محاضرات في التأثير المغناطيسي للتيار الكهربائي

القوى والمجالات المغناطيسية

المجال المغناطيسي [1]

الشحنات الكهربائية

ساكنة : [قوة كهروستاتيكية (قوة كولوم) ← مجال كهربائي]

متحركة : [قوة كهرومغناطيسية ← مجال مغناطيسي]

المجال المغناطيسي

[2]هو المنطقة التي تنشأ حول الشحنات الكهربائية المتحركة وتؤثر الشحنات من خلالها على أي مادة مغناطيسية أو أي شحنة كهربائية أخرى متحركة داخل هذه المنطقة .

إذا : حيثما يوجد تيار كهربائي (شحنات كهربائية متحركة) يوجد مجال مغناطيسي ، والمجال المغناطيسي ينشأ بفعل شحنات كهربائية متحركة أو بمجال كهربائي متناوب ويؤثر فقط على شحنات كهربائية متحركة .

خطوط المجال المغناطيسي :

خطوط وهمية يدل اتجاه الخط منها عند أي نقطة (أو المماس للخط عند تلك النقطة إذا كان منحنيا) على اتجاه المجال

أو (خط المجال المغناطيسي) هو المسار الذي يتخذه قطب شمالي مفرد حر الحركة في المجال المغناطيسي

الفيض المغناطيسي [3] Φ

هو العدد الكلي لخطوط المجال المغناطيسي التي تخترق مساحة معينة

وحدة القياس : ويبر Weber للفيض أسماء أخرى (الدفق المغناطيس -- أو السيل المغناطيسي)

شدة المجال المغناطيسي عند نقطة B (كثافة الفيض)

تقاس بعدد خطوط المجال المغناطيسي التي تمر عموديا بوحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة

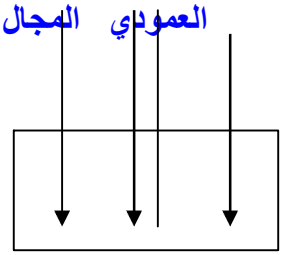
شدة المجال المغناطيسي كمية فيزيائية متجهة وحدة القياس الدولية : ويبر / متر مربع = تسلا

العلاقة بين الفيض وكثافة الفيض :

$$\Phi = A\ B \cos\theta$$

حيث θ هي الزاوية بين اتجاه المجال المغناطيسي والعمودي على السطح

A مساحة السطح



متى يكون الفيض أكبر ما يمكن ؟

إذا كانت خطوط المجال عمودية على السطح يعني أن الزاوية θ تساوي صفرا

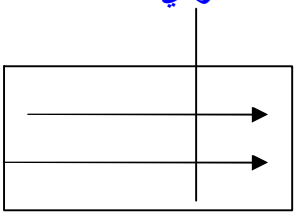
متى يكون الفيض المغناطيسي أقل ما يمكن ؟

إذا كانت خطوط المجال موازية للسطح يعني أن الزاوية θ تساوي ٩٠ درجة

خصائص خطوط المجال المغناطيس :

خطوط مغلقة لا تنقطع ولا تتقاطع وتكون متوازية في حالة المجال المنتظم وتنعدم عند نقطة التعادل واتجاهها عند نقطة يحدده اتجاه القطب الشمالي لإبرة مغناطيسية عند تلك النقطة

١ـ خط المجال المغناطيسي يمثل مسارا مغلقا ليس له نقطة بداية أو نهاية يكون اتجاهه خارج المغناطيس من القطب الشمالي إلى الجنوبي ثم يكمل الدورة في الداخل من الجنوبي إلى الشمالي



---

[1]أول من اكتشف الظاهرة هم الأغر يق منذ أكثر من ٢٥٠٠ سنة في بلدة مغنسيا واليها يرجع الاسم وحجر المغناطيس هو خام الماجنتيت (أكسيد الحديد المغناطيسي ومن المصطلحات المغناطيسية (قطب المغناطيس) منطقة بالقرب من طرف المغناطيس تتركز فيها قوة الجذب ومن القوانين الهامة (الأقطاب المغناطيسية المتشابهة تتنافر والمختلفة تتجاذب)

[2]المجال المغناطيسي لمغناطيس : هو المنطقة التي تحيط بالمغناطيس وتظهر فيها آثار قوته المغناطيسية

[3]الفيض المغناطيسي يساوي

(أ) شدة المجال المغناطيسي (ب) عدد خطوط المجال العمودية على وحدة المساحات (ج) عدد خطوط المجال التي تخترق وحدة المساحات في أي اتجاه

(د) عدد خطوط المجال التي تخترق مساحة ما في أي اتجاه

٢ – لا تتقاطع : لان المجال عند نقطة معينة لا يمكن أن يكون له سوى اتجاه واحد وبالتالي لا يمر بهذه النقطة سوى خط فيض واحد[4]

٣- اتجاه خط المجال عند نقطة يحدده اتجاه القطب الشمالي لإبرة مغناطيسية موضوعة عند تلك النقطة (اتجاه المجال يكون مماسا لخط الفيض عند تلك النقطة)

٤- في المجال المغناطيسي المنتظم تكون الخطوط مستقيمة ومتوازية

المجال المغناطيسي المنتظم هو المجال الذي تكون كثافة فيضه متساوية المقدار موحدة الاتجاه عند جميع النقاط الواقعة فيه وتكون خطوط المجال متوازية والمسافات بينها متساوية (يوجد المجال المنتظم بين قطبين مختلفين متقابلين - مغناطيس على شكل حذوة الفرس)

٥ – تعدم خطوط المجال المغناطيسي عند نقطة التعادل : نقطة التعادل هي منطقة خالية تماما من خطوط الفيض المغناطيسي حيث تعدم شدة المجال المغناطيسي

٦ – خطوط المجال المغناطيسي تعمل كخيوط مشدودة مرنة تحاول تقصير أطوالها[5]

القوة المغناطيسية المؤثرة على جسيم مشحون متحرك

استنتج العلاقة $F = QvB \sin\theta$

بما أن القوة المغناطيسية المؤثرة على جسيم مشحون متحرك تتوقف على

١. مقدار الشحنة الكهربائية $F \propto Q$ تناسب طردي

٢. شدة المجال المغناطيسي $F \propto B$ تناسب طردي

٣. مركبة السرعة العمودية على اتجاه المجال $F \propto v\sin\theta$ تناسب طردي

$$F \propto QBv \sin\theta$$

$$F = constant QBv\sin\theta$$

الثابت يساوي واحد عندما تكون القوة واحد نيوتن والشحنة واحد كولوم والسرعة واحد متر / ثانية وشدة المجال المغناطيسي واحد تسلا

$$F = QBv\sin\theta$$

$$\therefore B = \frac{F}{Qv\sin\theta}$$

شدة المجال المغناطيسي[6] : هي القوة التي يؤثر بها المجال المغناطيسي على وحدة الشحنات الموجبة التي تتحرك بوحدة السرعات عند تلك النقطة في اتجاه عمودي على اتجاه المجال

التسلا[7] : هي شدة مجال مغناطيسي يؤثر بقوة مقدارها واحد نيوتن على شحنة مقدارها واحد كولوم تتحرك بسرعة واحد متر / ثانية في اتجاه عمودي على اتجاه المجال

$$T = \frac{N}{C\,m/s} = \frac{N\cdot s}{C\cdot m} = \frac{N\cdot s}{\frac{A}{s}\cdot m} = \frac{N}{A\cdot m} = \frac{Weber}{m^2}$$

توجد وحدة أخرى غير دولية لقياس شدة المجال هي الجاوس حيث أن واحد تسلا = 10^4 جاوس

---

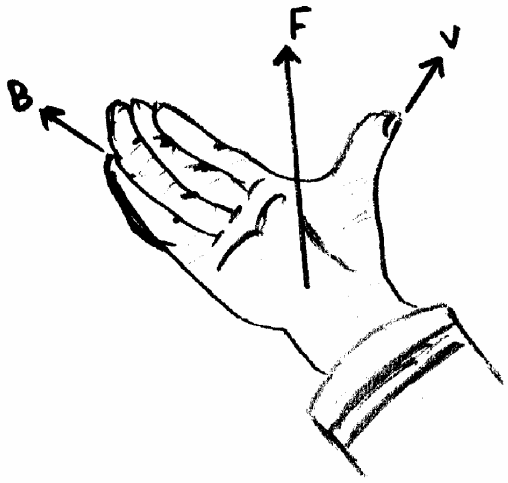
[4] علل : خطوط المجال المغناطيسي لا تتقاطع ؟

[5] علل تتجاذب الأقطاب المغناطيسية المختلفة ؟

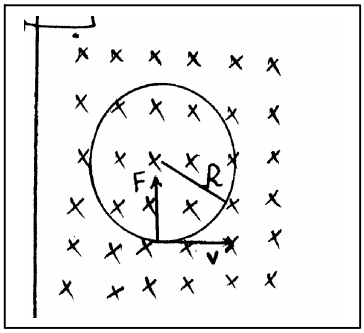
[6] عرف شدة المجال المغناطيسي ؟

[7] ماذا نقصد بأن مجالا شدته ٣ تسلا ؟

اثبت أن التسلا تساوي(ويبر / متر مربع) بثلاث طرق مختلفة ؟
كيف تحدد اتجاه القوة المغناطيسية ؟
باستخدام قاعدة راحة اليد اليمنى .



حركة شحنة كهربائية في مجال مغناطيسي منتظم



لتكن
V سرعة البروتون
B شدة المجال المغناطيسي
F القوة المغناطيسية المؤثرة على البروتون
Q شحنة البروتون
R نصف قطر المسار الدائري الذي يتحرك البروتون عليه
بما أن البروتون يدخل عموديا على المجال إذا يتأثر بقوة مغناطيسية عمودية على اتجاه حركته مقدارها $F = B\,Q\,v$ وهذه القوة لا تبذل شغلا على الجسيم ولكنها تسبب تغير المسار إلى مسار دائري بنصف قطر R وبالتالي تنشأ قوة مركزية تساوي القوة المغناطيسية

$$F = \frac{mv^2}{R} = QvB$$

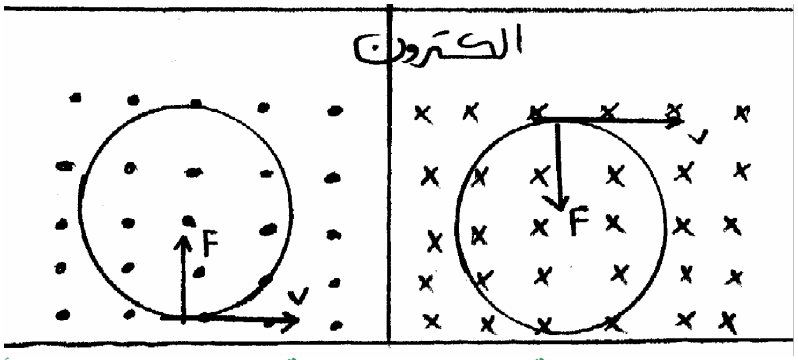
نلاحظ أن نصف قطر المسار يعتمد فقط على سرعة الجسيم حيث العلاقة طردية بينهما

$$\therefore R = \frac{mv}{QB}$$

تطبيق رياضي

تحرك الكترون بسرعة 2×10^7 m/s عموديا على مجال مغناطيسي شدته 1.5 Tesla إذا كانت شحنة الإلكترون تساوي 1.6×10^{-19} C أجب عن

١. ارسم مسار الإلكترون داخل المجال المغناطيسي مبينا شكل المسار واتجاه الحركة واتجاه المجال واتجاه القوة المؤثرة عليه
٢. احسب القوة التي تؤثر على الإلكترون
٣. ماذا يحدث لشكل المسار إذا قلت سرعة الإلكترون عن النتيجة المذكورة ؟

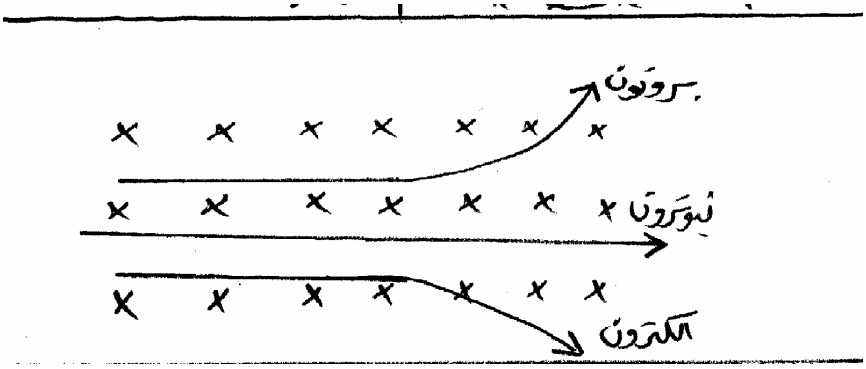


علامة x تدل على أن المجال يخترق الصفحة إلى الداخل علامة · تدل على المجال إلى أعلى

المعطيات $Q_e = 1.6 \times 10^{-19}$ C $B = 1.5$ T $v = 2 \times 10^7$ m / s

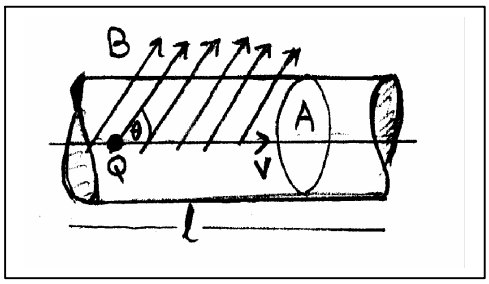
$$F = Qvb\sin\theta$$
$$F = 1.6\times10^{-19}\times2\times10^{7}\times1.5\times\sin 90$$

عندما تقل سرعة الإلكترون ينقص نصف قطر المسار



حساب القوة المغناطيسية المؤثرة على موصل يسري فيه تيار كهربائي وموضوع في مجال مغناطيسي منتظم[8]

استنتج العلاقة $F = BI\ell\sin\theta$



بما أن الموصل يحمل تيارا (شحنات كهربائية متحركة)
اذا القوة المؤثرة على الموصل تساوي القوى المؤثرة
على هذه الشحنات جميعا
وبما أن الشحنة الكلية = Q n A ل
وبما أن القوة المؤثرة على شحنة واحدة هي
$F = QBv\sin\theta$
إذا القوة المؤثرة على الشحنة الكلية هي $F = QnA\ell vB\sin\theta$

ومن تعريف شدة التيار الكهربائي = الشحنة الكلية / الزمن $I = \frac{nQA\ell}{t} = QnvA$ حيث أن $v = \frac{\ell}{t}$

بالتعويض عن Q n v A ← I في علاقة القوة المؤثرة على الشحنة الكلية نحصل على العلاقة
$F = BI\ell\sin\theta$ وتستخدم لحساب القوة المؤثرة على موصل يمر فيه تيار كهربائي وتتذكر هذه العلاقة بكلمة (بيل)

---

[8] استنتج قيمة القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك مستقيم يمر فيه تيار كهربائي ومائلا بزاوية (θ) على اتجاه خطوط مجال مغناطيسي منتظم ؟

$$B = \frac{F}{I\ell}$$

التسلا : هي كثافة فيض تولد قوة واحد نيوتن على سلك طوله واحد متر يمر فيه تيار شدته واحد أمبير

$$T = \frac{N}{A \bullet m}$$

وموضوع عموديا على اتجاه خطوط المجال المغناطيسي

تطبيق رياضي : سلك طوله 80 cm ويمر به تيار شدته 2 A وضع في مجال مغناطيسي كثافة فيضه 0.040 T احسب القوة المؤثرة عليه إذا كان (أ) موازيا للمجال المغناطيسي (ب) عموديا على المجال (جـ) يصنع مع المجال زاوية قياسها 30^o

$$F_1 = BI\ell \sin 0 = 0$$

$$F_2 = BI\ell \sin 90 = 0.040 \times 2 \times 0.80 \times 1 = 0.064N$$

F_3= 0.040x2x0.80x0.5=0.032 N

مسألة رقم ٢ سلك مستقيم طوله ٤٠ سنتيمتر موضوع في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه 10^{-2} تسلا بحيث يصنع مع المجال زاوية قياسها 30^o جد شدة التيار الذي إذا مر في السلك فانه يتأثر بقوة قدرها ٠,٠٠٥ نيوتن ؟

$$F = BI\ell \sin\theta$$

$$0.005 = 10^{-2} \times I \times 0.40 \times \frac{1}{2}$$

$$I = \frac{0.005 \times 2}{0.40 \times 10^{-2}} = 2.5A$$

العزم المؤثر على ملف مستطيل يسري فيه تيار كهربائي وموجود في مجال مغناطيسي منتظم

استنتج العلاقة[9] $\tau = BIAN \sin\theta$

لتكن

ملف على شكل مستطيل abcd طوله ℓ_1 وعرضه ℓ_2

A مساحة الملف

O M العمودي على مستوى الملف

Θ الزاوية بين العمودي على مستوى الملف والمجال

I شدة التيار المار في الملف

N عدد لفات الملف

لحساب العزم الذي يؤثر به المجال على الملف نقسم الملف الى أربعة أضلاع

الضلع ab والضلع cd تؤثر عليهما

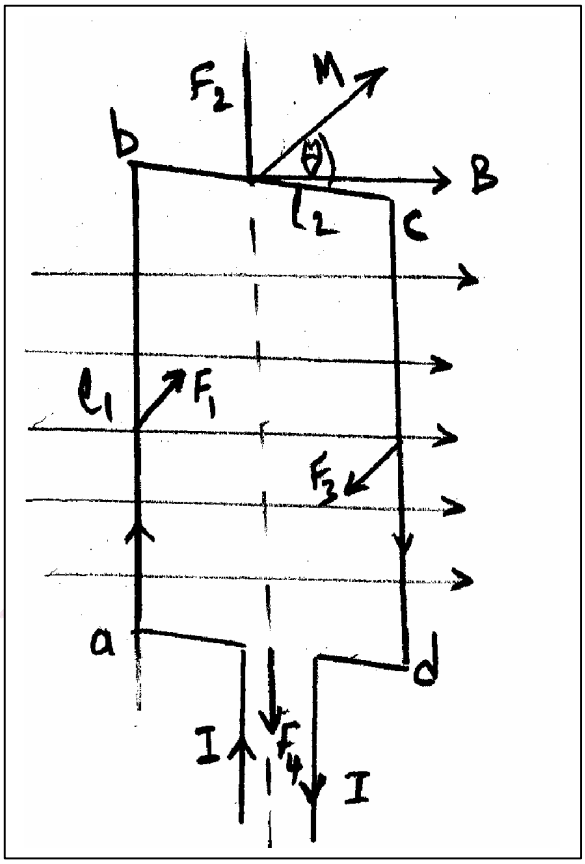
قوتان متساويتان هما $F_1 = F_3 = BI\ell_1$ وتشكلان ازدواجا

عزمه = احدى القوتين × البعد العمودي بينهما

$$\tau = Bi\ell_1 \times \ell_2 \sin\theta$$

$$\tau = BIA \sin\theta$$

$$\tau_N = BINA \sin\theta$$



بينما الضلعين الآخرين تؤثر عليهما $F_2 = F_4$ وهما قوتان متساويتان في المقدار متضادتان في الاتجاه وخط عملهما على استقامة واحدة وبالتالي العزم الناتج عنهما يساوي صفرا

---

[9] أقصى قيمة للعزم المؤثر على ملف مستطيل الشكل موضوع في مجال مغناطيسي منتظم ويمر به تيار ثابت هي عندما يكون مستوى الملف (أ) عموديا على اتجاه المجال (ب) موازيا لاتجاه المجال (جـ) يصنع زاوية قياسها ٤٥ درجة مع الفيض (د) لا يعتمد العزم على الزاوية بين مستوى الملف واتجاه المجال

ملاحظات هامة

١. **عندما يكون مستوى الملف موازيا للمجال فان الزاوية θ تساوي ٩٠ درجة ويكون عزم الازدواج المؤثر على الملف أكبر ما يمكن** $\tau_{max} = BIAN$

٢. **عندما يكون مستوى الملف عموديا على المجال فان الزاوية θ تساوي صفرا ويكون عزم الازدواج المؤثر على الملف يساوي صفرا**

٣. **وحدة قياس عزم الازدواج =وحدة قوة × وحدة بعد = N. m**

تطبيق رياضي

ملف مستطيل يمر فيه تيار كهربائي شدته 2A وموضوع في مجال مغناطيسي شدته 5 tesla إذا كانت مساحة الملف $20\ cm^2$ وعدد لفاته ٢٠٠ لفة احسب عزم الازدواج المؤثر على الملف في الحالات الآتية

١. **مستوى الملف يصنع زاوية قياسها ٦٠ درجة مع خطوط المجال**

٢. **مستوى الملف عمودي على خطوط المجال**

٣. **مستوى الملف موازي لخطوط المجال**

الحل

المعطيات $B= 5\ tesla$ $I = 2A$ $N= 200$ $A= 20\ cm^2 = 20 \times 10^{-4} m^2$

مستو الملف عمودي على الفيض	مستوى الملف موازي للفيض	مستوى الملف يصنع زاوية ٦٠° مع الفيض
$\tau = BIAN\sin\theta$ $\tau = 5x2x20\times10^{-4}\times200\times\sin 0$ $\tau = 0$	$\tau = 5\times2\times20\times10^{-4}\times200\times$ $\tau = 4$	$\theta = 90-60 = 30$ $\tau = 5\times2\times20\times10^{-4}\times200\sin 30$ $\tau = 4\times0.5 = 2N.m$

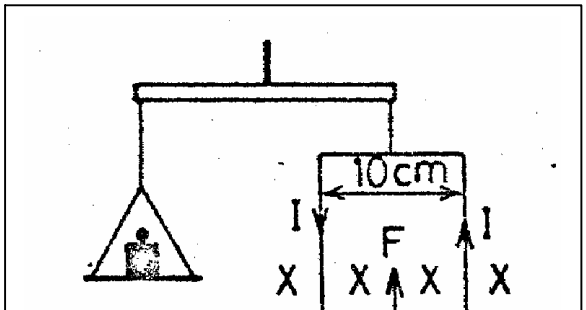
٢- في المسألة السابقة إذا كانت مساحة الملف $0.08m^2$ وشدة التيار ٣ أمبير وشدة المجال المغناطيسي ٠,٥ تسلا أوجد نفس المطلوب في الحالات الثلاثة ؟ (مسألة للتدريب) الحل [٠ ، 24N.m ، 12N.m]

٣- ملف مستطيل طوله 12cm وعرضه 10 cm وعدد لفاته ٥٠ لفة وضع في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه ٠,٤ تسلا . أوجد قيمة شدة التيار الذي إذا مر في الملف فانه يتأثر بازدواج عزمه 0.72N.m [3A]

٤- ملف دائري عدد لفاته ١٠٠ لفة وشدة التيار المار فيه 10A وضع في مجال مغناطيسي شدته 0.2Tesla إذا كانت مساحة مقطع الملف $0.3m^2$ احسب النهاية العظمى لعزم الازدواج المؤثر مع توضيح وضع الملف بالنسبة لخطوط المجال [الجواب : ٦٠ نيوتن . متر عندما يكون مستوى الملف موازيا للمجال]

٥- ملف مستطيل (XWYZ) عدد لفاته ٤٠ لفة ومعلق في مجال مغناطيسي شدته 0.25 Tesla بحيث يكون مستوى الملف موازيا للمجال إذا كانت أبعاد الملف 12cm للسلك العمودي على المجال و 10 cm للسلك الموازي للمجال احسب شدة التيار الذي يمر في الملف إذا كان عزم الازدواج المؤثر على الملف يساوي 0.24N.m [الجواب 2A]

٦- ملف نحاسي مستطيل الشكل مكون من ٩ لفات طول اللفة 70cm وعرضها 10 cm يمر فيه تيار كهربائي شدته 0.1 A علق في إحدى كفتي ميزان



بحيث كان الطول رأسيا وكان الجزء الأسفل من الملف
موضوع في مجال مغناطيسي منتظم عمودي على
مستوى الملف وبعد اتزان الميزان عكس اتجاه التيار
في الملف فوجد أنه يلزم إضافة كتلة مقدارها 8.78gm
في الكفة الأخرى ليحدث الاتزان . إذا علمت أن عجلة
الجاذبية الأرضية $9.8m/s^2$ احسب شدة المجال
المغناطيسي [الجواب : 0.478 tesla]

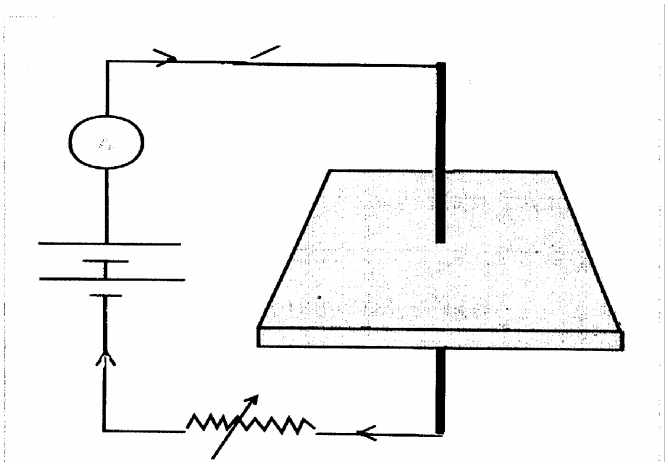
٧- ملف مستطيل الشكل مساحته $12x10^{-3}m^2$ وعدد لفاته ٥٠ لفة ويمر به تيار شدته ٣ أمبير وضع مستواه عموديا على اتجاه مجال مغناطيسي منتظم شدته ٠,٤ تسلا عزم الازدواج المؤثر على الملف بوحدة نيوتن . متر

(أ) صفر (ب) ٠,٩ (جـ) ٠,٣٦ (د) ٠,٧٢

المجال المغناطيسي للتيار الكهربائي

١- المجال المغناطيسي لتيار كهربائي مستمر يمر في سلك مستقيم

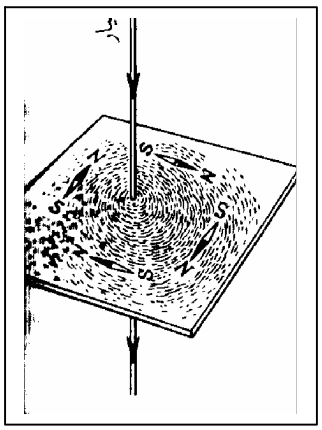
التجربة العملية :

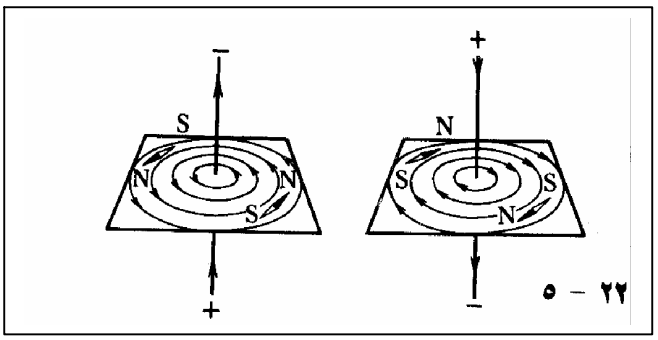


الغرض من التجربة :
تخطيط المجال المغناطيسي لتيار كهربائي مستمر يمر في سلك مستقيم رأسي
الأدوات : ورق مقوى – بوصلة – سلك معزول – أميتر – مفتاح كهربائي – بطارية – برادة حديد – ريوستات
خطوات العمل :

١- نصل دائرة كما بالشكل
٢- نرتب مجموعة البوصلات حول السلك ونلاحظ أنها تشير إلى اتجاه الزوال المغناطيسي الأرضي
٣- نغلق الدائرة حتى يمر تيار مناسب خلالها ونلاحظ اتجاه الأقطاب الشمالية للبوصلات
٤- نفتح الدائرة ونبعد البوصلات ثم ننثر برادة الحديد حول السلك – نقفل الدائرة ونطرق لوح الورق طرقا خفيفا
٥- نفتح الدائرة ونبعد برادة الحديد ثم نرتب البوصلات حول السلك ونغلق الدائرة ونلاحظ اتجاه الأقطاب الشمالية للبوصلات لمعرفة اتجاه خطوط المجال حول السلك
٦- نلاحظ أقطاب البطارية ونتعرف على تأثير اتجاه التيار على اتجاه المجال
٧- نطبق قاعدة اليد اليمنى أو البريمة لماكسويل لتحديد اتجاه المجال حول السلك
٨- نرسم شكلا للمجال المغناطيسي حول السلك

شكل المجال
خطوط المجال عبارة عن دوائر مغلقة منتظمة متحدة المركز مركزها السلك ذاته وفي مستوى عمودي على السلك





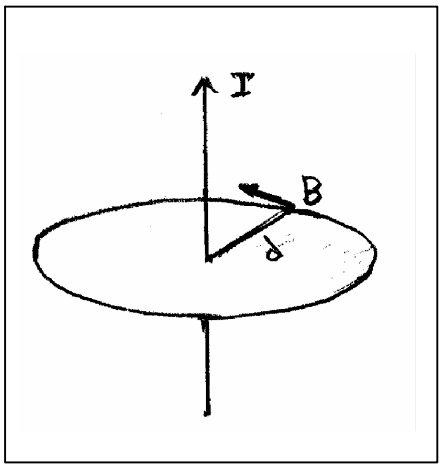
٥ – ٢٢

تعيين اتجاه خطوط المجال حول الموصل :

١. قاعدة قبضة اليد اليمنى : عندما تقبض اليد اليمنى على الموصل بحيث يشير الإبهام إلى اتجاه التيار الكهربائي فان اتجاه الأصابع الملتفة حول السلك يحدد اتجاه خطوط الفيض المغناطيسي .
٢. قاعدة البريمة اليمنى لماكسويل : إذا أدرت بريمة بحيث يشير اتجاه اندفاعها إلى اتجاه التيار فان اتجاه دوراتها يحدد اتجاه خطوط المجال المغناطيسي (تسمى أيضا هذه القاعدة – قاعدة اللولب اليميني اللف)
٣. باستخدام بوصلة مغناطيسية صغيرة : إذا وضعت بوصلة على لوح الورق المقوى الذي يخترقه الموصل فان الاتجاه الذي يتخذه قطبها الشمالي يدل على اتجاه خطوط الفيض المغناطيسي

تعيين شدة المجال المغناطيسي عند نقطة بالقرب من السلك [10] :
العوامل التي تتوقف عليها شدة المجال المغناطيسي هي
١. شدة التيار الكهربائي (I) ⟵ تناسب طردي مع شدة المجال (B αI)
٢. بعد النقطة عن السلك (d) ⟵ تناسب طردي مع شدة المجال (B α1/d)

الاستنتاج



$$\because B \propto I$$
$$\because B \propto \frac{1}{d}$$
$$\therefore B \propto \frac{I}{d}$$
$$\therefore B = C \cdot \frac{I}{d}$$
$$\therefore B = \frac{\mu}{2\pi} \cdot \frac{I}{d}$$
$$\mu \Rightarrow MagneticPermeabilty$$

$\mu_\circ$ ⟵ ثابت السماحية (النفاذية) للفراغ = $4\pi \times 10^{-7}$ وبر / أمبير . متر

إذا العلاقة في حالة سلك موضوع في الهواء تكتب على الصورة [11] :

$$B = 2 \times 10^{-7} \times \frac{I}{d}$$

تسلا ⟵

---

[10] عدد العوامل التي تتوقف عليها شدة المجال المغناطيسي تيار كهربائي يمر في سلك مستقيم طويل واستنتج ا هذه العوامل وشدة المجال
[11] احسب شدة المجال المغناطيسي عند نقطة تبعد في الهواء 4cm عن سلك طويل يسري فيه تيار كهربائي شدتا

الدوران المغناطيسي :
هو حاصل ضرب شدة المجال المغناطيسي في طول محيط الدائرة حول الموصل $2\pi dB = \mu_\circ I$

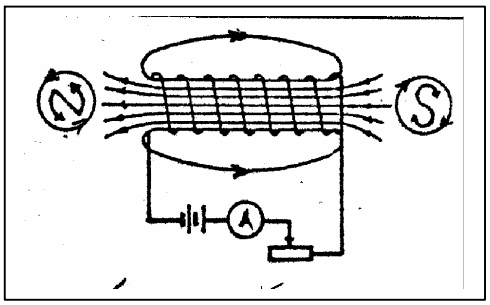
علل يتوقف الدوران المغناطيسي على شدة التيار فقط ؟
لأن شدة المجال تتناسب عكسيا مع البعد عن السلك وبالتالي يكون حاصل ضربهما مقدار ثابت

كيفية حساب الدوران المغناطيسي :
١. **إذا كان المسار دائري** $2\pi dB = \mu_\circ I$
٢. **إذا كان المسار غير منتظم** $\sum \Delta \ell B \cos\theta = \mu_\circ I$ **حيث θ الزاوية بين** ℓ **و B**
٣. **يجب أن يكون المسار مغلق**
٤. **ويجب أن يحتوي المسار بداخله على تيار كهربائي**

قانون أمبير : مجموع مقادير الدوران المغناطيسي على أجزاء المسار المغلق المختلفة يتناسب طرديا مع شدة التيار داخل ذلك المسار .

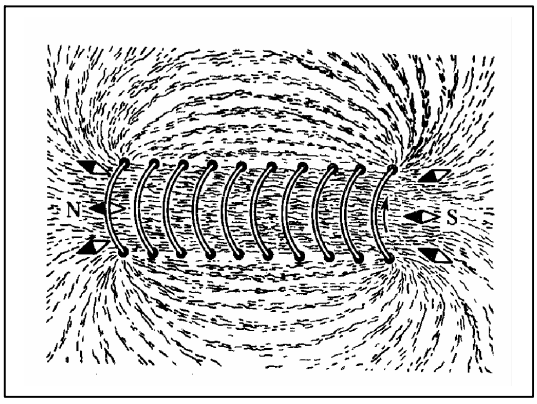
شدة المجال المغناطيسي داخل ملف حلزوني

التجربة العملية : تخطيط المجال المغناطيسي لتيار كهربائي يمر في ملف حلزوني
الأدوات : ورق مقوى – بوصلات – سلك معزول – أميتر – مفتاح كهربائي – بطارية – برادة حديد – ريوستات
خطوات التجربة :

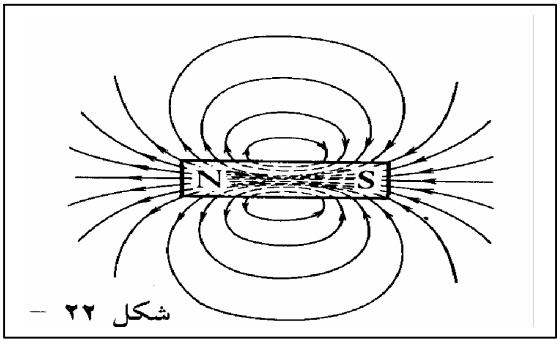


١ـ نصل دائرة كما بالرسم
٢ـ نضع البوصلة عند أحد طرفي الملف ثم نقفل الدائرة ونلاحظ البوصلة .
٣ـ نحرك البوصلة داخل الملف على طول محوره ونلاحظ اتجاه قطبها الشمالي
٤ـ ننقل البوصلة إلى الطرف الثاني للملف ونكرر ما سبق
٥ـ نعكس اتجاه التيار المار ونكرر ما سبق
٦ـ نفتح الدائرة وننثر برادة الحديد عند طرفي الملف وعلى طول محوره من الداخل وحول الملف ثم نغلق الدائرة ونطرق لوح الورق المقوى طرقا خفيفا ونرسم شكل المجال وندون الاستنتاجات

شكل المجال :
داخل الملف : خطوط مستقيمة متوازية (مجال منتظم)
خارج الملف يشبه المجال المغناطيسي لساق ممغنط ويكون المجال ضعيفا جدا
اتجاه المجال : في الداخل من الجنوبي إلى الشمالي
في الخارج من الشمالي إلى الجنوبي
القاعدة المستخدمة : البريمة اليمنى لماكسويل (اللولب يميني اللف) إذا أدرنا رأس البريمة داخل الملف على محوره في نفس اتجاه التيار في الملف يكون اتجاه تقدم البريمة هو نفس اتجاه خطوط المجال داخل الملف



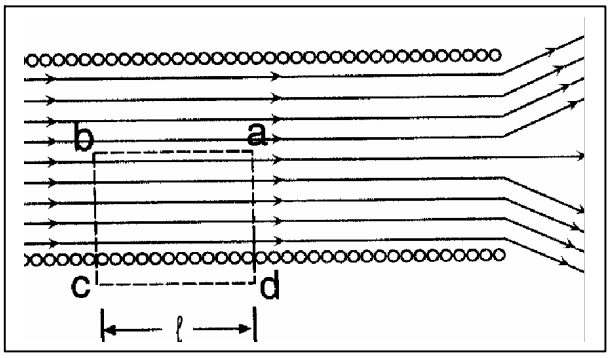
تحديد قطبي الملف :
طرف الملف الذي يكون فيه اتجاه التيار مع حركة عقارب الساعة يكون قطب جنوبي والطرف الآخر شمالي



شكل ٢٢ –

قاعدة من الخبرة العملية : طرف الملف الذي يدخل إليه التيار تدخل إليه خطوط المجال ويكون جنوبي والعكس للطرف الآخر

حساب شدة المجال المغناطيسي داخل الملف :

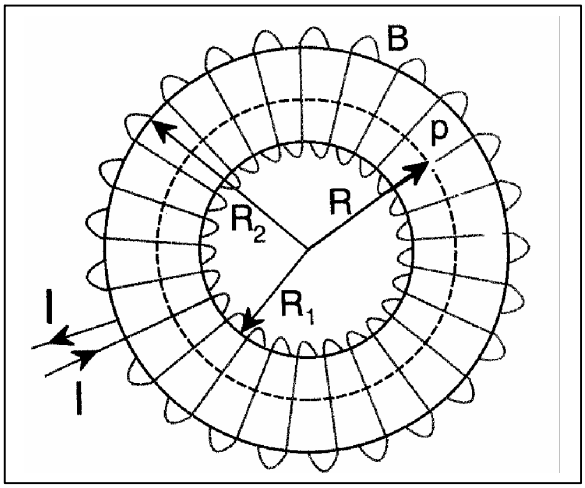


١ـ نختار مسار مغلق مستطيل الشكل (abcd)
نقسم المسار إلى أربعة أجزاء
(ab + bc + cd + da) ونحسب الدوران المغناطيسي على أجزاء ذلك المسار نجد أن الدوران على da , bc يساوي صفرا لأن خطوط المجال عمودية عليهما cos 90 = 0
الدوران على الجزء cd = صفرا لأن B = 0
الدوران على الجزء ab = $B\ell\cos\theta$

إذا الدوران المغناطيسي على أجزاء المسار abcd = الدوران على ab = $B\ell\cos\theta$
من قانون أمبير [مجموع التيار الكلي داخل المسار × $B\ell\cos 0 = \mu_\circ$ **]**

$\therefore B\ell = \mu_\circ n\ell I$ ⟵ $\therefore B = \mu_\circ nI$ **حيث n عدد اللفات في وحدة الأطوال**

المجال لمغناطيسي لملف حلقي



لتكن
عدد اللفات لملف حلقي N
نصف القطر الداخلي R_1
نصف القطر الخارجي R_2
شدة التيار المار في الملف I
نقطة داخل الملف على بعد R من المركز
استنتاج العلاقة $B = \dfrac{\mu_\circ NI}{2\pi R}$
بتطبيق قانون أمبير على مسار مغلق هو محيط الدائرة التي نصف قطرها هو R
بما أن جميع النقاط الواقعة على هذا المسار متناظرة بالنسبة للحلقة ، إذا شدة المجال متساوية عند جميع هذه النقاط

$\therefore 2\pi RB = \mu_\circ NI$

$\therefore B = \dfrac{\mu_\circ NI}{2\pi R}$

إذا كان الفرق بين R_1 , R_2 صغيرا تكون B متساوية عند جميع النقاط داخل الملف

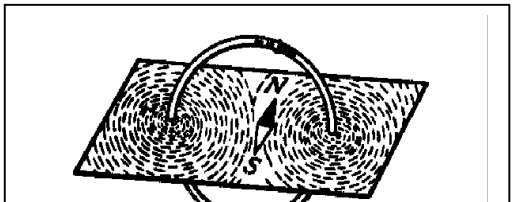
$B_{max} = \dfrac{\mu_\circ NI}{2\pi R_1}$

$B_{min} = \dfrac{\mu_\circ NI}{2\pi R_2}$

وتساوي $B = \dfrac{\mu_\circ NI}{2\pi R}$

المجال المغناطيسي لتيار يمر في ملف دائري

التجربة العملية
الغرض من التجربة : تخطيط المجال المغناطيسي لتيار يمر في ملف دائري
الأدوات : ورق مقوى – بوصلات – سلك – أسلاك توصيل – أميتر – مفتاح – بطارية – برادة حديد – ريوستات
خطوات العمل :



١- نصل دائرة كما بالرسم
٢- نضع البوصلة قرب أحد جانبي اللفة ثم نغلق الدائرة ونحرك البوصلة حول اللفة ونلاحظ اتجاه القطب الشمالي للبوصلة
٣- ننقل البوصلة الى الطرف الآخر للفة ونكرر ما سبق
٤- نفتح الدائرة ونعكس قطبي البطارية ثم نقفل الدائرة
٥- ونكرر الخطوات السابقة وندون الاستنتاج
٦- نفتح الدائرة ونبعد البوصلة وننثر برادة الحديد على جانبي اللفة وعند المركز نغلق الدائرة ونطرق بلطف على لوح الورق المقوى ونلاحظ البوصلات

شكل المجال

تفقد خطوط المجال دائريتها حول كل من فرعي الملف ، وتكون خطوط المجال عبارة عن دوائر بيضاوية تتزاحم داخل الملف وتتباعد خارجه وعند المحور تكاد تكون مستقيمة

تحديد نوع القطب في كل من فرعي الملف :

الوجه الذي يمر فيه التيار في اتجاه عقارب الساعة (قطب جنوبي)

الوجه الذي يمر فيه التيار في عكس عقارب الساعة (قطب شمالي)

شدة المجال عند مركز الملف الدائري $B = \frac{\mu NI}{2R}$