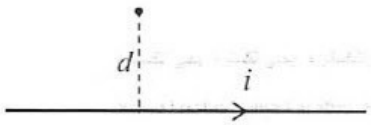
المجال المغناطيسي الناشئ عن التيار الكهربائي

kasabra

أولاً : المجال المغناطيسي لسلك مستقيم طويل .



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

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

d : بعد النقطة عن السلك .

*** خطوط المجال :**

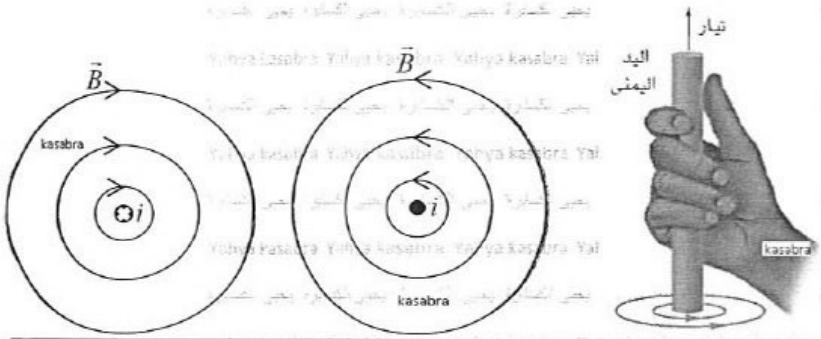
دوائر متحدة المركز تحيط السلك .

تحديد اتجاه خطوط المجال المغناطيسي

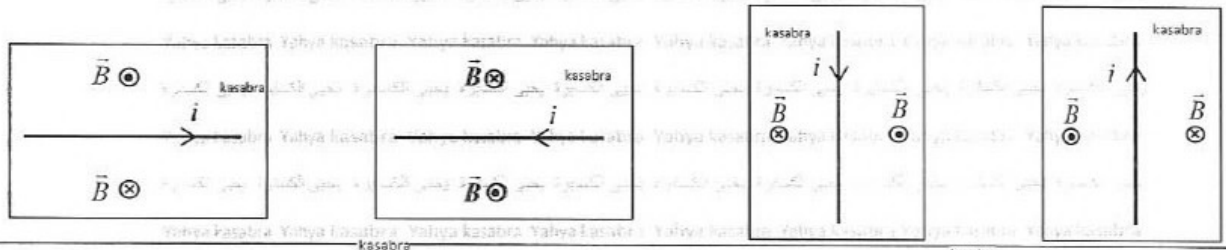
القاعدة الثالثة (قبضة اليد اليمنى)

– نجعل الابهام باتجاه التيار .

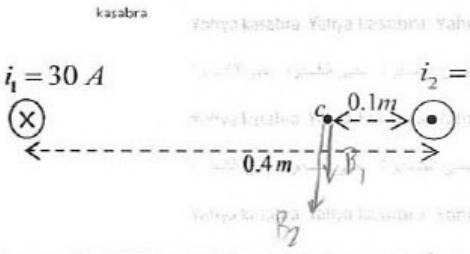
– الاصابع باتجاه خطوط المجال .



تحديد اتجاه المجال عند نقطة حول السلك :



س1) سلكان مستقيمان طويلان عموديان على الصفحة كما في الشكل احسب مقدار المجال المغناطيسي عند النقطة (c)

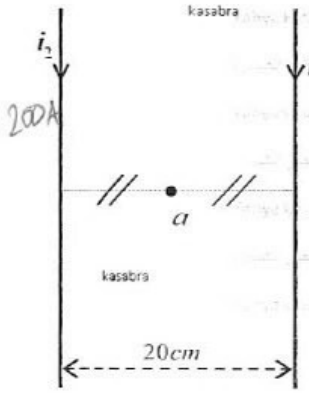


$$B_1 = \frac{\mu_o i_1}{2\pi \times d_1} = \frac{4\times10^{-7}\times 30}{2\times 0.3} = 2\times10^{-5}\ T$$

$$B_2 = \frac{\mu_o i_2}{2\pi \times d_2} = \frac{4\times10^{-7}\times 8}{2\times 0.1} = 1.6\times10^{-5}\ T$$

$$B_{tot} = B_1 + B_2 = 3.6\times10^{-5}\ T$$ للأسفل

س2) في الشكل $(i_1 = 50A \ , \ i_2 = 200A)$ والنقطة (a) تقع في المنتصف والمطلوب :



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

$$B_1 = \frac{\mu_o i_1}{2\pi d} = \frac{4\times10^{-7}\times 50}{2\times 0.1} = 1\times10^{-4}\ T$$ داخل الصفحة

$$B_2 = \frac{\mu_o i_2}{2\pi d} = \frac{4\times10^{-7}\times 200}{2\times 0.1} = 4\times10^{-4}\ T$$ خارج الصفحة

$$B_{tot} = 4\times10^{-4} - 1\times10^{-4} = 3\times10^{-4}\ T$$ (خارج الصفحة)

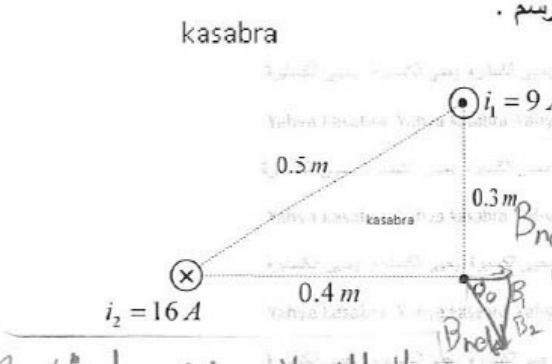
2) احسب القوة المغناطيسية على إلكترون لحظة مروره بالنقطة (a) بسرعة $(2.5\times10^6\ m/s)$ في مستوى الصفحة نحو الأعلى وحدد اتجاه هذه القوة .

$$F_B = |q| v B \times \sin(90)$$

$$F_B = 1.6\times10^{-19}\times 2.5\times10^{6}\times 3\times10^{-4} = 1.2\times10^{-16}\ N$$

موقع المناهج الإماراتية
www.alManahj.com/ae

س3) سلكان مستقيمان طويلان وعموديان على مستوى الصفحة كما في الشكل :



1) احسب مقدار المجال المغناطيسي عند النقطة (c) وحدد اتجاهها على الرسم .

$$B_1 = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 9}{2\pi \times 0.3} = 6 \times 10^{-6}\,T$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 16}{2\pi \times 0.4} = 8 \times 10^{-6}\,T$$

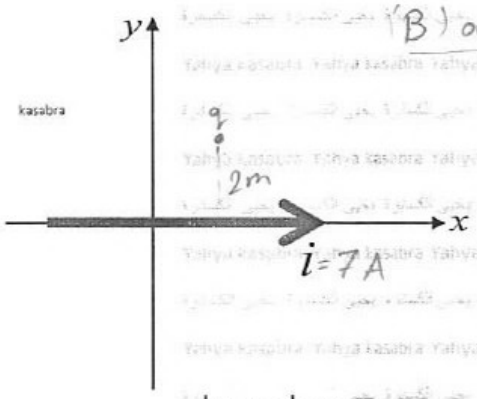
$$B_{net} = \sqrt{(8\times10^{-6})^2 + (6\times10^{-6})^2} = 1 \times 10^{-5}\,T, \quad \theta = \tan^{-1}\left(\frac{8}{6}\right) = 53^\circ$$

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

$$B_{21} = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi d} = \frac{4\times10^{-7} \times 16}{2 \times 0.5} = 6.4 \times 10^{-6}\,T$$

السلك لا يؤثر على نفسه

س4) 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 $(3.0\times10^3\,m/s)$ في كل من الاتجاهات التالية :



1) اتجاه محور x الموجب .

(B) out of the page

$$F_B = |q| v B \sin\theta$$

$$F_B = 9\times10^{-6} \times 3\times10^3 \times \frac{4\times10^{-7} \times 7}{2 \times 2} \times (1)$$

$$F_B = 1.89 \times 10^{-8}\,N, \ -(y)\ axis$$

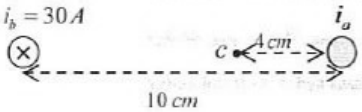
2) اتجاه محور y الموجب .

$$F_B = 1.89 \times 10^{-8}\,N, \ +(x)\ axis$$

3) اتجاه محور z السالب .

$$F_B = 0$$

س5) يبين الشكل المجاور سلكين مستقيمين طويلين ومتوازيين . إذا انعدم المجال المغناطيسي عند النقطة (c) فاحسب شدة التيار المار في السلك (a) وحدد اتجاهه .



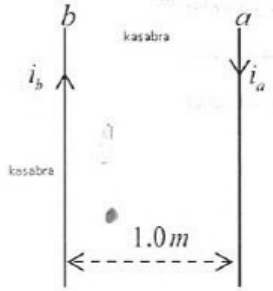
$$B_1 = B_2$$

$$\frac{\mu_0 i_1}{2\pi d_1} = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi d_2}$$

$$\frac{i_1}{d_1} = \frac{i_2}{d_2} \Rightarrow i_1 = \frac{30 \times 4\times10^{-2}}{6\times10^{-2}} = 20\,A$$

داخل الصفحة

س6) سلكان مستقيمان متوازيان تفصل بينهما مسافة $(1.0m)$ ويحملان تيارين متعاكسين فإذا كان $(i_a = \frac{1}{3} i_b)$, احسب بعد النقطة التي يكون عندها المجال المغناطيسي يساوي صفراً عن السلك (a) .



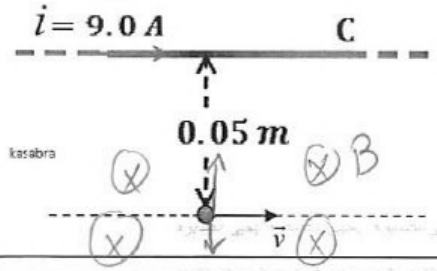
$$B_a = B_b$$

$$\frac{\mu_0 \frac{1}{3} i_b}{2\pi (d)} = \frac{\mu_0 i_b}{2\pi (1+d)}$$

$$3d = 1 + d \Rightarrow 2d = 1 \Rightarrow d = \frac{1}{2}$$

موقع المناهج الإماراتية
www.alManahj.com/ae

س7) جسيم كتلته $(1.0\times10^{-6}\ Kg)$ وشحنته (q) يتحرك بسرعة $(1.0\times10^{3}\ m/s)$ على طول مسار أفقي وعلى بعد $(0.05\ m)$ من سلك مستقيم حامل للتيار وبشكل مواز له , احسب مقدار شحنة الجسيم إذا كان مقدار التيار في السلك $(9.0\ A)$, ثم حدد نوع الشحنة .

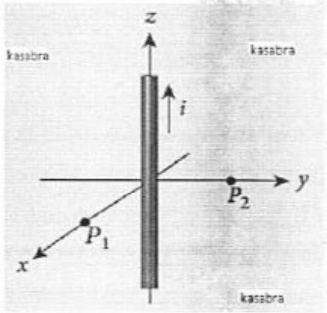


$$B=\frac{\mu_0 i}{2\pi d}=\frac{4\pi\times10^{-7}\times9}{2\times0.05}=3.6\times10^{-5}\ T$$ داخل الصفحة

$$qvB=mg$$
$$q\times1\times10^{3}\times3.6\times10^{-5}=1\times10^{-6}\times9.81$$
$$q=(+)2.725\times10^{-4}\ C$$

س8) اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :

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



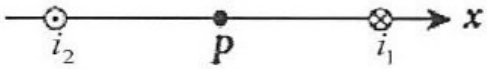
أ) $P_2(+x)$ $P_1(+y)$

ب) $P_2(+x)$ $P_1(-y)$

ج) $P_2(-x)$ $P_1(-y)$

د) $P_2(-x)$ $P_1(+y)$

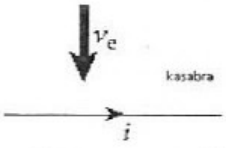
2) في الشكل المجاور , ما اتجاه المجال المغناطيسي عند النقطة p



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 إتجاه سوف ينحرف الإلكترون .



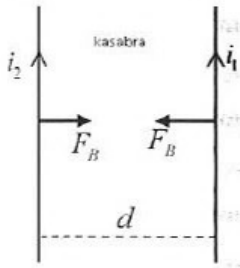
أ) نحو اليسار ب) نحو اليمين

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 $(15\ C)$ بنقطة في زمن $(1.5\times10^{-3}\ s)$, فما مقدار المجال المغناطيسي على مسافة $(26\ m)$ من صاعقة البرق .

أ) $7.69\times10^{-5}\ T$ ب) $421\times10^{-2}\ T$ ج) $9.22\times10^{-3}\ T$ د) $5.3\times10^{-5}\ T$

القوة المغناطيسية المتبادلة بين سلكين متوازيين

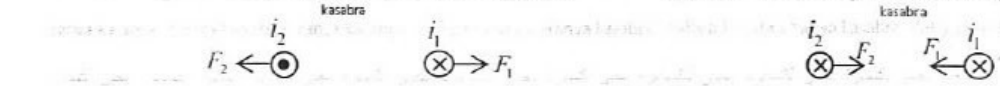


$$F_B=\frac{\mu_0 i_1 i_2 L}{2\pi d}$$

d : البعد بين السلكين

اتجاه القوة :

التياران بنفس الاتجاه : القوة المتبادلة تجاذب التياران متعاكسان : القوة المتبادلة تنافر



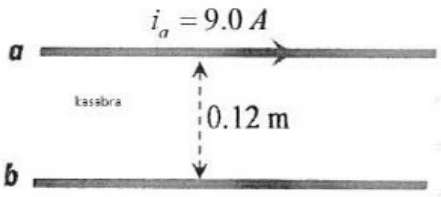
حسب قانون نيوتن الثالث تكون : $\vec{F}_{12}=-\vec{F}_{21}$ القوة على السلك الأول تساوي وتعاكس القوة على نفس الطول من السلك الثاني

تعريف الأمبير :

هو التيار الثابت الذى لو مر في موصلين مستقيمين طويلين يبعدان عن بضعهما (1m) في الفراغ سيؤثر كل منهما في الطول من [illegible] بقوة مقدارها $(2\times10^{-7}\ N)$.

موقع المناهج الإماراتية
www.alManahj.com/ae

س9) في الشكل المجاور يجذب السلك (a) وحدة الأطوال من السلك (b) بقوة مغناطيسية مقدارها $(2.1\times10^{-4}\ N)$:



1) احسب شدة التيار المار في السلك (b) وحدد اتجاهه .

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

$$2.1\times10^{-4} = \frac{4\times10^{-7}\times 9\times i_2\times(1)}{2\times 0.12} \Rightarrow i_2 = 14\ A$$

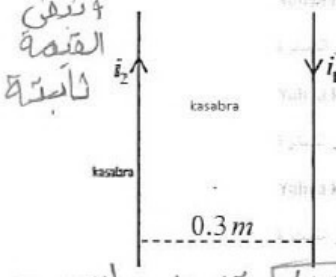
للسيمين

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

تتعاكس الاتجاه القوة وتبقى القيمة ثابتة

س10) في الشكل المجاور إذا كان التيار (i_1) ضعف التيار (i_2) , وكان مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة في وحدة الأطوال لكل منهما تساوي $(6\times10^{-4}\ N)$ فأجب عما يلي : $(\ell = 1\,m)$

$$i_2 = \frac{1}{2} i_1$$



1) ما نوع القوة بين السلكين . تنافر

2) احسب شدة التيار المار في كل من السلكين ؟

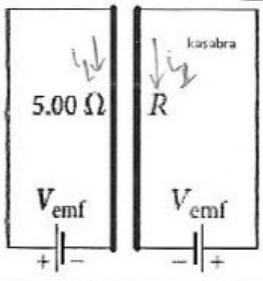
$$F_{12} = \frac{\mu_0 i_2^2 \times 2\times L}{2\pi \times d} \Rightarrow \frac{4\times10^{-7}\times (i_2)^2\times 2\times(1)}{2\times 0.3} = 6\times10^{-4}$$

$$i_2 = 21.21\ A \qquad i_1 = 42.42\ A$$

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

تتضاعف أربع مرات 4X

س11) وصل سلكان يبلغ طول كل منهما $(25\,cm)$ ببطاريتين منفصلتين جهد كل منهما $(9.0V)$ كما في الشكل , مقاومة السلك الأول $(5.0\,\Omega)$ ومقاومة السلك الآخر (R) , إذا كانت المسافة الفاصلة بين السلكين $(4.0\,mm)$, احسب مقدار (R) التي ستولد قوة بين السلكين $(6.75\times10^{-5}\ N)$ وهل هي قوة تجاذب أم قوة تنافر .



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

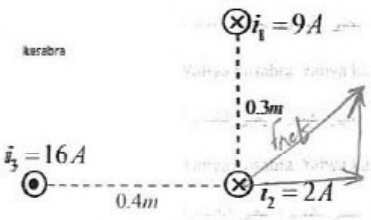
$$i_1 = \frac{9}{5} = 1.8A$$

$$6.75\times10^{-5} = \frac{4\times10^{-7}\times 1.8\times i_2\times 0.25}{2\times 0.004}$$

$$i_2 = 3A \Rightarrow R = \frac{\Delta V}{i} = \frac{9}{3} = 3\,\Omega$$

قوة تجاذب

س12) 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 .

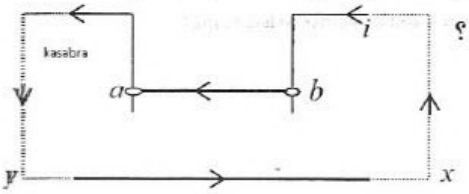


$$F_{12} = \frac{4\times10^{-7}\times 9\times 2\times(1)}{2\times 0.3} = 1.2\times10^{-5}N \quad \text{تجاذب}$$

$$F_{32} = \frac{4\times10^{-7}\times 2\times 16\times(1)}{2\times 0.4} = 1.6\times10^{-5}N \quad \text{تنافر}$$

$$F_{net} = \sqrt{(1.2\times10^{-5})^2 + (1.6\times10^{-5})^2} = 2\times10^{-5}\ N$$

س13) في الشكل المجاور السلك المستقيم (xy) طويل جداً والسلك (ab) طوله $(0.15\,m)$ ووزنه $(0.02N)$ 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 $(1.2\,cm)$ ؟



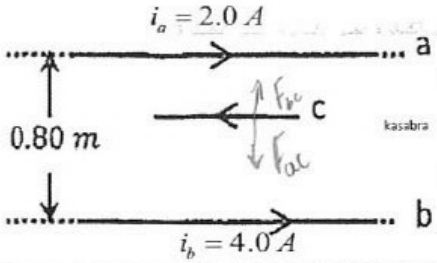
$$F_B = F_g$$

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

$$\frac{4\times10^{-7}\times i^2\times 0.15}{2\times 0.012} = 0.02 \Rightarrow i = 5.14\ A$$

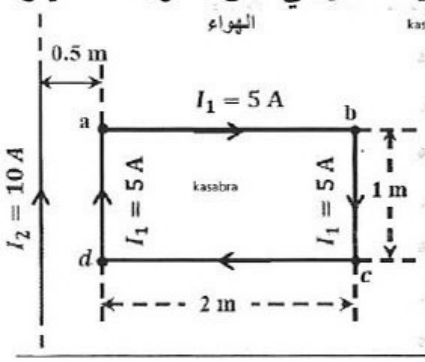
موقع المناهج الإماراتية
www.alManahj.com/ae

س14) 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) .



$$F_{ac} = F_{bc}$$
$$\frac{\mu_0 i_a i_c L}{2\pi d_a} = \frac{\mu_0 i_b i_c L}{2\pi d_b}$$
$$d_a = \frac{i_a d_b}{i_b} = \frac{2 \times 0.8 - d_a}{4} \Rightarrow d_a = 0.26_m$$

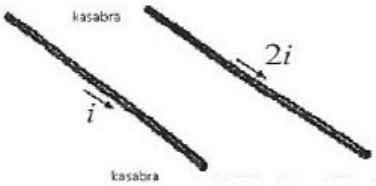
س15) سلك مستقيم طويل يحمل تيار $(i_2 = 10\ A)$ وضعت بالقرب منه حلقة مستطيلة الشكل في نفس مستوى السلك يمر فيها تيار شدته $(i_1 = 5.0\ A)$, احسب محصلة القوة المغناطيسية على الحلقة .



$$F_{1 on ad} = \frac{\mu_0 i_1 i_2 L}{2\pi \times d} = \frac{4\times10^{-7} \times 5 \times 10}{2 \times 0.5} = 2\times10^{-5}\ N(-x)$$
$$F_{1 on bc} = \frac{\mu_0 i_1 i_2 L}{2\pi \times d} = \frac{4\times10^{-7} \times 5\times10}{2 \times 2.5} = 4\times10^{-6}\ N(+x)$$
$$F_{net} = 4\times10^{-6} - 2\times10^{-5} = 1.6\times10^{-5}\ N(-x)$$

س16) 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 تياران 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

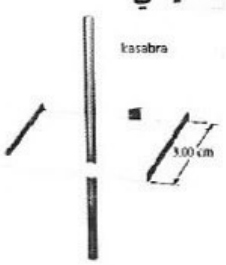
قانون أمبير

خلال حلقة مغلقة تسمى الحلقة الأمبيرية يكون : $\oint \vec{B}.d\vec{s} = \mu_o\, i_{enc}$

i_{enc} : التيار الكلي داخل الحلقة الأمبيرية .

يشبه قانون جاوس في الكهرباء .

س17) في الشكل الحلقة المحيطة بالسلك مربعة الشكل طول ضلعها $(3.0\,cm)$ ومتوسط المجال المغناطيسي المقيس على أضلاعها $(3.0\times10^{-4}\ T)$ احسب مقدار التيار في السلك .

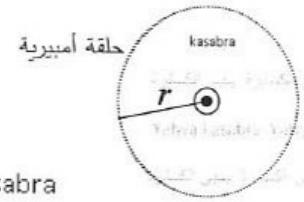


$$\oint \vec{B}.ds = \mu_0\, i_{enc}$$
$$3\times10^{-4} \times (3\times10^{-2}) * 4 = 4\pi\times10^{-7} \times i_{enc}$$
$$i_{enc} = 28.65\ A$$

موقع المناهج الإماراتية
www.alManahj.com/ae

kasabra

استنتاج علاقة المجال المغناطيسي خارج سلك طويل مستقيم (أو سلك اسطواني طويل)



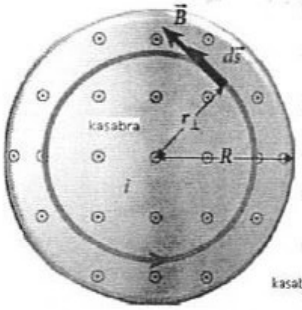
$$\oint \vec{B}.d\vec{s} = \mu_o i_{enc}$$

$$B\oint ds = \mu_o i_{enc}$$

$$B(2\pi r) = \mu_o i$$

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

استنتاج علاقة المجال المغناطيسي داخل سلك طويل مستقيم (أو سلك اسطواني طويل)



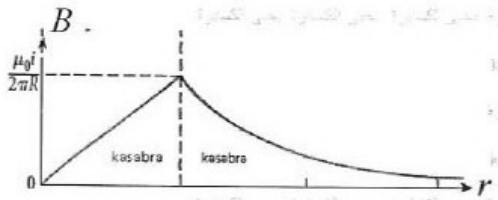
$$\oint \vec{B}.d\vec{s} = \mu_o i_{enc} \quad , \quad i = JA$$

$$B\oint ds = \mu_o JA$$

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

$$B = \frac{\mu_o i r}{2\pi R^2}$$

ملخص المجال المغناطيسي لسلك طويل مستقيم نصف قطر مقطعه R .

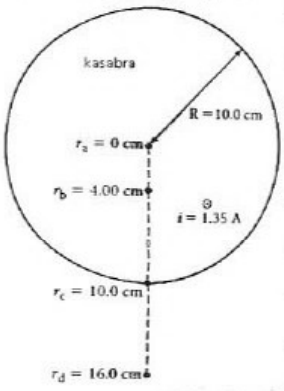


* خارج السلك : $B = \frac{\mu_o i}{2\pi r}$ r : البعد عن مركز السلك

* داخل السلك : $B = \frac{\mu_o i r}{2\pi R^2}$ R : نصف قطر السلك

* سطح السلك : $B = \frac{\mu_o i}{2\pi R}$ (أكبر مجال)

س18) الشكل يبين مقطعاً عرضياً من موصل أسطواني طويل مصمت , يبلغ نصف قطر الأسطوانة (10cm) يتوزع تيار مقداره (1.35A) بانتظام على الموصل ويمر باتجاه خارج الصفحة احسب مقدار المجال المغناطيسي في المواقع التالية .



1) $r_a = 0cm$ $B = 0$

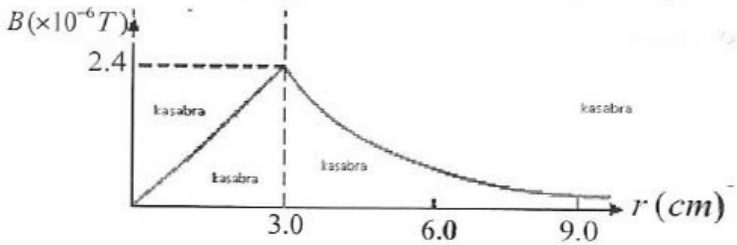
2) $r_b = 4.0cm$ $B = \frac{\mu_o(1.35)(4\times10^{-2})}{2\pi(0.1)^2}$

$B = 1.08\times10^{-6}\,T$

3) $r_c = 10cm$ $B = \frac{\mu_o \times 1.35}{2\pi \times (0.1)} = 2.7\times10^{-6}\,T$

4) $r_d = 16cm$ $B = \frac{\mu_o \times 1.35}{2\pi \times (0.16)} = 1.6875\times10^{-6}\,T$

س19) الرسم البياني المجاور يبين تغير المجال المغناطيسي بتغير البعد عن مركز سلك اسطواني طويل يحمل تيار :



1) ما مقدار نصف قطر السلك . $(0.03)m$

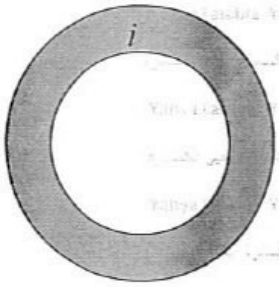
2) احسب شدة التيار المار في السلك .

$2.4\times10^{-6} = \frac{4\times10^{-7}\times i}{2\pi \times 0.03}$

$i = 0.3\,A$

موقع المناهج الإماراتية
www.alManahj.com/ae

س20) في الشكل اسطوانة موصلة طويله ومجوفة نصف قطرها الداخلي $(5.0\,cm)$ ونصف قطرها الخارجي $(7.0\,cm)$ تحمل تياراً $(0.1A)$ موزع بانتظام على مساحة السلك , احسب مقدار المجال المغناطيسي عند كل من المسافات التالية من مركز الأسطوانة باستعمال قانون أمبير .



1) $r = 4.0\,cm$

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

$B = \frac{\mu_0 \times 0}{2\pi r} = 0\,T$

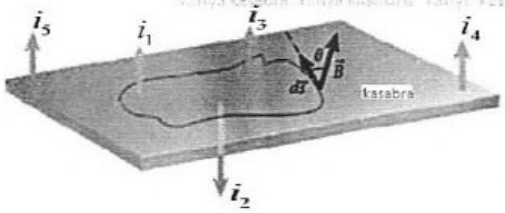
2) $r = 9.0\,cm$

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

$B = \frac{4\times10^{-7} \times 0.1}{2\times(0.09)} = 2.2\times10^{-7}\,T$

س21) اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :

1) ما مقدار $\oint \vec{B}.d\vec{s}$ خلال الحلقة الأمبيرية الموضحة في الشكل .



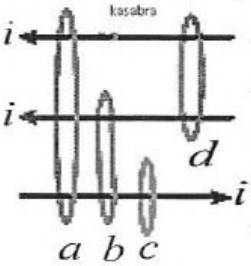
أ) $\mu_o(i_1 - i_2 + i_3)$

ب) $\mu_o(i_1 + i_3)$

ج) $\mu_o(i_4 - i_2 + i_5)$

د) $\mu_o(i_1 - i_2 + i_3 + i_4 + i_5)$

2) تحمل الأسلاك الثلاثة تيارات بالمقدار نفسه , في الاتجاهات الموضحة في الشكل وتظهر أربع حلقات أمبيرية , ما الحلقة الأمبيرية التي يكون فيها مقدار $\oint \vec{B}.d\vec{s}$ عند أقصى قيمه له .



أ) a ب) b

ج) c د) d

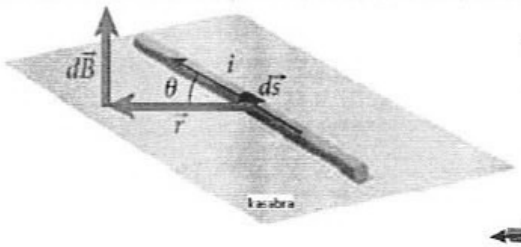
3) سلك اسطواني يحمل تيار منتظماً أين يوجد أكبر مقدار للمجال المغناطيسي :

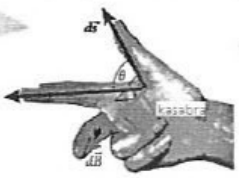
أ) عند مركز المقطع العرضي للسلك ب) في منتصف المقطع العرض للسلك

ج) على السطح د) خارج السلك

قانون بيوسافار

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





ds : جزء من طول السلك .

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

kasabra
موقع المناهج الإماراتية
www.alManahj.com/ae