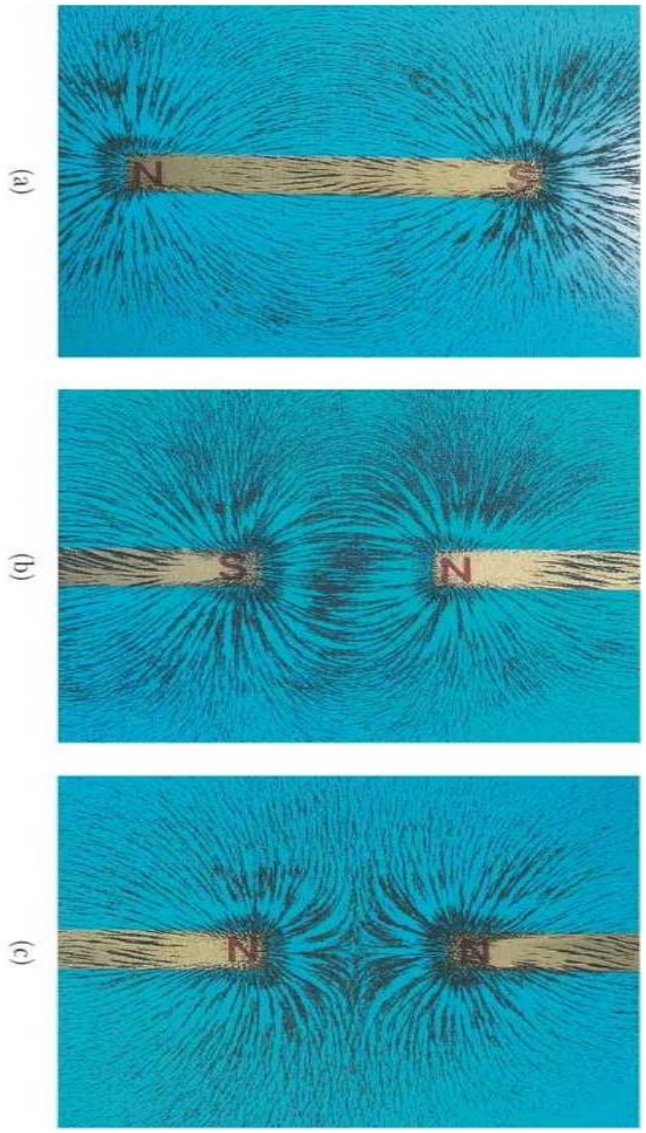
Magnetic fields المجالات المغناطيسية

The powder spread on the surface is coated with an organic material that adheres to the greasy residue in a fingerprint. A magnetic “brush” removes the excess powder and makes the fingerprint visible. (James King-Holmes/Photo Researchers, Inc.)

المجالات المغناطيسية Magnetic fields



المغناطيسية في المغناطيس ناتجة عن تيارات كهربية صغيرة بسبب حركة الشحنات داخل ذرات المادة

تحيط بالمغناطيس منطقة مجال مغناطيسي تحدث نتيجة مرور تيار كهربي، وتتخذ خطوط القوى المغناطيسية نمطا حسب ترتيب قطبي المغناطيس

المجالات المغناطيسية Magnetic fields

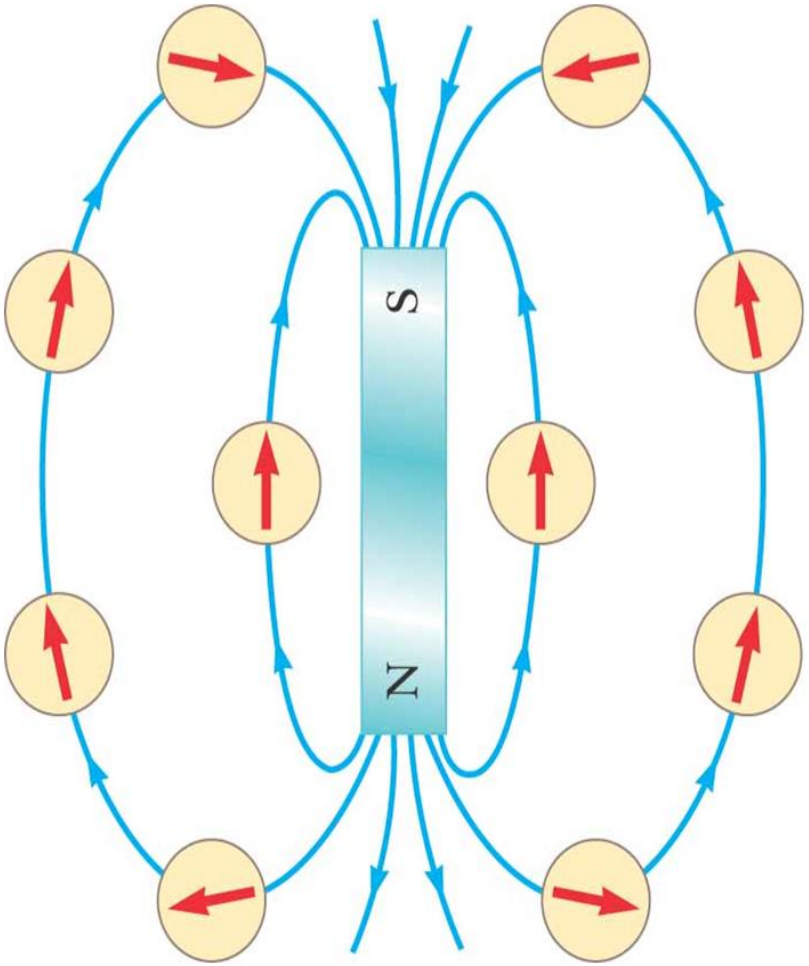
- كثافة خطوط القوى المغنطيسية دلالة على شدة المجال المغناطيسي H

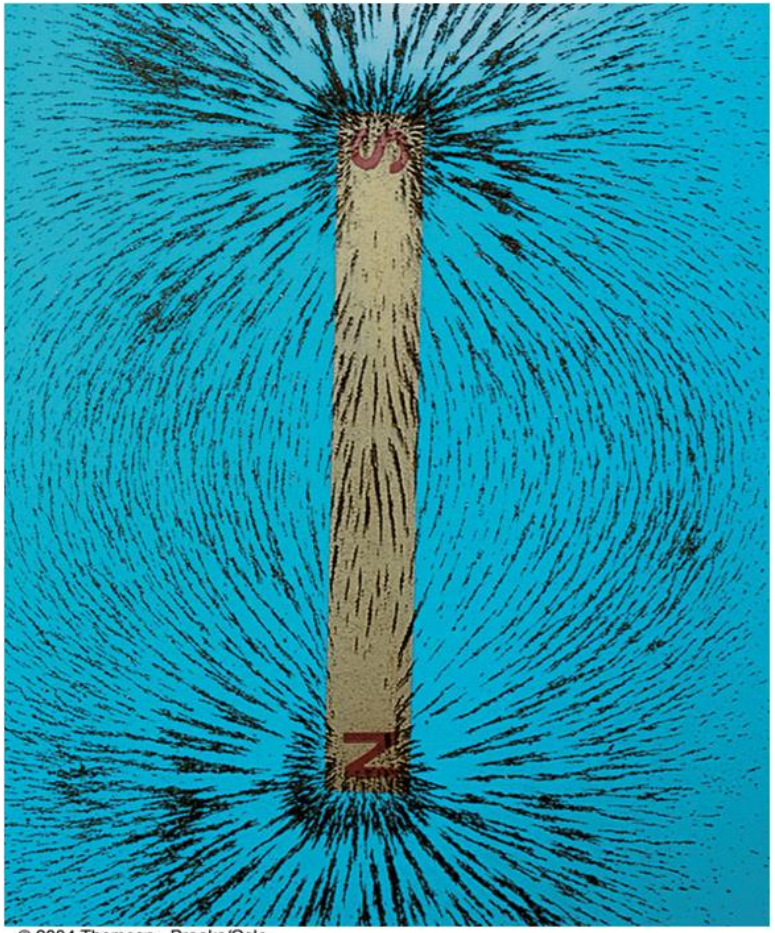
أو كثافة الحث المغناطيسي B ، والعلاقة بينهما في الفراغ هي:

$$B = \mu_o H$$

- حيث μ_o هي النفاذية المغناطيسية للفراغ وتساوي $4\pi \times 10^{-7}$ Wb/A.m
- وحدة H هي A/m أما وحدة B فهي Wb/m^2 أو تسلا (T) tesls

Magnetic fields المجالات المغناطيسية





© 2004 Thomson - Brooks/Cole

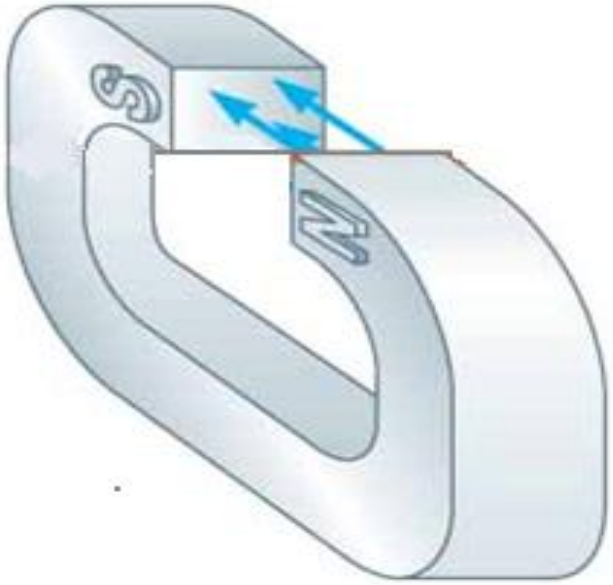
المجالات المغناطيسية Magnetic fields

- يسمى العدد الكلي لخطوط القوى المغناطيسية التي تخترق سطح مساحته S بالتدفق أو الفيض (flux) المغناطيس ويعطى بالعلاقة:

- $\Phi = B\ S\ \cos\theta$

حيث q هي الزاوية بين العمودي على السطح واتجاه خطوط القوى

المجالات المغناطيسية Magnetic fields



إذا كان الحث B منتظما وعموديا على السطح أي أن خطوط القوى متوازية مع العمودي ($\theta=0$) فإن:

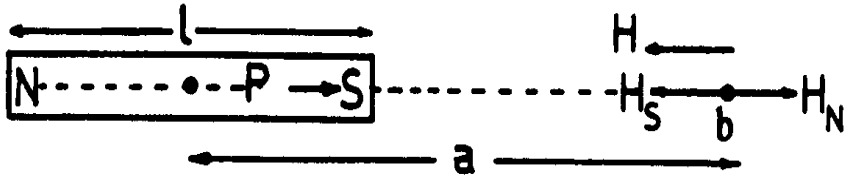
$$\Phi = B\,S$$

المجالات المغناطيسية Magnetic fields

المجال المغنطيسي لذي القطبين المغناطيسي الذي طوله/ عند نقطة تقع على مسافة a من منتصفه وعلى امتداد محوره يعطى بالعلاقة:

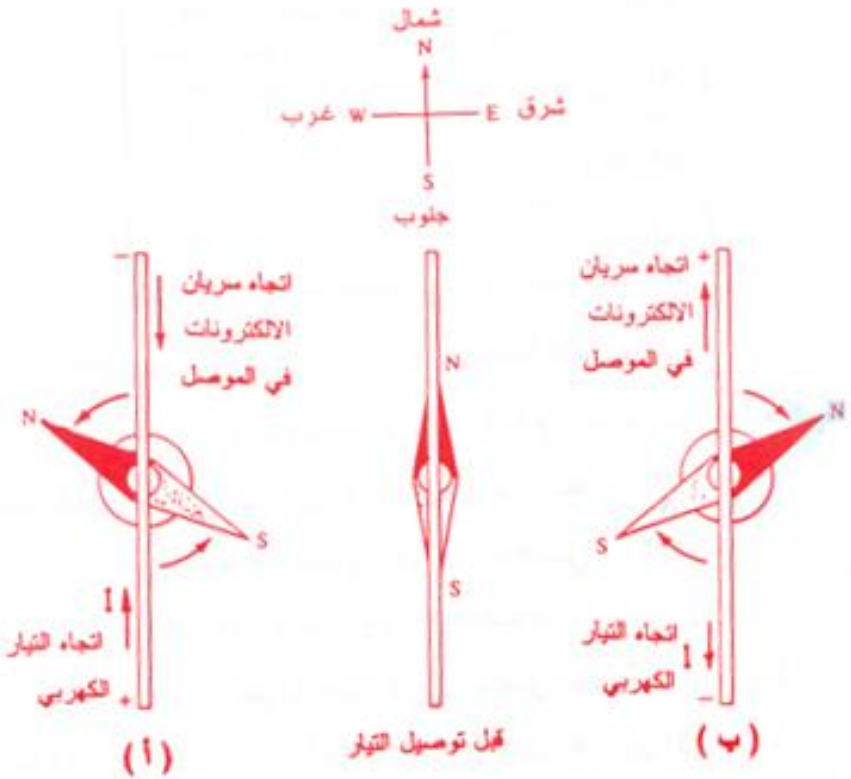
$$H = \frac{1}{2\pi}\frac{P_m}{a^3} = \frac{1}{2\pi}\frac{ml}{a^3}$$

حيث m شدة المغناطيس و P_m عزم المغناطيس



شكل (٤-٣) : حساب المجال المغناطيسي لمغناطيس دائم عند نقطة تقع على امتداد محوره مثل النقطة b .

المجالات المغناطيسية Magnetic fields



شكل (٤-٤) : توضيح تجربة أورستد التي تربط بين اتجاه سريان التيار I وانحراف الابرة المغناطيسية (N,S) نتيجة للمجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيار في الموصل في الحالتين أ و ب .

لوحظت العلاقة بين الظاهرتين الكهربية والمغناطيسية عن طريق أورست (١٨٢٠) عند انحراف ابرة مغناطيسية وضعت بجوار سلك يحمل تيارا كهربيا.

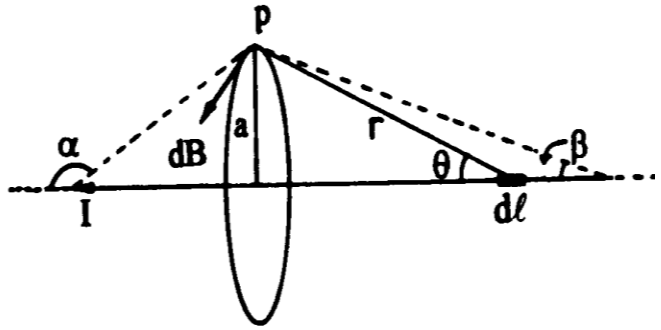
المجالات المغناطيسية Magnetic fields

الحث المغناطيسي لموصل مستقيم

الحث المغناطيسي B الناتج عن مرور تيار كهربي I في سلك رفيع مستقيم عند نقطة على مسافة a خارج السلك يعطى بالعلاقة:

$$B = \frac{\mu_o}{2\pi}\frac{I}{a}$$

$$\therefore H = \frac{B}{\mu_o} = \frac{1}{2\pi}\frac{I}{a}$$



توضيح لحساب الحث المغناطيسي عند النقطة p والناتج عن مرور تيار كهربي في موصل مستقيم .

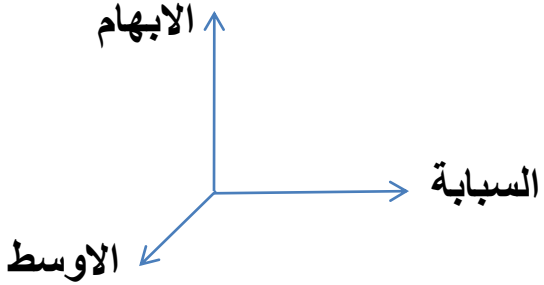
المجالات المغناطيسية Magnetic fields

القوة المغناطيسية المؤثرة على موصل

$$F = I\,L\,B\sin\theta$$

θ هي الزاوية بين الموصل والحث B ، L طول الموصل

باستخدام اليد اليسرى نحدد اتجاه التيار I (الأصبع الأوسط) والقوة F (الإبهام) والحث B (السبابة).



المجالات المغناطيسية Magnetic fields

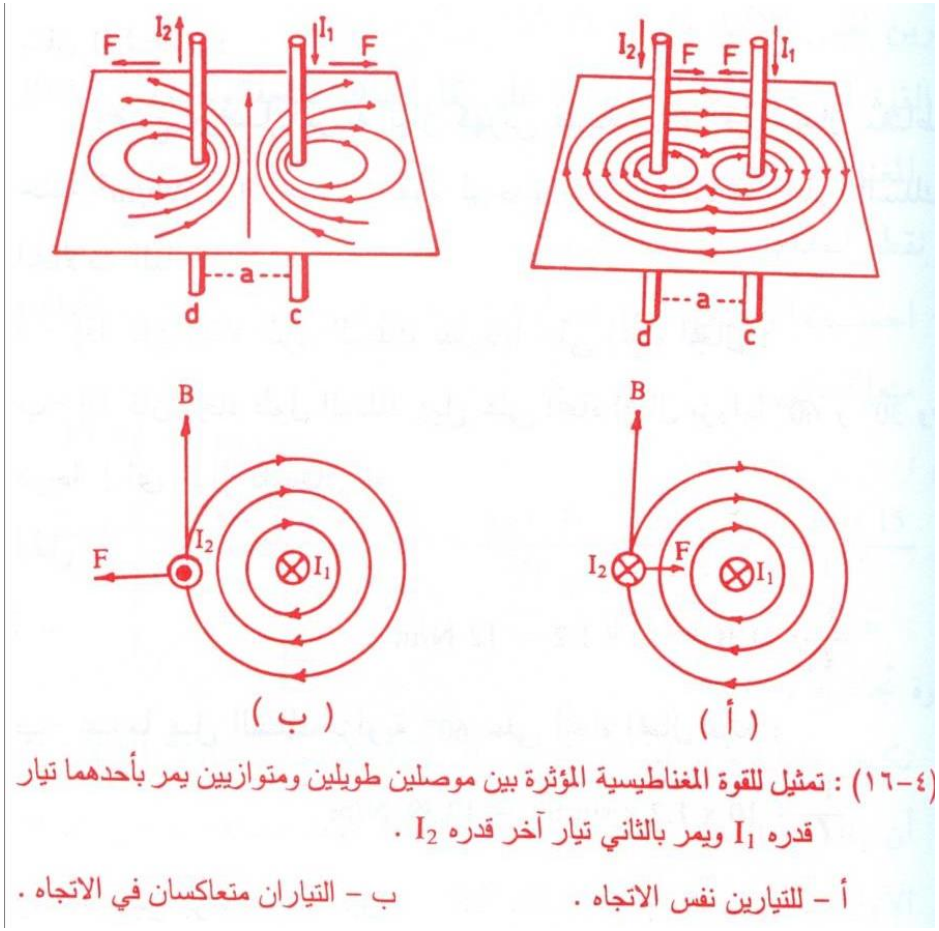
- يمكن التعبير عن التيار I بدلالة الإلكترونات المتحركة داخل الموصل حيث يقطع الالكترون الطول L في زمن t وبسرعة v، إذن:

$$F = I\,L\,B\sin\theta = I\,t\,v\,B\sin\theta$$

$$\because q = I\,t$$

$$\therefore F = q\,v\,B\sin\theta$$

المجالات المغناطيسية Magnetic fields



(١٦-٤) : تمثيل للقوة المغناطيسية المؤثرة بين موصلين طويلين ومتوازيين يمر بأحدهما تيار قدره I_1 ويمر بالثاني تيار آخر قدره I_2 .

أ – للتيارين نفس الاتجاه .

ب – التياران متعاكسان في الاتجاه .

القوة المغناطيسية بين موصلين طويلين

$$F = \frac{\mu_o}{2\pi}\frac{I_1 I_2}{a} L$$

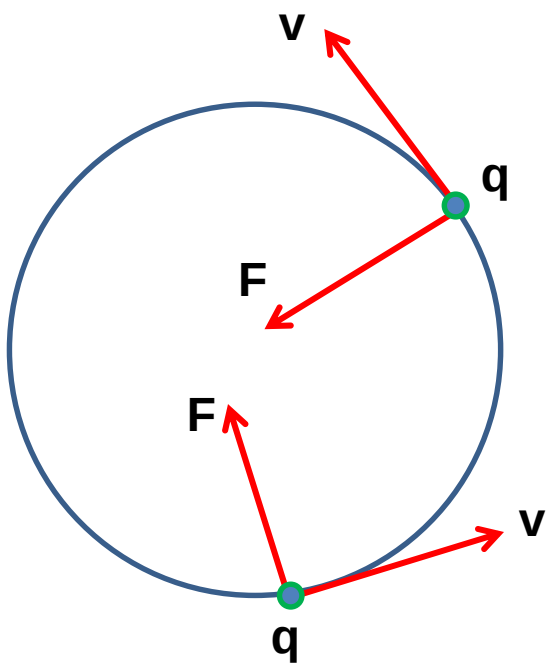
والقوة المؤثرة على وحدة الأطوال هي:

$$\frac{F}{L} = \frac{\mu_o}{2\pi}\frac{I_1 I_2}{a}$$

المجالات المغناطيسية Magnetic fields

مدار جسيم مشحون في مجال مغناطيس

يتحرك الجسيم في مدار دائري نصف قطره R وتحت تأثير قوة F متعامدة مع اتجاه سرعته v . وتبقى الشحنة في مدارها بسبب القوة المغناطيسية F وقوة الطرد المركزي F’ المساوية لها:



$$F = q\ v\ B$$

$$F' = m\frac{v^2}{R}$$

$$\therefore R = \frac{m\ v}{B\ q}$$

والسرعة الزاوية تعطى بالعلاقة: $\omega = \frac{v}{R}$

المجالات المغناطيسية Magnetic fields

مثال (٤-٥) :

وضع موصل يمر به تيار كهربي قيمته 10 A في مجال مغناطيسي حثه $1.2\ Wb/m^2$ أحسب القوة لوحدة الأطوال المؤثرة على السلك في الحالات التالية :

أ - إذا كان اتجاه طول السلك عمودياً على اتجاه المجال .

ب- إذا كان اتجاه طول السلك يميل على اتجاه المجال بزوايا 60° و 30° وصفر درجة (أي مواز للمجال) .

أ - $\frac{F}{\ell} = I\ B = 10 \times 1.2 = 12\ N/m$

ب- عندما يميل السلك بزاوية 60° على اتجاه المجال فإنه :

$\frac{F}{\ell} = 10 \times 1.2 \times \sin 60 = 10.39\ N/m$

وعندما يميل بزاوية 30° فإن :

$\frac{F}{\ell} = 10 \times 1.2 \times \sin 30 = 6.0\ N/m$

وعندما يميل بزاوية صفر فإن :

$\frac{F}{\ell} = 10 \times 1.2 \times \sin 0 = 0$

المجالات المغناطيسية Magnetic fields

مثال (٤ - ٦) :

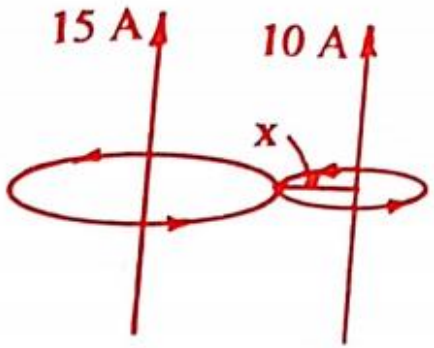
سلكان طويلان متوازيان يمر بأحدهما تيار كهربي قدره 10 A ويمر بالآخر تيار كهربي قدره 15 A فإذا كانت المسافة بينهما 20 cm وكان للتيارين نفس الاتجاه فاحسب :

أ - القوة لوحدة الأطوال المؤثرة على كل سلك نتيجة وجوده في المجال المغناطيسي للسلك الآخر .

ب- نقطة انعدام المجال المغناطيسي .

ج - احسب ما ورد في الفقرتين أو ب مرة أخرى إذا كان للتيارين اتجاهين متعاكسين .

المجالات المغناطيسية Magnetic fields



الحل :

أ- $\frac{F}{\ell} = \frac{\mu_o I_1 I_2}{2\pi a} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 10 \times 15}{2\pi \times 20 \times 10^{-2}}$

$= 15 \times 10^{-5}$ N/m

والقوة تجاذبية .

ب- تكون نقطة انعدام المجال بين السلكين عندما يتساوى المجالان أي أن $B_1 = B_2$ فإذا فرض أن هذه النقطة تبعد مسافة x عن السلك الأول فيكون بعدها عن السلك الثاني (0.2 – x) وباستخدام المعادلة (4-13) يحصل على :

$$\frac{\mu_o I_1}{2\pi x} = \frac{\mu_o I_2}{2\pi (0.2 - x)}$$

$$\therefore \quad x I_2 = (0.2 - x) I_1$$

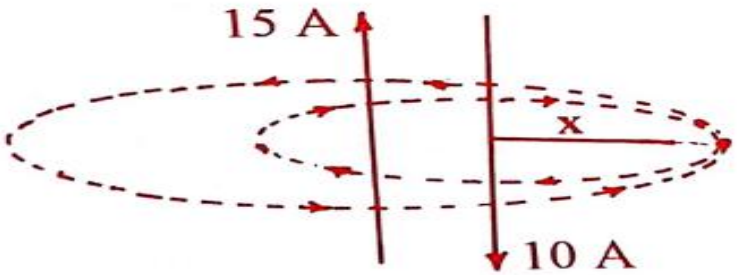
$$\therefore \quad x = \frac{o.2 I_1}{I_2 + I_1} = \frac{0.2 \times 10}{15 + 10} = 0.08 \text{ m} = 8 \text{ cm}$$

المجالات المغناطيسية Magnetic fields

أي أن نقطة الانعدام تبعد مسافة قدرها 8 cm عن السلك الأول و 12 cm عن السلك الآخر.

ج- إذا كان لسريان التيارين اتجاهين متعاكسين فإن قيمة قوة وحدة الأطوال المؤثرة على كل سلك هي نفس القيمة السابقة ولكن هذه القوة تنافرية .

أما نقطة انعدام المجال المغناطيسي ستكون خارج السلكين وبالقرب من السلك ذا التيار الأصغر ، كما في الشكل . إذا فرض أن بعد هذه النقطة عن السلك الأول x فإن بعدها عن السلك الآخر x + 0.2 :



$$\frac{10\mu_o}{2\pi x} = \frac{15\mu_o}{2\pi\,(x + 0.2)}$$

$$\frac{10}{x} = \frac{15}{x + 0.2}$$

$$\therefore \quad x = 0.4\ \text{m} = 40\ \text{cm}$$

أي أن نقطة الانعدام تبعد مسافة قدرها 40 cm عن السلك الأول و 60 cm عن السلك الآخر.

المجالات المغناطيسية Magnetic fields

مثال (٤-٨) :

تُنيت حزمة من الأشعة المهبطية cathode ray ، فشكلت دائرة نصف قطرها 2 cm بواسطة مجال مغناطيسي حثه $4.5 \times 10^{-3}\ Wb/m^2$ احسب سرعة الالكترونات وسرعتها الزاوية .

الحل :

حسب المعادلة (4-46) فإن السرعة هي :

$$v = \frac{B\ e\ R}{m} = \frac{(4.5 \times 10^{-3})(1.6 \times 10^{-19})(2 \times 10^{-2})}{(9.11 \times 10^{-31})}$$

$$= 1.58 \times 10^{7}\ m/s$$

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{1.5 \times 10^{7}}{2 \times 10^{-2}} = 7.8 \times 10^{8}\ rad/s$$

كما يمكن حسابها من المعادلة (4-47) كالتالي :

$$\omega = \frac{e\ B}{m} = \frac{1.6 \times 10^{-9} \times 4.5 \times 10^{-3}}{9.11 \times 10^{-31}} = 7.9 \times 10^{8}\ rad/s$$

المجالات المغناطيسية Magnetic fields

مسائل ١، ٢، ٣، ٤، ١٢، ١٣، ١٥، ١٨، ١٩ صفحة ١٧٤ في الكتاب

١) مجال مغناطيسي حثه B يساوي $3\ Wb/m^2$ ويتجه مع محور z احسب التدفق المغناطيسي Φ المار خلال سطح مربع مساحته $2\ m^2$ إذا كان مستوى السطح يعمل زاوية قدرها 15^o مع المحور z.

المجالات المغناطيسية Magnetic fields

٢) احسب قيمة المجال المغناطيسي عند نقطة تبعد 100 cm من موصل طويل ورفيع ويحمل تيارا قيمته 1 A.

المجالات المغناطيسية Magnetic fields

٣) يحمل سلك طويل ورفيع تيارا قدره 10 A ، احسب المسافة من هذا السلك إلى النقطة التي يكون فيها الحث المغناطيسي مساويا 10^{-4} T .

المجالات المغناطيسية Magnetic fields

٤) سلكان طويلان متوازيان المسافة بينهما 0.2 m يحمل أحدهما تيارا قدره 20 A والآخر 15 A كما في الشكل، احسب شدة المجال المغناطيسي عند النقطتين p_1 و p_2 .

المجالات المغناطيسية Magnetic fields

١٢) سلك طويل يحمل تيارا شدته 50 A، وضع في مجال مغناطيسي منتظم قيمة حثه $0.2\ Wb/m^2$ ويصنع السلك زاوية قدرها 30^o مع اتجاه المجال. احسب القوة المغناطيسية الواقعة على وحدة الأطوال للسلك.

المجالات المغناطيسية Magnetic fields

١٣) سلك طويل طوله 75 cm ويحمل تيارا قدره 2.4 A ومحمول على محور x وضع هذا السلك في مجال مغناطيسي منتظم ويتجه مع محور z قيمته 1.6 T ، احسب القوة المغناطيسية على هذا السلك وحدد الاتجاه.

المجالات المغناطيسية Magnetic fields

١٥) إذا كانت سرعة إلكترون تساوي 10^7 m/s وكان اتجاه السرعة متعامدا مع مجال مغناطيسي، ما هي شدة هذا المجال إذا كان قطر مدار الالكترون يساوي مترا واحدا.

المجالات المغناطيسية Magnetic fields

١٨) شحنة قيمتها $6x10^{-6}$ C تتحرك بسرعة قدرها 1500 m/s في اتجاه محور x وفي مجال مغناطيسي حثه 80 N/A.m واقع في المستوى xy ويصنع زاوية قدرها 30^{o} مع محور x ، احسب قيمة واتجاه القوة المؤثرة على هذه الشحنة.

المجالات المغناطيسية Magnetic fields

١٩) يتحرك بروتون بسرعة قدرها $4x10^{6}$ m/s في مجال مغناطيسي حثه 1.7 T الذي أُثر عليه بقوة مغناطيسية قدرها $8.2x10^{-13}$ N . ما قيمة الزاوية بين سرعة البروتون واتجاه المجال؟.

المجالات المغناطيسية Magnetic fields

امتحان قصير:

١. وحدة قياس الحث المغناطيسي هي Tesla وهي تساوي:

أ) A/m ب) Wb/A.m ج) Wb/m^2 د) $Wb.m^2$

٢. سلك طويل ورفيع يحمل تيارا كهربائيا قدره 5 A ، المسافة بوحدة cm من هذا السلك إلى النقطة التي يكون فيها الحث المغناطيسي مساويا 10^{-5} T هي (حيث أن نفاذية الفراغ: $\mu_o = 4\pi x10^{-7}$ Wb/A.m):

أ) 1 ب) 10 ج) 0.1 د) 20

٣. إذا كانت سرعة إلكترون 10^8 m/s وكان اتجاه السرعة متعامدا مع مجال مغناطيسي حثه يساوي 2 T، فإن القوة المغناطيسية المؤثرة عليه هي بوحدة N (حيث أن شحنة الإلكترون: $e^- = 1.6 \times 10^{-19}$ C):

أ) 3.2×10^{-11} ب) 8×10^{-10} ج) 1.6×10^{-11} د) 1.6×10^{-19}

١. إذا مر تيار قدره 10 A في موصل رفيع وطويل، فإن مقدار المسافة a بين هذا الموصل والنقطة التي يكون عندها الحث المغنطيسي يساوي 5×10^{-5} T هي (حيث أن $\mu_o = 4\pi \times 10^{-7}$ Wb/m.A):

أ) 0.04 m ب) 0.4 m ج) 4 m د) 0.08 m

٢. يمر تيار كهربي مقداره 20 A بموصل طوله 10 m يوازي مجالا مغناطيسيا حثه 0.001 T ، فالقوة المغناطيسية المؤثر ة على الموصل تساوي:

أ) 0.2 ب) 2 ج) 10 د) صفر

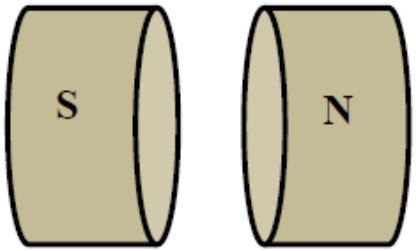
٣. التسلا Tesla هي وحدة قياس الحث المغناطيسي في نظام الوحدات الدولية وتساوي:

أ) Wb ب) Wb/m ج) Wb/m^2 د) Wb/A.m

المجالات المغناطيسية Magnetic fields

امتحان قصير:

– كثافة الفيض (التدفق) المغناطيسي بين قطبي المغناطيس في الشكل المجاور تساوي (بوحدة Wb):



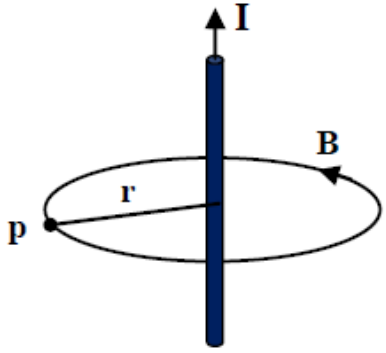
أ) B.S.cos(0) ب) B.S.cos(90)

ج) B.S.cos(45) د) B.S.cos(30)

) سلكان طويلان متوازيان يمر بأحدهما تيارا كهربائيا قدره 10 A وبالآخر 15 A ، فإذا كانت المسافة بينهما 20 cm فإن القوة لوحدة الأطوال المؤثرة على أي من الموصلين نتيجة وجوده في المجال المغناطيسي للموصل الآخر هي (بوحدة N/C):-

أ) 1.0×10^{-4} ب) 1.5×10^{-4} ج) 1.5×10^{-5} د) 1.5×10^{-3}

أ) 50 ب) 4 ج) صفر د) 100



– الحث المغناطيسي B عند النقطة P والتي تبعد مسافة r عن الموصل في الشكل المجاور يعطى بالعلاقة:

أ) $B = 2\pi\mu_o \frac{I}{r}$ ب) $B = \frac{\mu_o}{2\pi} \frac{I}{r}$ ج) $B = \frac{\mu_o}{2} \frac{I}{r}$ د) $B = \mu_o \frac{I}{r}$

– إذا تحرك إلكترون في مجال مغناطيسي حثه 8 T ومتأثرا بقوة مغناطيسية قدرها 3.2×10^{-12} N فإن سرعته تساوي (بوحدة m/s):

أ) 4×10^{7} ب) 3×10^{8} ج) 2.5×10^{6} د) 3.2×10^{7}

المجالات المغناطيسية Magnetic fields

امتحان قصير:

) سلكان طويلان متوازيان يمر بأحدهما تيارا كهربائيا قدره 10 A وبالآخر 15 A ، فإذا كانت المسافة بينهما 20 cm فإن القوة لوحدة الأطوال المؤثرة على أي من الموصلين نتيجة وجوده في المجال المغناطيسي للموصل الآخر هي (بوحدة N/C):-

أ) $1.0x10^{-4}$ ب) $1.5x10^{-4}$ ج) $1.5x10^{-5}$ د) $1.5x10^{-3}$