

المجال المغناطيسي الناشئ عن التيار الكهربائي

قانون بيوسافار

* قانون بيوسافار هو القانون العام لحساب مقدار المجال المغناطيسي الناتج عن أي توزيع للتيار .

$$dB = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{i(ds) \sin \theta}{r^2}$$

$$B = \int \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{i(ds) \sin \theta}{r^2}$$

$i ds$: عنصر التيار .

μ_o : النفاذية المغناطيسية للفراغ . ($\mu_o = 4\pi \times 10^{-7} T.m / A$)

θ : الزاوية بين عنصر التيار وموجه الموقع

أولاً : المجال المغناطيسي لسلك مستقيم طويل

$$B = \frac{\mu_o}{2\pi} \frac{i}{d}$$

d : بعد النقطة عن السلك .

* خطوط المجال :

دوائر متحدة المركز تحيط بالسلك .

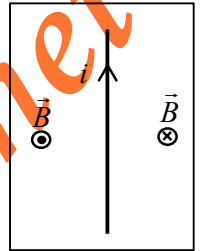
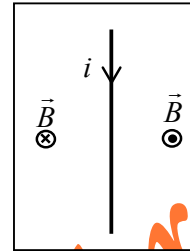
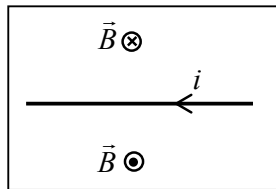
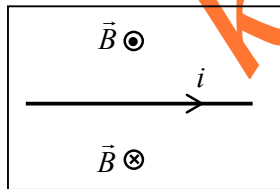
تحديد اتجاه خطوط المجال المغناطيسي

القاعدة الثالثة (قبضة اليد اليمنى)

- الإبهام باتجاه التيار .

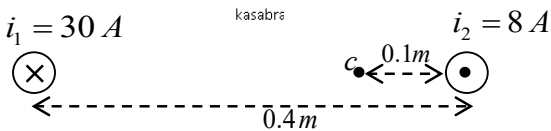
- الأصابع باتجاه المجال .

تحديد اتجاه المجال عند نقطة حول السلك :



س(1) سلكان مستقيمان طويلان عموديان على الصفحة كما في الشكل :

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



(2) احسب مقدار واتجاه المجال المغناطيسي المؤثر على السلك ذو التيار (i_1)

س (2) في الشكل $(i_1 = 50 A, i_2 = 200 A)$ والنقطة (a) تقع في المنتصف والمطلوب :

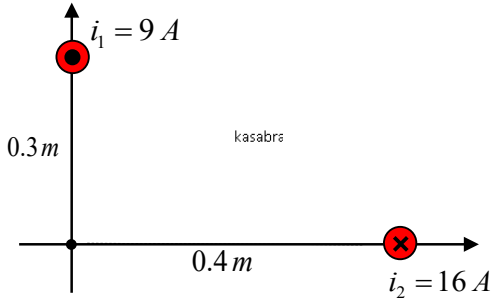
(1) احسب مقدار المجال المغناطيسي عند النقطة (a) وحدد اتجاهه .



(2) احسب القوة المغناطيسية على إلكترون لحظة مروره بالنقطة (a) بسرعة $(2.5 \times 10^6 m/s)$ في مستوى الصفحة نحو الأعلى وحدد اتجاه هذه القوة .

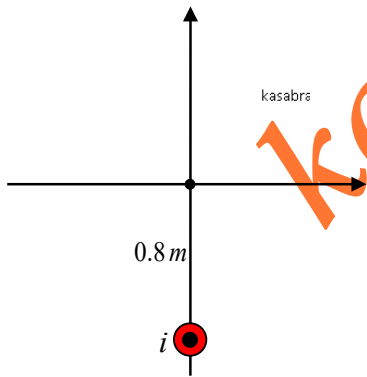
س (3) سلكان مستقيمان طويلان موازيان للمحور z كما في الشكل احسب مقدار المجال المغناطيسي عند نقطة الأصل ثم

احسب زاوية المجال مع محور x الموجب .



س (4) يتحدد المجال المغناطيسي للأرض من خلال المعادلة $\vec{B} = (2.6 \times 10^{-5} T) \hat{y}$, وضع سلك طويل موازي لمحور Z

يحمل تيار شدته $(25 A)$ على بعد $(0.8 m)$ من المركز كما في الشكل , بعد ذلك وضعت إبرة بوصلة مغناطيسية عند نقطة الأصل , احسب الزاوية التي تنحرف بها الإبرة عن اتجاه الشمال المغناطيسي .

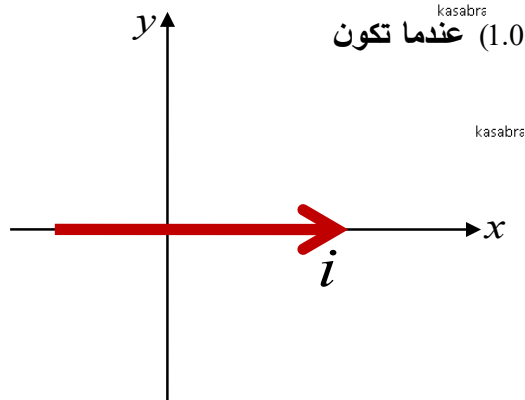


س (5) يقع سلك مستقيم على طول محور x ويحمل تيار مقداره $(7.0 A)$ في الاتجاه الموجب , احسب مقدار واتجاه القوة

المغناطيسية على جسيم شحنته $(+9.0 \mu C)$ يقع عند النقطة $(1.0 m, 2.0 m, 0)$ عندما تكون

سرعته المتجهة تساوي $(3.0 \times 10^3 m/s)$ في كل من الاتجاهات التالية :

(1) اتجاه محور x الموجب .

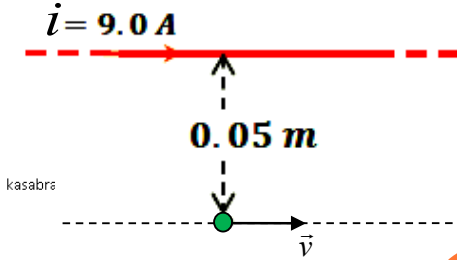


(2) اتجاه محور y الموجب .

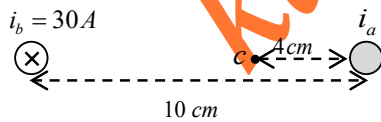
(3) اتجاه محور z السالب .

س(6) قذف إلكترون من مدفع إلكترونات بسرعة $(4.0 \times 10^5 \text{ m/s})$ ثم تحرك موازياً لسلك مستقيم طويل يحمل تياراً مقداره (15 A) وعلى مسافة (5.0 cm) فوقه , احسب مقدار عجلة الإلكترون واتجاهها لحظة خروج الإلكترون من المدفع .
 $(m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ Kg})$

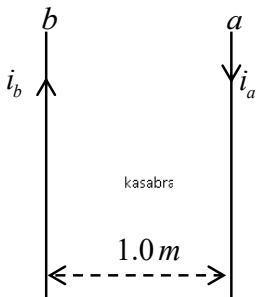
س(7) جسيم كتلته $(1.0 \times 10^{-6} \text{ Kg})$ وشحنته (q) يتحرك بسرعة $(1.0 \times 10^3 \text{ m/s})$ على طول مسار أفقي وعلى بعد (0.05 m) أسفل سلك مستقيم حامل للتيار وبشكل مواز له , احسب مقدار شحنة الجسيم إذا كان مقدار التيار في السلك (9.0 A) , ثم حدد نوع الشحنة .



س(8) يبين الشكل المجاور سلكين مستقيمين طويلين ومتوازيين . إذا انعدم المجال المغناطيسي عند النقطة (c) فاحسب شدة التيار المار في السلك (a) وحدد اتجاهه .

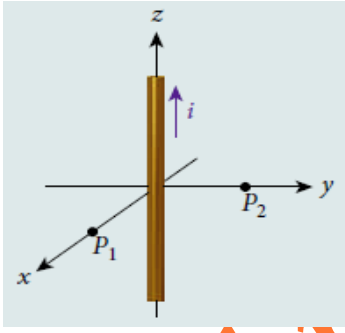


س(9) سلكان مستقيمان متوازيان تفصل بينهما مسافة (1.0 m) ويحملان تيارين متعاكسين فإذا كان $(i_a = \frac{1}{3} i_b)$, احسب بعد النقطة عن السلك (a) والتي يكون عندها المجال المغناطيسي يساوي صفراً .



س(10) اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :

1) في الشكل المجاور ما اتجاه المجال المغناطيسي عند كل من النقطتين (P_1) و (P_2) ؟



أ) $P_2(+x)$ $P_1(+y)$

ب) $P_2(+x)$ $P_1(-y)$

ج) $P_2(-x)$ $P_1(-y)$

د) $P_2(-x)$ $P_1(+y)$

2) في الشكل المجاور ، ما اتجاه المجال المغناطيسي عند النقطة p

أ) لأعلى في مستوى الصفحة (ب) إلى اليمين

ج) لأسفل في مستوى الصفحة (د) إلى اليسار

3) قذف إلكترون باتجاه سلك يحمل تيار كما في الشكل ، في أي اتجاه سوف ينحرف الإلكترون .

أ) نحو اليسار (ب) نحو اليمين

ج) عمودي على الصفحة للخارج (د) عمودي على الصفحة للداخل

4) افترض أنه يمكن تمثيل صاعقة برق على هيئة تيار في خط مستقيم طويل ، إذا مرت شحنة مقدارها (15C) بنقطة

في زمن $(1.5 \times 10^{-3} s)$ ، فما مقدار المجال المغناطيسي على مسافة (26m) من صاعقة البرق .

أ) $7.69 \times 10^{-5} T$ (ب) $421 \times 10^{-2} T$ (ج) $9.22 \times 10^{-3} T$ (د) $5.3 \times 10^{-5} T$

5) ما اتجاه المجال المغناطيسي عند النقطتين P و Q في الشكل المجاور .

أ) P نحو اليمين ، Q نحو الأعلى (ب) P نحو الأعلى ، Q نحو اليمين

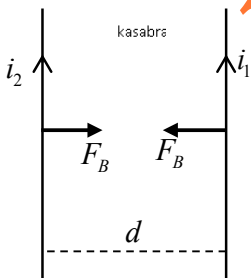
ج) P نحو الأسفل ، Q نحو اليمين (د) P نحو الأعلى ، Q نحو اليسار

6) ينتج أي عنصر للتيار مجالاً مغناطيسياً في المنطقة المحيطة به ، ما هو اتجاه المجال المغناطيسي الناتج ؟

أ) يوازي لكل من عنصر التيار ومتجه الموقع (ب) يعامد كل من عنصر التيار ومتجه الموقع

ب) يعامد عنصر التيار ويوازي متجه الموقع (د) يوازي عنصر التيار ويعامد متجه الموقع

القوة المغناطيسية المتبادلة بين سلكين متوازيين



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

d : البعد بين السلكين

اتجاه القوة :

التياران متعاكسان : القوة المتبادلة تنافر

التياران بنفس الاتجاه : القوة المتبادلة تجاذب

$$F_2 \leftarrow \odot$$

$$\odot \rightarrow F_1$$

$$\odot \rightarrow F_2$$

$$F_1 \leftarrow \odot$$

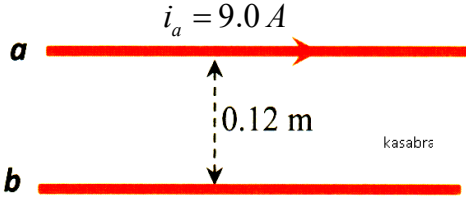
حسب قانون نيوتن الثالث : $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ القوة على السلك الأول تساوي وتعاكس القوة على نفس الطول من السلك الثاني

تعريف الأمبير :

هو التيار الثابت الذي لو مر في موصلين مستقيمين طويلين يبعدان عن بعضهما (1m) في الفراغ سيؤثر كل منهما في

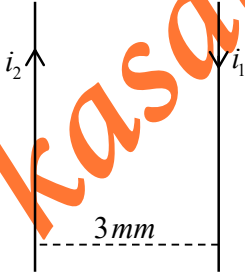
وحدة الطول من الآخر بقوة مقدارها $(2 \times 10^{-7} N)$.

س11) في الشكل المجاور يجذب السلك (a) وحدة الأطوال من السلك (b) بقوة مغناطيسية مقدارها $(2.1 \times 10^{-4} N)$:
 (1) احسب شدة التيار المار في السلك (b) وحدد اتجاهه .



(2) ماذا يطرأ على مقدار واتجاه القوة التي يؤثر بها السلك (a) في السلك (b) عندما يعكس اتجاه التيار في السلك (a) .

س12) في الشكل المجاور إذا كان التيار (i_1) ضعف التيار (i_2) , وكان مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة في وحدة الأطوال $(\ell = 1 m)$ لكل منهما تساوي $(7.0 \mu N)$ فأجب عما يلي :

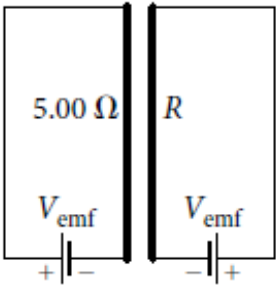


(1) ما نوع القوة بين السلكين .

(2) احسب شدة التيار المار في كل من السلكين ؟

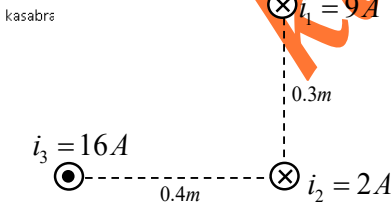
(3) ماذا يطرأ على مقدار القوة المتبادلة بين السلكين إذا انقصت المسافة بينهما إلى الربع .

س13) وصل سلكان يبلغ طول كل منهما $(25 cm)$ ببطاريتين منفصلتين جهد كل منهما $(9.0 V)$ كما في الشكل , مقاومة السلك الأول (5.0Ω) ومقاومة السلك الآخر (R) , إذا كانت المسافة الفاصلة بين السلكين $(4.0 mm)$, احسب مقدار



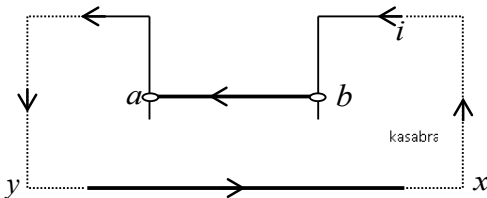
(R) التي ستولد قوة بين السلكين $(6.75 \times 10^{-5} N)$ وهل هي قوة تجاذب أم قوة تنافر .

س14) ثلاثة أسلاك مستقيمة ومتوازية وعمودية على مستوى الصفحة كما في الشكل , احسب محصلة القوة المغناطيسية المؤثرة على وحدة الأطوال من السلك الثاني وحدد الاتجاه على الرسم .

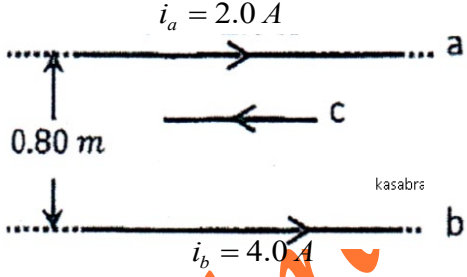


س15) في الشكل المجاور السلك المستقيم (xy) طويل جداً والسلك (ab) طوله $(0.15 m)$ ووزنه $(0.02 N)$ وهو قابل للانزلاق إلى أعلى وأسفل , احسب شدة التيار الكهربائي الذي إذا مر في دائرة السلكين اتزن السلك (ab) فوق السلك

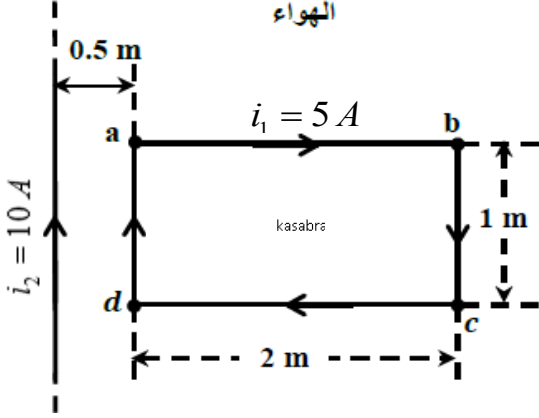
(xy) عند وضع كانت فيه المسافة العمودية بين محوري السلكين $(1.2 cm)$ ؟



س16) يبين الشكل المجاور سلكين طويلين (a , b) وبينهما سلك ثالث (c) محوره يوازي محور السلكين , إذا كانت محصلة القوى المغناطيسية المؤثرة في السلك (c) تساوي الصفر , احسب بعد السلك (c) عن السلك (a) .



س17) سلك مستقيم طويل في مستوى الصفحة يحمل تيار ($i_2 = 10 A$) , وضعت بالقرب منه حلقة مستطيلة الشكل في نفس مستوى السلك يمر فيها تيار شدته ($i_1 = 5.0 A$) : احسب محصلة القوة المغناطيسية المؤثرة على الحلقة .



س18) اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :

- 1) أي العبارات التالية تنطبق على القوى المغناطيسية التي يبذلها السلكان أحدهما على الآخر في الشكل ؟
 - أ) يبذل السلكان قوى تجاذب بالمقدار نفسه أحدهما على الآخر .
 - ب) يبذل السلكان قوى تنافر بالمقدار نفسه أحدهما على الآخر .
 - ج) يبذل السلك (1) قوة على السلك (2) أكبر مما يبذلها السلك (2) على السلك (1)
 - د) يبذل السلك (1) قوة على السلك (2) أقل مما يبذلها السلك (2) على السلك (1)

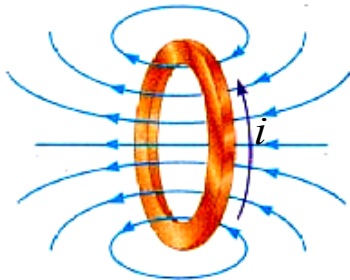


2) سلكان طويلان مستقيمان متوازيان يمر فيهما تيارين مختلفين مقداراً , إذا تضاعف مقدار التيار المار في كل سلك فكم يصبح مقدار القوة بين السلكين ؟

- أ) ضعف القوة الأصلية
- ب) أربعة أضعاف القوة الأصلية
- ج) مساوياً القوة الأصلية
- د) نصف القوة الأصلية

المجال المغناطيسي الناتج عن تيار ملف دائري

$$B = \frac{\mu_o i N}{2 R}$$



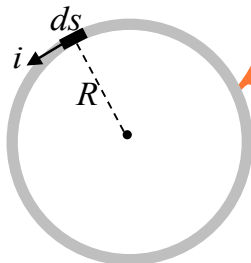
N : عدد اللفات R : نصف القطر

استنتاج العلاقة السابقة باستخدام قانون بيوسافار .

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

$$B = \int dB = \int \frac{\mu_o i ds \sin 90^\circ}{4\pi R^2} = \frac{\mu_o i}{4\pi R^2} \int ds$$

$$B = \frac{\mu_o i}{4\pi R^2} (2\pi R) = \frac{\mu_o i}{2R}$$



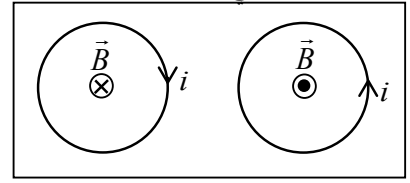
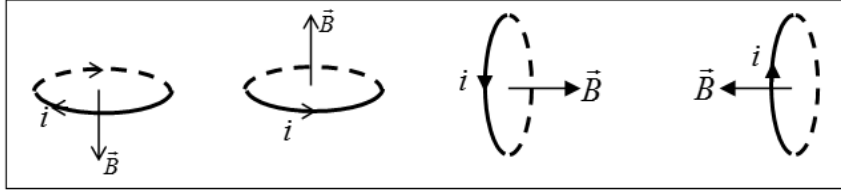
اتجاه $\vec{B}$ عند المركز :

القاعدة الثانية لليد : تلف الأصابع (i) مع فيكون الإبهام مع $\vec{B}$ (نفس طريقة $\hat{n}$).

الملف عمودي على مستوى الصفحة

kasabre

الملف في مستوى الصفحة



س (19) ملف دائري نصف قطره $(0.12m)$ وعدد لفاته (150) موضوع في مستوى الصفحة كما في الشكل , مر تيار (i) في الملف فولد عند المركز مجالاً مغناطيسياً مقداره $(4.5 \times 10^{-4} T)$ باتجاه خارج من الصفحة :

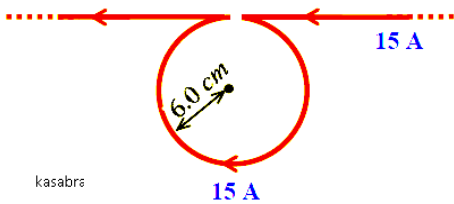
(1) احسب شدة التيار المار في الملف وحدد اتجاهه . kasabre

(2) احسب القوة المغناطيسية المؤثرة في بروتون لحظة مروره بمركز الملف بسرعة $(7.4 \times 10^5 m/s)$ في مستوى الصفحة نحو اليمين . kasabre

س (20) سلك مستقيم طويل ومعزول في منتصفه حلقة دائرية نصف قطرها $(6.0 cm)$ ويمر فيه تيار مستمر شدته

kasabre

(15 A) كما في الشكل المجاور , احسب مقدار المجال المغناطيسي في مركز الحلقة وحدد اتجاهه . kasabre



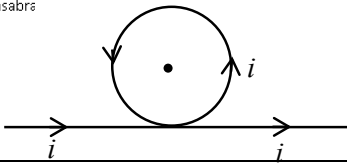
kasabre

س (21) يبين الشكل سلكاً مستقيماً طويلاً يحمل تياراً كهربائياً شدته $(26.3 mA)$ لف جزء منه ليشكل حلقة دائرية نصف

kasabre

قطرها $(8.3 mm)$, احسب مقدار المجال المغناطيسي عند مركز الحلقة وحدد اتجاهه . kasabre

kasabre



س (22) يظهر الشكل سلكاً مستقيماً وطويلاً يحمل تياراً مستمراً شدته (i) ويقع في مستوى الصفحة , لف جزء منه ليشكل

kasabre

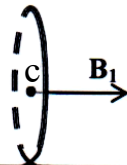
حلقة دائرية مستواها عمودي على مستوى الصفحة ونصف قطرها $(0.021m)$ إذا علمت أن مقدار المجال المغناطيسي

kasabre

الذي يولده الملف الدائري عند مركزه (C) $(B_1 = 2.24 \times 10^{-4} T)$ نحو اليمين أجب عما يلي :

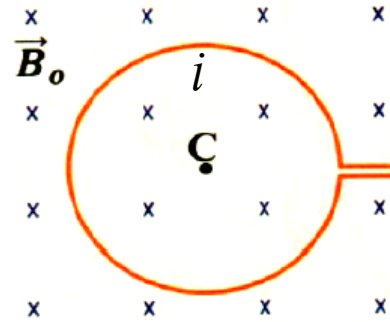
kasabre

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



(2) احسب مقدار محصلة المجال المغناطيسي عند مركز الملف . kasabre

س(23) يظهر الشكل سلكاً لف على هيئة لفة دائرية واحدة ويمر به تيار كهربائي شدته $(5.0 A)$, يؤثر في الملف مجال مغناطيسي منتظم مقداره $(B_o = 2 \times 10^{-5} T)$, إذا علمت أن محصلة المجال المغناطيسي عند مركز الملف صفراً :



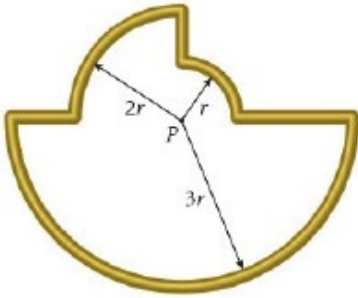
(1) حدد اتجاه التيار الكهربائي المار في اللفة .

(2) احسب نصف قطر اللفة .

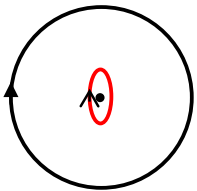
س(24) احسب مقدار المجال المغناطيسي عند مركز نصف الحلقة الموضحة في الشكل علماً أن قطرها $(10 cm)$ ويمر فيها تيار شدته $(12 A)$.



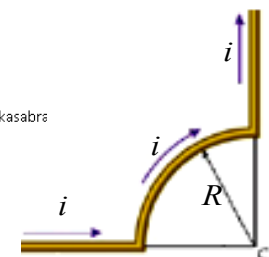
س(25) تحمل الحلقة الموضحة في الشكل تياراً مقداره $(3.96 A)$, ويبلغ مقدار المجال المغناطيسي عند النقطة (P) داخل الحلقة $(7.21 \times 10^{-7} T)$ احسب مقدار (r) .



س(26) حلقة دائرية كبيرة نصف قطرها $(25 cm)$ يوجد عند مركزها حلقة دائرية صغيرة نصف قطرها $(0.9 cm)$ ومستوى الحلقتين متعامدة أحدهما على الأخرى كما في الشكل , إذا مر تيار مقداره $(14 A)$ في كل من الحلقتين فاحسب عزم الدوران المؤثر على الحلقة الصغرى .

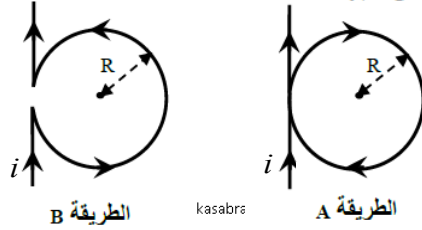


س(27) اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :
(1) ما مقدار المجال المغناطيسي عند النقطة (c) الناتج عن مرور التيار في السلك .



- أ) $\frac{\mu_o i}{6 R}$ ب) $\frac{\mu_o i}{8 R}$ ج) $\frac{\mu_o i}{12 R}$ د) $\frac{\mu_o i}{2 R}$

(2) أي الطريقتين في الشكل تكون محصلة المجال المغناطيسي عند مركز الحلقة الدائرية أكبر ؟



أ) الطريقة (A)

ب) الطريقة (B)

ج) الطريقتان متساويتان

د) لا يمكن الحكم

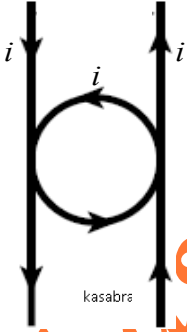
(3) يحمل سلكان متوازيان تياراً (i) في اتجاهين كما في الشكل ، وتحمل حلقة دائرية نصف قطرها (R) التيار نفسه ، ما مقدار المجال المغناطيسي عند مركز الحلقة بدلالة (i) و (R) .

ب) $\frac{\mu_0 i}{2R} (1 + \frac{1}{\pi})$

أ) $\frac{\mu_0 i}{R} (\frac{3}{\pi})$

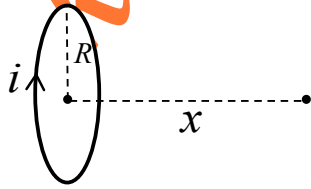
د) $\frac{\mu_0 i}{2R} (1 + \frac{2}{\pi})$

ج) $\frac{\mu_0 i}{R} (1 + \frac{2}{\pi})$



المجال عند نقطة على محور الملف الدائري

$$B = \frac{\mu i N R^2}{2(x^2 + R^2)^{3/2}}$$



x: البعد الرأسي عن مركز الملف .

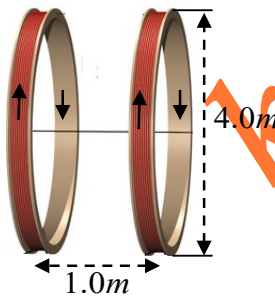
ملف هلمهولتز

ملفان دائريان متوازيان يمر بهما نفس التيار .

يستخدم للحصول على مجال مغناطيسي منتظم .

س (28) ملفان عدد لفات كل منهما (50) لفة وقطر كل منهما (4.0m) وضعها على مسافة (1.0m) عن بعضهما كما في الشكل ، ويمر تيار مقداره (7.0 A) في أسلاك الملفين في اتجاه عقارب الساعة عند النظر إليهما من الجانب الأيمن :

kasabra



kasabra

kasabra

kasabra

kasabra

kasabra

kasabra

kasabra

kasabra

kasabra

(2) احسب مقدار المجال المغناطيسي في منتصف المسافة بين الملفين وحدد اتجاهه .

kasabra

أسئلة مراجعة على الوحدة

س(29) اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :

(1) سلك مستقيم طويل يعامد الصفحة ويمر فيه تيار (i) , اتجاه المجال المغناطيسي عند النقطة (a) نحو الأعلى كما في الشكل , ما اتجاه التيار المار في السلك .

- (أ) داخل إلى الصفحة (ب) خارج من الصفحة
(ج) شرقاً (د) غرباً

(2) في الشكل ما نسبة مقدار المجال عند النقطة (a) إلى مقدار المجال عند النقطة (b) .

- (أ) $\frac{1}{3}$ (ب) $\frac{1}{4}$

- (ج) 3 (د) 4

(3) عند أي نقطة في الشكل من المحتمل أن ينعدم المجال المغناطيسي .

- (أ) النقطة 1 (ب) النقطة 2

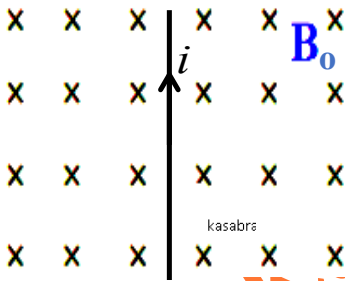
- (ج) النقطة 3 (د) النقطة 4

(4) يبين الشكل سلكاً مستقيماً طويلاً يحمل تياراً (i) لف جزء منه ليشكل حلقة دائرية , ما اتجاه المجال المغناطيسي عند مركز الحلقة .

- (أ) أعلى (ب) أسفل

- (ج) داخل إلى الصفحة (د) خارج من الصفحة

(5) مجال مغناطيسي منتظم مقداره $(B_o = 4 \times 10^{-5} T)$ ويتجه إلى داخل الصفحة كما في الشكل , وضع فيه سلك مستقيم



طويل في مستوى الصفحة ويمر به تيار مقداره $(60 A)$ باتجاه أعلى الصفحة .

حدد موضع وبعد النقطة التي ينعدم فيها المجال المغناطيسي .

- (أ) $0.3 m$ يمين السلك (ب) $0.3 m$ يسار السلك

- (ج) $0.1 m$ يمين السلك (د) $0.1 m$ يسار السلك

(6) في السؤال السابق ما مقدار واتجاه المجال المغناطيسي عند نقطة في مستوى

الصفحة وعلى بعد $(0.4 m)$ يمين السلك .

- (أ) $7 \times 10^{-5} T$ خارج الصفحة (ب) $7 \times 10^{-5} T$ داخل الصفحة

- (ج) $1 \times 10^{-5} T$ داخل الصفحة (د) $1 \times 10^{-5} T$ خارج الصفحة

(7) مجال مغناطيسي منتظم $(B_o = 4 \times 10^{-5} T)$ باتجاه خارج الصفحة , موضوع

به سلكان طويلان في مستوى الصفحة كما في الشكل , ما محصلة القوة

المغناطيسية على وحد الأطوال من السلك (2) علماً أن البعد بين السلكين $(0.2 m)$.

- (أ) $4 \times 10^{-4} N$ لأعلى (ب) $4 \times 10^{-4} N$ لأسفل (ج) $8 \times 10^{-5} N$ لأعلى (د) $8 \times 10^{-5} N$ لأسفل

(8) سلكان طويلان في مستوى الصفحة , إذا كان المجال المغناطيسي عند النقطة (a)

$(2 \times 10^{-6} T)$ باتجاه داخل الصفحة ما مقدار واتجاه تيار السلك (2) .

- (أ) $15 A$ لأعلى (ب) $15 A$ لأسفل

- (ج) $9 A$ لأعلى (د) $9 A$ لأسفل

