10^{-8}T, (b)5\times10^{-8}T, (c)2.5\times10^{-8}T$ .....

Awadallah

تمرين 25:

الرسم البياني المجاور يمثل العلاقة بين شدة المجال المغناطيسي عند نقطة والناشيء عن مرور تيار كهربائي في سلك اسطواني مستقيم ووبعد النقطة عن مركز السلك.



أجب عما يلي:

a- ما مقدار شدة التيار الكهربائي المار بالسلك؟

.....

.....

.....

b- ما مقدار شدة المجال المغناطيسي عن نقطة تبعد (1mm) عن المركز.

.....

.....

.....

b- ما مقدار شدة المجال المغناطيسي عن نقطة تبعد (10mm) عن المركز.

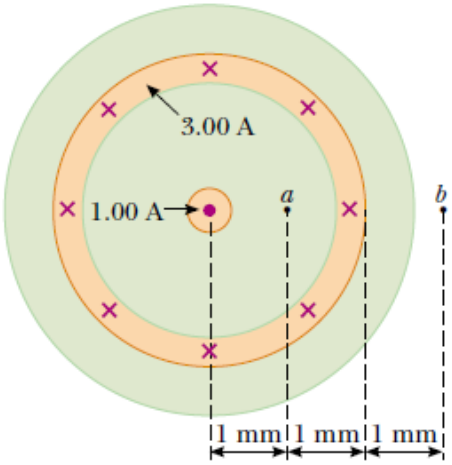
.....

.....

$(a)0.5A, (b)4\times10^{-6}T, (c)1\times10^{-5}T$ .....

تمرين 26:

الشكل المجاور يمثل (سلك محوري) السلك الداخلي يمر به تيار(1A) عمودياً على الصفحة نحو الخارج. والسلك الخارجي يمر به تيار(3A) عمودي على الصفحة نحو الداخل.



أوجد مقدار واتجاه المجال المغناطيسي عند النقطتين (a,b)

.....

.....

.....

.....

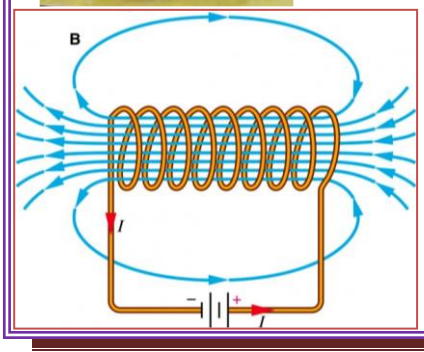
.....

$(a)2\times10^{-4}T, (b)1.33\times10^{-4}T$ .....

8.4 المجالات المغناطيسية الخاصة بالملفات اللولبية والحلقية

ملف هلمهولتز:

- ✓ يتكون من حلقتين محوريتين من السلك.
- ✓ كل حلقة محورية تتكون من حلقات متعددة (ملفات أو لفات) من سلك واحد.
- ✓ ينشأ عن ملف هلمولتز مجالات مغناطيسية منتظمة (في المركز بين الحلقات)
- ✓ ينشأ مجال مغناطيسي غير منتظم خارج ملف هلمهولتز

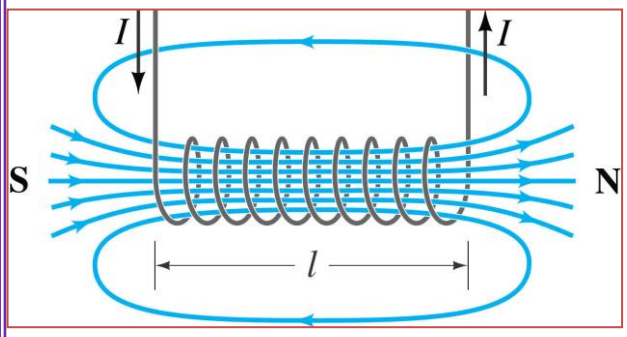


أولاً: الملف اللولبي (الحلزوني)

- يتكون من مجموعة كثير من الحلقات (مجموعة من اللفات وعددها N)
- خطوط المجال داخل الملف اللولبي متقاربة ومستقيمة (مجال منتظم)
- يعتبر تباعد خطوط المجال المغناطيسي مقياس لشدة المجال المغناطيسي. (كلما تقاربت خطوط المجال زادت كثافتها فيزداد شدة المجال المغناطيسي)
- المجال المغناطيسي داخل الملف اللولبي أقوى بكثير من الجزء الخارجي منه
- خطوط المجال المغناطيسي الناشي عن الملف اللولبي الذي يمر به تيار كهربائي يشبه تماماً المجال المغناطيسي للمغناطيس الاسطواني.

أولاً: مقدار شدة المجال المغناطيسي الناشيء عن الملف اللولبي:

- يعتمد مقدار شدة المجال المغناطيسي عند نقطة داخل الملف والواقعة على محوره بعيدا عن الاطراف على:
  - ✓ **شدة التيار الكهربائي** I
  - ✓ **عدد اللفات** N
  - ✓ **طول الملف** L



$$B = \mu_{\circ} \frac{Ni}{L}$$

- **يمكن كتابة المعادلة لحساب شدة المجال المغناطيسي عند أي نقطة على محور الملف اللولبي**

حيث أن n تمثل عدد اللفات لوحدة الأطوال.

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

$$B = \mu_{\circ} n i$$

ثانياً: تحديد اتجاه المجال المغناطيسي الناشيء عن الماف اللولبي

- يمكن تحديد اتجاه المجال المغناطيسي داخل الملف اللولبي عن طريق قاعدة اليد اليمنى

تقبض على الملف باليد اليمنى:

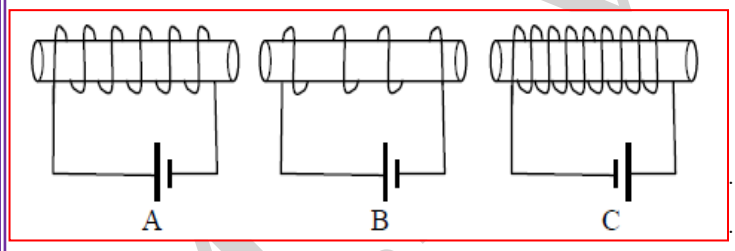
- ⊙ فيكون الاصابع اتجاه التيار الاصطلاحي
- ⊙ الابهام هو اتجاه القطب الشمالي

(داخل الملف يكون اتجاه المجال من القطب الجنوبي للشمالي)

- يعتمد اتجاه المجال المغناطيسي ونوع اقطاب المغناطيس الكهربائي على اتجاه التيار الكهربائي المار فيه.

تمرين 27:

في الشكل ثلاث ملفات لولبية،متماثلة في الطول ومساحة المقطع.اذا علمت ان شدة التيار المار فيهما متساوي أجب عما يلي:



a- حدد الاقطاب المغناطيسية لكل ملف.

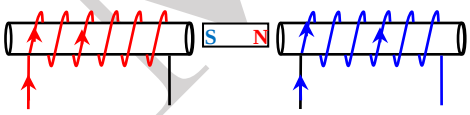
b- رتب الملفات تنازلياً تبعا لشدة المجال المغناطيسي عند مركزها.

.....

.....

تمرين 28:

الشكل المجاور يمثل ملفين متماثلين (a و b) وضع في منتصف المسافة بينهما مغناطيس صغير قابل للحركة ،



فسر ماذا يحدث للمغناطيس اذا سرى فيهما تياران متساويان.

.....

.....

.....

تمرين 29:

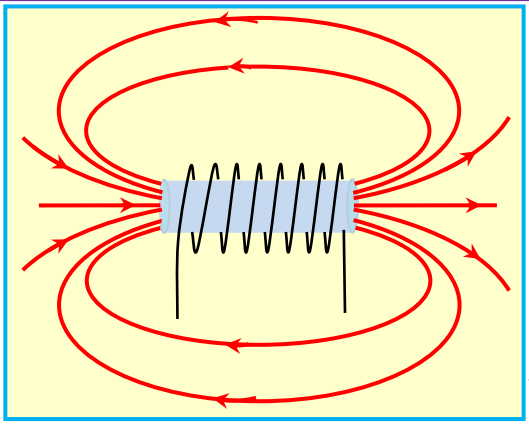
ملف لولبي طوله 0.4m ويتكون من عدد من اللفات ، يمر به تيار شدته (2A) فكانت شدة المجال المغناطيسي داخله تساوي 6.28G . ما مقدار عدد اللفات الذي لُف به الملف اللولبي؟

.....

.....

100لفة .....

تمرين 30:



يُبين الشكل المجاور خطوط المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي مستمر في ملفٍ لولبيٍ هوائي النواة.

أجب عما يلي:

a-حدد القطب **المغناطيسي الشمالي** للملف على الشكل ثُم ارسم خطوط المجال المغناطيسي داخل الملف.

b- حدد **اتجاه التيار** المار في الملف.

c- اكتب طريقتين لزيادة شدة المجال المغناطيسي داخل الملف؟

.....

.....

.....

d- اذا كان الملف يحوي **200** لكل **cm** من طوله ، وشدة المجال المغناطيسي عند نقطة على محوره تساوي **2G** ، ما مقدار شدة التيار المار بسلك الملف اللولبي؟

.....

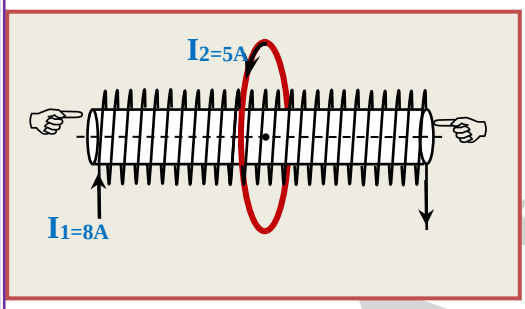
.....

.....

.....

$(d) 7.96\times10^{-3}\,A$ .....

تمرين 31:



الشكل المجاور يبين ملفاً لولبي به عدة لفات ملفوف على أنبوب ورقي فارغ ويحوي 50لفة بالمتر، وحلقة ينطبق محورها على محور الملف اللولبي ونصف قطرها (0.4m).

استخدم البيانات على الرسم ثم أجب عما يلي:

a- حدد على الرسم اتجاه المجال المغناطيسي الناشيء عن كل من الحلقة الدائرية واللولبي عند مركز الحلقة.

b- ما **مقدار واتجاه** شدة المجال المغناطيسي عند مركز الحلقة.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

$3.0615\times10^{-4}\,T$ .....

c-إذا ضغط الملف الحلزوني أفقيا من جانبيه قليلاً . ماذا يحدث للمجال المغناطيسي عند مركز الملف الدائري **.برر إجابتك**

.....

.....

مسألة محلولة 8.5 حركة الإلكترون داخل ملف لولبي يمر فيه تيار

M.Awadallah

ثانياً: الملف الحلقي

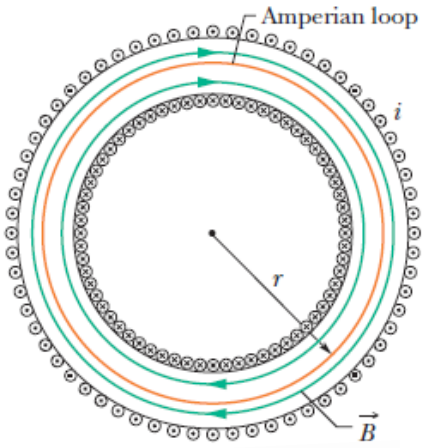
- عند ثني الملف اللولبي ليلتقي طرفاه مكوناً شكلاً دائرياً
- يكوّن السلك سلسلة من الحلقات يحمل كل منها التيار نفسه.

مقدار المجال المغناطيسي داخل الملف الحلقي وعند المركز.

$$\oint \vec{B}\cdot d\vec{s} = 2\pi r B$$

التيار المغلق هو عدد الحلقات (اللفات N) في الملف الحلقي مضروباً في التيار i

$$2\pi r B = \mu_\circ N i$$



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

مقدار المجال المغناطيسي داخل الملف الحلقي:

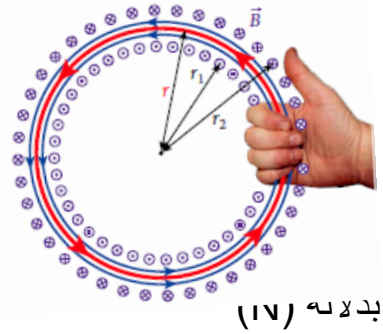
يعتمد مقدار المجال المغناطيسي داخل الملف الحلقي على:

- نصف القطر
- عدد اللفات
- شدة التيار

تحديد اتجاه المجال المغناطيسي الناشيء عن الملف الحلقي.

نقبض باليد اليمنى على الملف –

- الاصابع اتجاه التيار الكهربائي
- الابهام هو اتجاه المجال المغناطيسي داخل الملف الحلقي.



ملاحظات:

- ✓ اذا كان نصف قطر الملف الحلقي (r)
- ✓ قطر مقطع الملف اللولبي الذي يكون الملف الحلقي (d)
- ✓ عدد اللفات (N)
- ✓ طول السلك الذي كون الملف الحلقي. (L)

فإن : $L = N\pi d$ ومنها فإن $N = \frac{L}{\pi d}$ وبالتعويض بالمعادلة $B = \frac{\mu_\circ N i}{2\pi r}$ بدلالة (N)

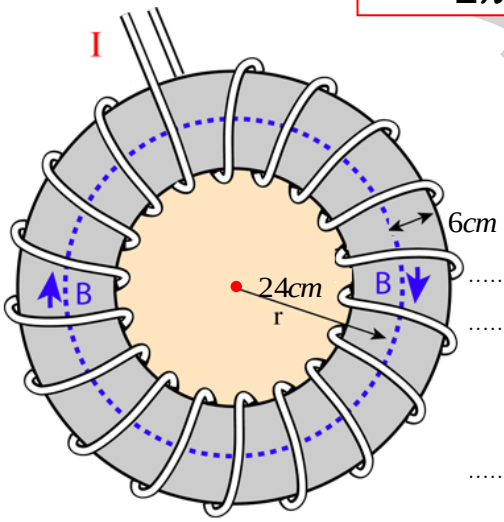
تصبح **المعادلة لحساب المجال المغناطيسي** :

بدلالة قطر اللفة ونصف قطر الملف الحلقي وطول السلك

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

تمرين 32:

تم صنع ملف حلقي من سلك طوله 300m بحيث يبلغ نصف قطر مقطعه العرضي 6cm ويبلغ كتوسط نصف قطر الملف الحلقي 24cm، اذا مر به تيار شدته 4.5A أوجد:



a- عدد اللفات التي يمكن أن يعملها السلك للملف الحلقي(N)

.....

.....

b- **شدة** المجال المغناطيسي عند **مركز** الملف المغناطيسي **الحلقي**؟ **وحدد** على الرسم **اتجاه** التيار المار في سلك الملف

.....

.....

.....

.....

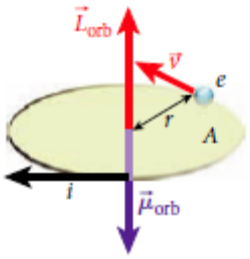
.....

مسألة محلولة 8.4 المجال المغناطيسي لملف حلقي

$(a)796.18, (b)2.985\times10^{-3}T$

8.5 الذرات كمغناطيسيات

- كل مادة مكونة من ذرات وتحوي الذرات على الكترونات متحركة.
- عندما تتحرك الالكترونات تكون حلقات تيار تنتج مجالات مغناطيسية.
- في بعض المواد تكون حلقات التيار بشكل عشوائي وتكون محصلة المجال معدومة.
- في بعض المواد الاخرى تصطف جزء من الحلقات بمحاذاة بعضها البعض محصلة مجال مغناطيسي يطلق عليها **(المواد المغناطيسية)**



- الشكل المجاور يبين الكترون يتحرك بسرعة v في مدار دائري نصف قطره r
- يمكن اعتبار ان شحنة الالكترون المتحركة على أنها تيار كهربائي i
- **التيار الكهربائي** فإن $i=\frac{q}{t}=\frac{e}{T}=\frac{e}{2\pi r/\upsilon}=\frac{\upsilon e}{2\pi r}$ أي أن التيار يساوي $i=\frac{\upsilon e}{2\pi r}$
- **عزم ثنائي القطب المغناطيسي** للألكترون $\mu_{orb}=iA=\frac{e}{T}=\frac{\upsilon e}{2\pi r}(\pi r^2)$ ومنها فإن : $\mu_{orb}=\frac{\upsilon e r}{2}$
- **كمية الحركة الزاوية (الزخم الزاوي)** المدارية للالكترون: $L_{orb}=rp=rm\upsilon$
- 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:

$\vec{\mu}_{orb}=-\frac{e}{2m}\vec{L}_{orb}$ **(الاشارة السالبة) بالعلاقة لأن التيار يعرَّف بدلالة اتجاه تدفق الشحنة الموجبة.**

مثال 8.3 العزم المغناطيسي المداري لذرة الهيدروجين

تمرين 33:

في نموذج بور لذرة الهيدروجين ، الكترون يدور في مدار نصف قطره $r=5.29\times10^{-11}m$ وسرعة الالكترون الخطية $\upsilon=2.19\times10^{6}m/s$ أوجد ما يلي:

a- التيار الكهربائي (i)

.....

.....

.....

b-(عزم ثنائي القطب المغناطيسي) العزم المداري المغناطيسي لذرة الهيدروجين.(μ)

.....

.....

.....

c- كمية الحركة الزاوية للالكترون. (L_{orb})

.....

.....

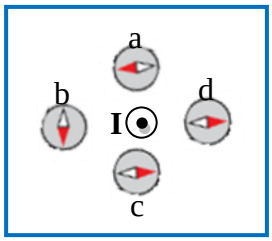
.....

$(a)1.054A,(b)9.268\times10^{-24}m^2.A,(c)1.055\times10^{-34}kg.m^2/s$ .....

M.Awadallah

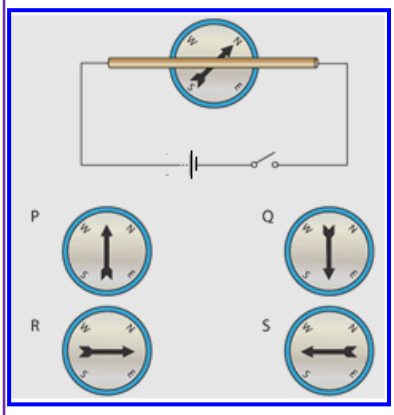
أختر أنسب تكملة لكل مما يلي ثم ضع في المربع أمامها إشارة(✓)

1. الشكل المجاور يبين سلك مستقيم يمربه تيارمستمرعمودياُ على مستوى الصفحة نحو الخارج. وضعت عدة بوصلات بجوار السلك. إن البوصلة التيتصف بصورة غير صحيحة للمجال المغناطيسي عند النقطة الموضوعه عندها هي



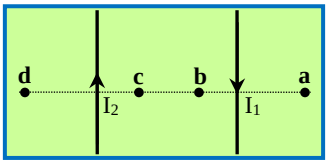
a ☐ b ☐ c ☐ d ☐

2. بوصلة موضوعة اسفل سلك موصل .احدى الاوضاع التالية هو الصحيح للبوصلة عند غلق الدائرة



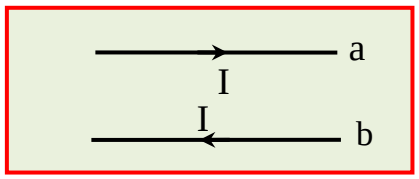
Q ☐ R ☐ P ☐ S ☐

3. إذا مر تياران في سلكي طويلين ومتوازيان حيث $(I_1 > I_2)$ كما بالشكل فإن محصلة المجال المغناطيسي الناتج عنهما يمكن إن ينعدم عند النقطة



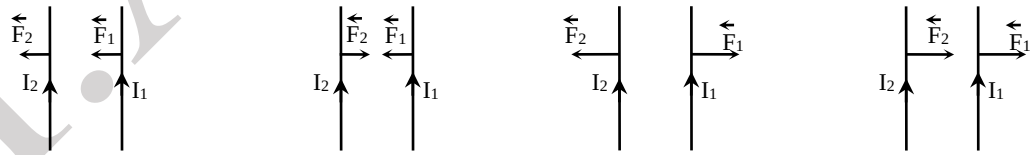
a ☐ b ☐ c ☐ d ☐

4. في الشكل المجاور يمر في كل من السلكين (b,a) تيار مستمر، ما اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في السلك b؟



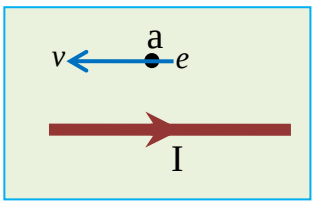
↓ ☐ • ☐ × ☐ ↑☐

5. سلكان متوازيان ينقلان تيارين ثابتين. الشكل الصحيح الذي يبين اتجاه القوة المغنطيسية التي يؤثر بها كل منهما على الآخر هو



☐ ☐ ☐ ☐

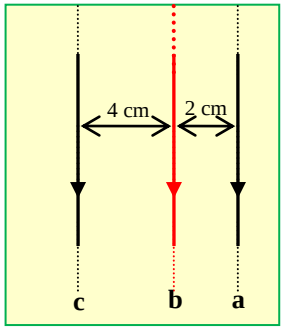
6. سلك موصل طويل كما بالشكل موضوع افقياً ويمر به تيار كهربائي قذف الكترون بسرعة ثابة عند النقطة a موازياً للسلك فإن الالكترون



☐ ينحرف نحو اعلى الصفحة
☐ ينحرف رأسياً خارج من الصفحة
☐ ينحرف نحو اسفل الصفحة
☐ يبقى متحركا بخط مستقيم

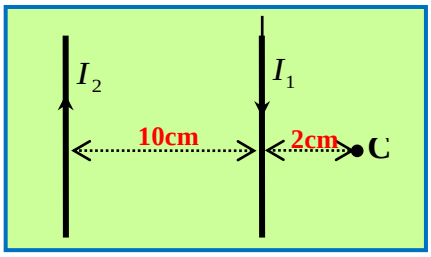
M.Awadallah

7. ثلاثة اسلاك متجاورة يمر بها التيار نفسه كما في الشكل المجاور .
في أي اتجاه تكون محصلة القوى المؤثرة في السلك (b)



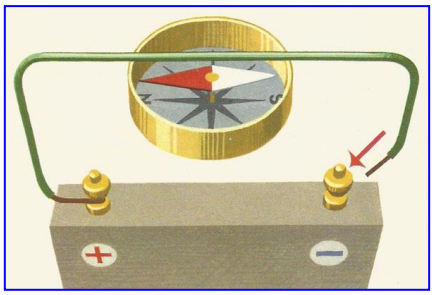
- ❒ للأعلى
- ❒ للأسفل
- ❒ لليمين
- ❒ لليسار

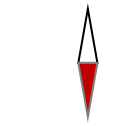
8. سلكان موصلان متوازيان يمر بهما تياران متعاكسان كما بالشكل، اذا كان المجال المغناطيسي ينعدم عند النقطة C فإن نسبة $\frac{I_1}{I_2}$



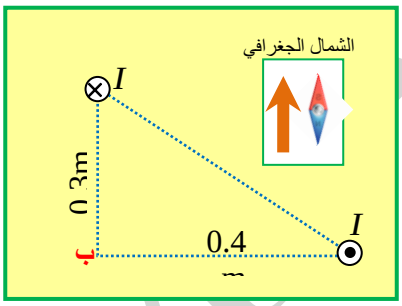
- ❒ $\frac{1}{5}$
- ❒ $\frac{5}{1}$
- ❒ $\frac{1}{6}$
- ❒ $\frac{6}{1}$

9. وضعت بوصلة اسفل سلك مستقيم متصل ببطارية والدائرة مفتوحة،
ما هو اتجاه البوصلة الصحيح عند غلق الدائرة؟



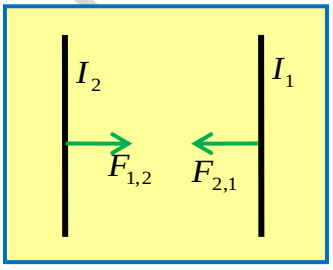
- ❒
- ❒ 
- ❒
- ❒

10. مثلث قائم الزاوية في (ب) يمر من الرأسين سلكان متوازيان عموديان على مستوى الورقة ، نمرر بهما تياران متساويان في الشدة ومتعاكسان في الاتجاه كما في الشكل المجاور.اذا وضعت بوصلة عند الزاوية (ب) فإن الوضع الصحيح لها هو



- ❒
- ❒
- ❒
- ❒

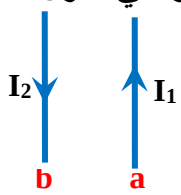
11. سلكان متوازيان يمر بهما تياران كما بالشكل المجاور، نشأ عن كل منهما مجال مغناطيسي مما أدى الى تجاذب السلكين وهذا يعني



- ❒ I_1 و I_2 اتجاههما نحو الأعلى و $F_{2,1} > F_{1,2}$
- ❒ I_1 و I_2 اتجاههما نحو الأعلى و $F_{2,1} < F_{1,2}$
- ❒ I_1 و I_2 اتجاههما نحو الأسفل و $F_{2,1} = F_{1,2}$
- ❒ I_1 اتجاهه نحو الاسفل و I_2 اتجاهه نحو الأعلى و $F_{2,1} = F_{1,2}$

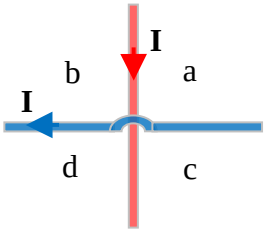
M.Awadallah

12. سلكان طويلان (b,a) متوازيان يحملان تياران كما في الشكل المجاور. إذا كان كل منهما يؤثّر في الآخر بمجال مغناطيسي (B_2 ، B_1) فإنّ مقدار واتجاه القوة المغناطيسية التي تؤثّر في طول قدره (1 m) من السلك (b) يمكن حسابها من العلاقة:



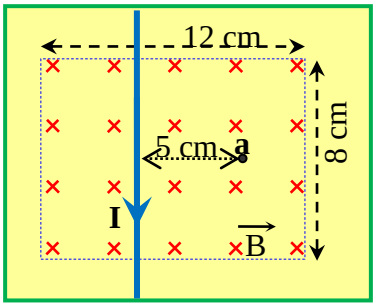
- ❒ B_1I_2 باتجاه اليسار
- ❒ B_1I_2 باتجاه اليمين
- ❒ B_2I_1 باتجاه اليسار
- ❒ B_2I_1 باتجاه اليسار

13. سلكان طويلان يمر احدهما فوق الاخر دون ان يتلامسا كما بالشكل يسري في كل منهما تيار شدته I ، ينعدم المجال المغناطيسي في عند نقطة تقع في جزء واحد من الاجزاء الاربعة وهي:



- ❒ a و b
- ❒ b و c
- ❒ c و d
- ❒ d و a

14. يؤثر مجال مغناطيسي منتظم شدته 10^{-4} T في منطقة مستطيلة طولها 12 cm وعرضها 8 cm ،وضع سلك مستقيم طوله 20cmمتصل يمر به تيار شدته 5A وعمودي على المجال .ويبعد عن نقطة a مسافة معينة ، أوجد شدة المجال المغناطيسي عند النقطة a وأوجد القوة المغناطيسية المؤثرة على السلك



	المجال المغناطيسي عند a	القوة المغناطيسية
❒	$1.2\times10^{-4}T$ للداخل	$1\times10^{-4}N$ نحو اليمين
❒	$0.8\times10^{-4}T$ للداخل	$4\times10^{-4}N$ نحو اليسار
❒	$1.2\times10^{-4}N$ للخارج	$6\times10^{-5}N$ نحو اليسار
❒	$0.8\times10^{-4}T$ للخارج	$4\times10^{-5}N$ نحو اليمين

15. التسلا وحدة قياس شدة المجال المغناطيسي وتكافيء:

- ❒ $V.m^{2}.s$
- ❒ $V.m^{-2}.s$
- ❒ $V.m^{2}.s^{-1}$
- ❒ $V.m^{-2}.s^{-1}$

16. التسلا وحدة قياس شدة المجال المغناطيسي وتكافيء:

- ❒ $N.m.A^{-1}$
- ❒ $N.m^{-1}.A$
- ❒ $N.m^{-1}.A^{-1}$
- ❒ $N.m.A$

17. ما الكمية الفيزيائية التي تمثل حاصل ضرب $\mu_\circ\varepsilon_\circ$

- ❒ c^2
- ❒ $1/c$
- ❒ $\sqrt{c}$
- ❒ $1/c^2$

18. المجال المغناطيسي لتيار مستمر يمر في حلقة دائرية يمكن أن نعتبره:

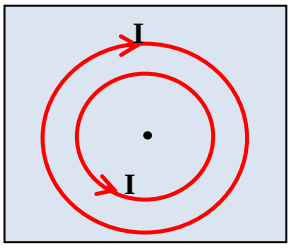
- ❒ منتظما داخل الملف وغير منتظم خارجه
- ❒ منتظما بالقرب من مركز الملف فقط
- ❒ منتظما خارج الملف وغير منتظم داخله
- ❒ منتظما عند النقاط البعيدة عن مركز الملف

19. أحد العوامل التالية لا يعتمد عليها مقدار المجال المغنطيسي عند أي نقطة على المحور داخل ملف لولبي يمر به تيار مستمر:

- ❒ عدد لفات الملف.
- ❒ طول الملف.
- ❒ مساحة مقطع الملف
- ❒ شدة التيار المار في الملف.

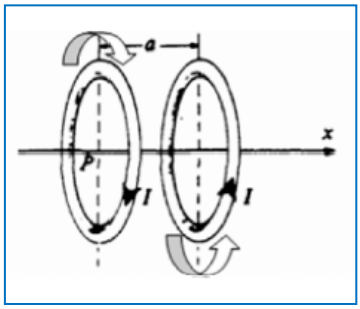
M.Awadallah

20. **حلقتان دائريتان موضوعتان على مستوى الصفحة ومركزهما واحد ويمر بهما نفس شدة التيار الكهربائي كما بالشكل ، فإن اتجاه المجال المغناطيسي عند مركزيهما**



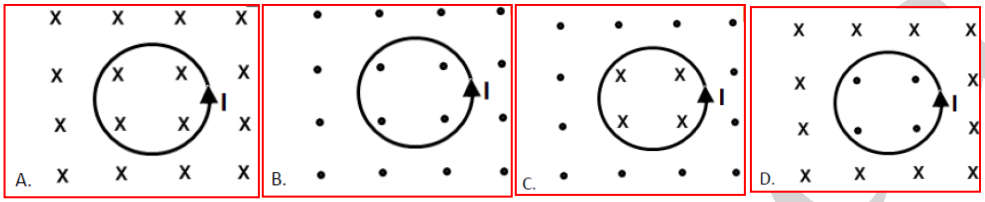
- ☐ يكون في اتجاه عموديّ على الصفحة نحو الخارج
- ☐ يساوي صفرًا
- ☐ يكون في اتجاه عموديّ على الصفحة نحو الداخل
- ☐ لا يمكن تحديده

21. **حلقتان معدنيتان متماثلتان يمر بهما تياران متساويان بالمقدار كما بالشكل ومحورهما متطابقان ويمثل المحور x فإن المجال المغناطيسي الناشيء عنهما بينهما وعلى محور x**



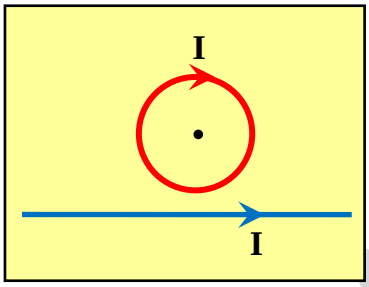
- ☐ عموديا على المحور x
- ☐ صفر
- ☐ في نفس اتجاه المحور x الموجب
- ☐ في نفس اتجاه المحور x السالب

22. **حلقة يمر بها تيار مستمر. اي من الاشكال التالية تظهر المجال المغناطيسي الصحيح**



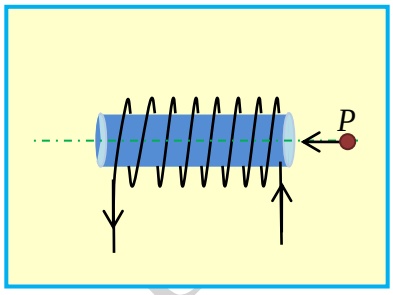
- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D

23. **في الشكل المجاور السلك ومستوى الحلقة الدائرية يقعان في مستوى الصفحة. مُرّر في السلك والحلقة تياران لهما المقدار نفسه وبالاتجاه المبيّن في الشكل المجاور. إنّ المجال المغنطيسي المحصّل عند مركز الحلقة:**



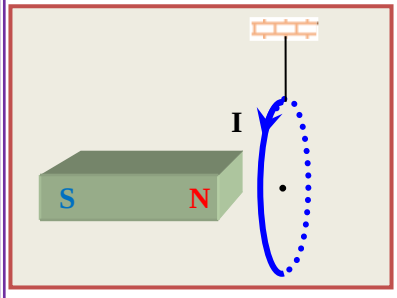
- ☐ يكون في اتجاه عموديّ على الصفحة نحو الخارج
- ☐ يساوي صفرًا
- ☐ يكون في اتجاه عموديّ على الصفحة نحو الداخل
- ☐ لا يمكن تحديده

24. **الشكل المجاور ملف لولبي يمر به تيار كهربائي . وعند مرور بروتون من اليمين الى اليسار منطبقاً على محور الملف فإن البروتون**



- ☐ ينحرف نحو اعلى الصفحة
- ☐ ينحرف رأسياً خارج من الصفحة
- ☐ ينحرف نحو اسفل الصفحة
- ☐ يبقى متحركا بخط مستقيم

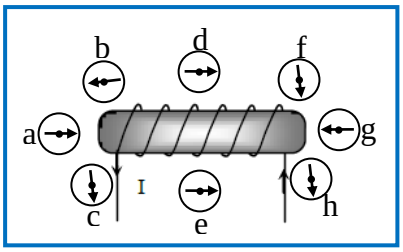
25. **يلف سلك على شكل حلقة دائرية . نعلق الحلقة في خيط تعليق حر فتكون في حالة اتزان.نقرب منها مغناطيس بحيث يكون قطبه عموديا على مستوى الحلقة كما بالشكل المجاور. عند إمرار تيار كهربائي مستمر في سلكها فإن الحلقة تتحرك باتجاه**



- ☐ اليمين
- ☐ اليسار
- ☐ الأعلى
- ☐ الأسفل

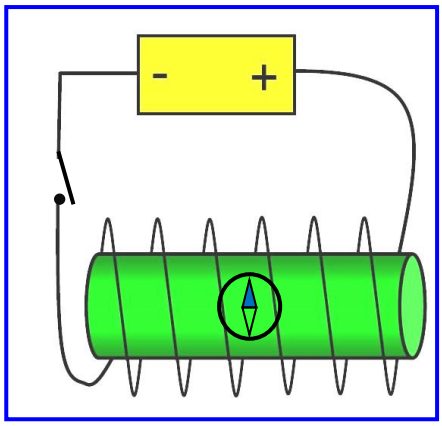
Awadallah

26. أي البوصلات التي تصف بصورة صحيحة اتجاه المجال المغناطيسي الناشيء عن مرور تيار مستمر في الملف اللولبي



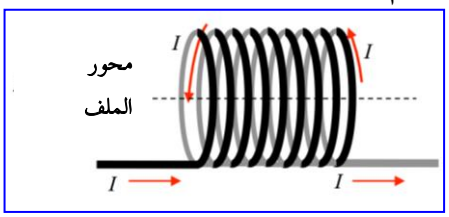
- ❒ d,g
- ❒ b,f
- ❒ a,h
- ❒ c,e

27. الشكل المجاور يبين ملف لولبي متصل ببطارية والمفتاح مفتوحاً، وضع داخله بوصلة تشير الى اتجاه الشمال الجغرافي. عند غلق المفتاح فإن القطب الشمالي للبوصلة سيشير الى



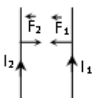
- ❒ الغرب (اليسار)
- ❒ الجنوب (الاسفل)
- ❒ تبقى في وضعها (الشمال) الاعلى
- ❒ الشرق (اليمين)

28. الشكل المجاور ملف لولبي يمر به تيار كهربائي نحو الأعلى من الامام ونحو الاسفل من الخلف اي العبارات التالية صحيحة:



- ❒ اتجاه المجال المغناطيسي داخل الملف نحو اليمين.
- ❒ شدة المجال المغناطيسي خارج الملف أكبر من داخله.
- ❒ **يعتمد شدة المجال المغناطيسي الناشيء عن الملف على شدة التيار المار فيه.**
- ❒ يعتمد شدة المجال المغناطيسي الناشيء عن الملف على نصف قطراللفة بالملف اللولبي.

الاختيار من متعدد

1. d **2.** P **3.** d **4.** ↓ **5.**  **6.** ينحرف نحو أسفل الصفحة **7.** لليمين **8.** $\frac{1}{6}$ **9.**

10. **11.** I_1 اتجاهه نحو الاسفل و I_2 اتجاهه نحو الأعلى و $F_{2,1} = F_{1,2}$ **12.** $B_1 I_2$ باتجاه اليسار

13. a و d **14.** $0.8\times10^{-4} T$ للخارج و $4\times10^{-5} N$ نحو اليمين **15.** $V.m^{-2}.s$ **16.** $N.m^{-1}.A^{-1}$ **17.** $1/c^2$

18. منتظما بالقرب من مركز الملف فقط **19.** مساحة مقطع الملف **20.** يكون في اتجاه عموديّ على الصفحة نحوالخارج

21. صفر **22.** D **23.** يكون في اتجاه عموديّ على الصفحة نحو الداخل **24.** يبقى متحركا بخط مستقيم

25. اليسار **26.** a,h **27.** الشرق (اليمين) **28.** **يعتمد شدة المجال المغناطيسي الناشيء عن الملف على شدة التيار المار فيه.**

مراجعة المفاهيم الخاصة بالكتاب.

8.1. c **8.2.** a **8.3.** a **8.4.** b **8.5.** e **8.6.** d **8.7.** d **8.8.** d

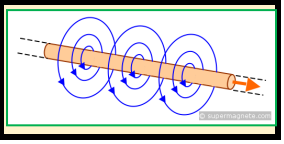
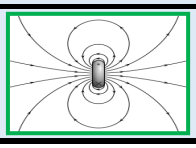
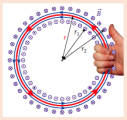
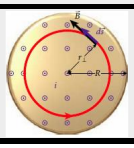
الاختيار من متعدد خاص بالكتاب

8.1. b **8.2.** c **8.3.** c **8.4.** a **8.5.** d **8.6.** a **8.7.** c **8.8.** c **8.9.** a

8.10. d **8.11.** a **8.12.** a **8.13.** d

M.Awadallah

شدة المجال المغناطيسي الناشيء عن مرور تيار مستمر

سلك مستقيم طويل	حلقة سلك	ملف لولبي (حلزوني)	ملف حلقي	داخل سلك طويل مستقيم
$B=\frac{\mu_\circ i}{2\pi r_\perp}$	$B_{loop}=\mu_\circ \frac{i}{2r}$ حلقة واحدة	$B=\mu_\circ ni$ بدلالة عدد اللفات لوحدة الأطوال	$B=\frac{\mu_\circ Ni}{2\pi r}$ بدلالة عدد اللفات ونصف قطر الملف	$B=\left(\frac{\mu_\circ i}{2\pi R^2}\right)r_\perp$
	$B=\mu_\circ \frac{Ni}{2r}$ عدة حلقات	$B=\mu_\circ \frac{Ni}{L}$ بدلالة عدد اللفات وطول الملف اللولبي	$B=\frac{\mu_\circ Li}{2\pi^2 rd}$ بدلالة طول سلك الملف وقطر الملف	
				

M.Awadallah