

الوحدة الخامسة (المغناطيسية والحث الكهرومغناطيسي)

المجال المغناطيسي :

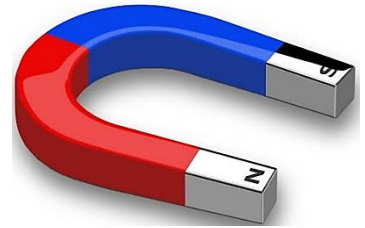
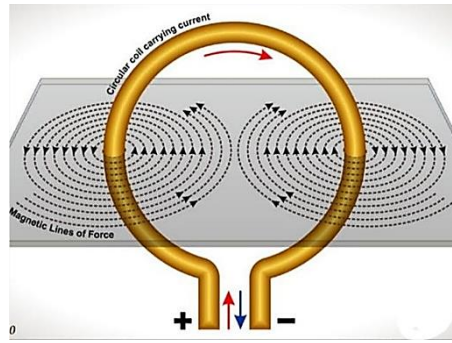
مجال قوة يتعرض فيها مغناطيس أو سلك يمر به تيار كهربائي أو شحنة كهربائية متحركة لقوة ما هو مجال غير مرئي يمكن ملاحظته من خلال القوة التي تسحب المواد المغناطيسية مثل الحديد

ملحوظة : الشحنات الكهربائية الساكنة تولد مجالات كهربائية فقط
الشحنات الكهربائية المتحركة تولد مجالات كهربائية ومغناطيسية

طرق توليد المجال المغناطيسي :

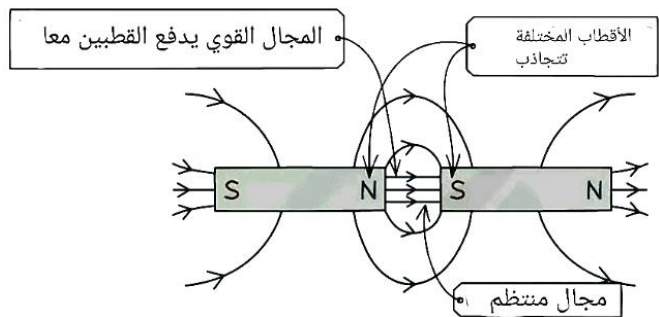
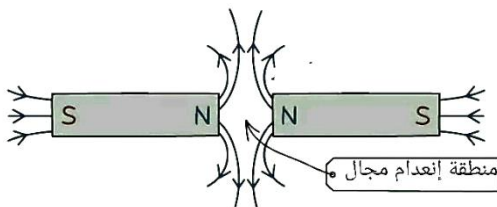
1- استخدام مغناطيس دائم

2- شحنات كهربائية متحركة



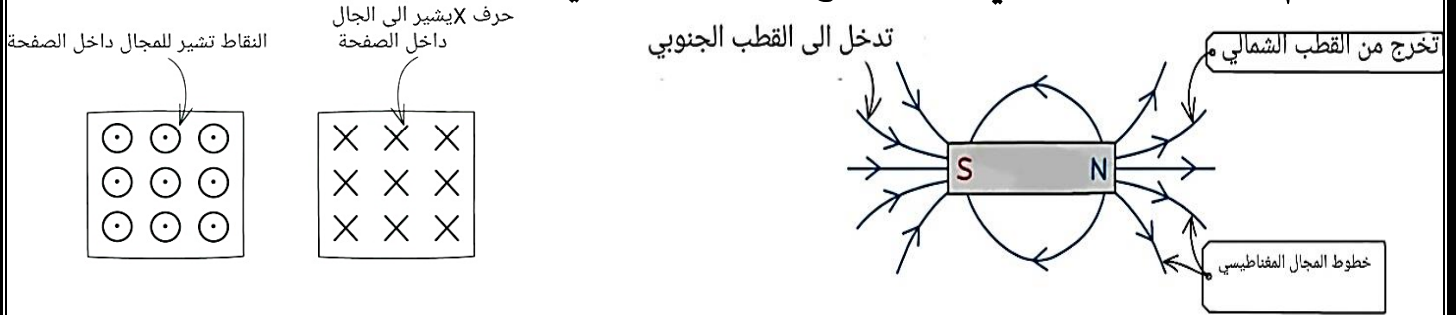
أنماط المجال المغناطيسي الناشئ عن مغناطيس دائم :

- تمثل المجالات المغناطيسية بخطوط المجال المغناطيسي من خلال برادة الحديد أو البوصلات التخطيطية
- يتم تمثيل خطوط المجال بشكل أفضل على القضبان المغناطيسية حيث تتكون من قطب شمالي من جهة وجنوبي من جهة
- يتم انتاج المجال المغناطيسي للمغناطيسي الدائم من حركة الإلكترونات داخل ذرات المغناطيس
- دوران الإلكترونات حول الذرات يمثل تيارا يكون مجال مغناطيسي اتجاهه خارج المغناطيس من الشمالي للجنوبي دائما
- الأقطاب المختلفة تتجاذب و المتشابهة تتنافر



أنماط المجال المغناطيسي الناشئ عن مغناطيس دائم :

- تخرج الخطوط من القطب الشمالي إلى الجنوبي خارج المغناطيس ومن الجنوبي للشمال داخله لذا هي خطوط متصلة
- إتجاه خط المجال يوضح إتجاه القوة التي يتعرض لها القطب الشمالي الحر عند تلك النقطة
- تكون خطوط المجال أقوى كلما اقتربت الخطوط من بعضها البعض
- تكون خطوط المجال أضعف كلما كانت متباعدة
- لا تتقاطع خطوط المجال المغناطيسي ابدا لان المجال له إتجاه محدد عند نقطة
- المجال المغناطيسي المنتظم : عندما تكون شدة المجال المغناطيسي متساوية في جميع النقاط يفصل بينها مسافات متساوية
- يتم تمثيل المجال المغناطيسي داخل أو خارج الصفحة بشكل ثلاثي الأبعاد بالرموز التالية



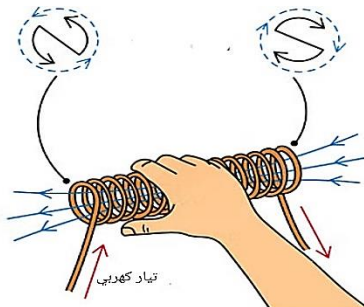
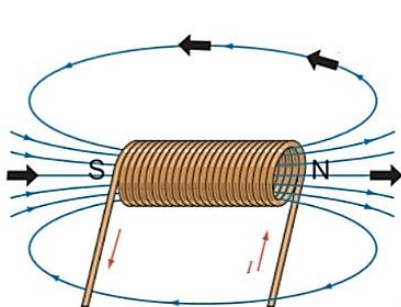
أنماط المجال المغناطيسي الناشئ عن تيار كهربائي:

أولا : نمط المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي في ملف حلزوني :

- عند لف سلك في ملف ، تدور خطوط المجال المغناطيسي حول كل جزء من الملف وتمر عبر مركزه
- لزيادة قوة المجال المغناطيسي يجب لفه لولبياً
- المجال المغناطيسي حول الملف اللولبي يشبه المجال المغناطيسي للقضيب المغناطيسي حيث أحد طرفي الملف اللولبي مثل القطب الشمالي ، والجانب الآخر مثل القطب الجنوبي خارجة تتجه الخطوط من الشمالي للجنوبي

المجال المغناطيسي داخل الملف منتظم ويتجه من الجنوب للشمال يحدد بقاعدة قبضة اليد اليمنى

- لزيادة قوة المجال المغناطيسي:- نزيد شدة التيار المار بالملف وزيادة عدد اللفات لوحدة الطول



واضافة قلب حديدي

اتجاه الأصابع الملتفة :

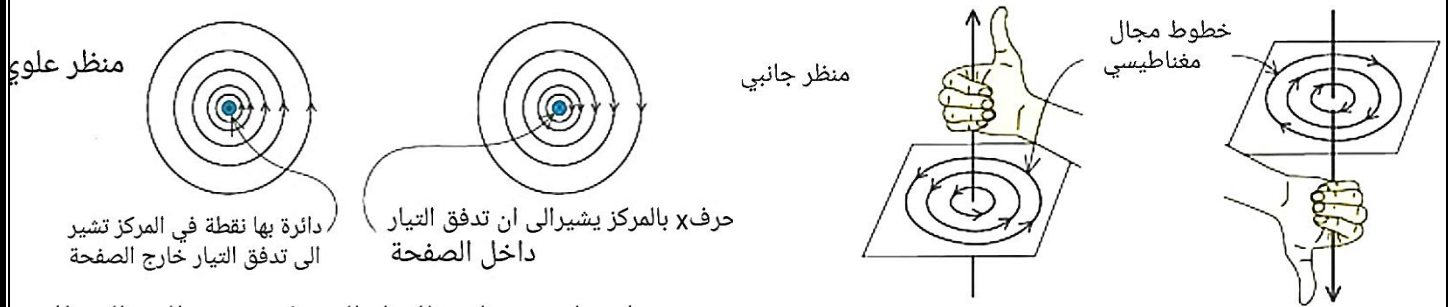
يشير الى إتجاه التيار حول الملف

اتجاه الإبهام : اتجاه خطوط المجال المغناطيسي

داخل الملف

ثانياً: نمط المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي في سلك مستقيم :

- دوائر متحدة المركز مركزها السلك تكون في مستوى عمودي على المستوى الذي يوجد به السلك
- ليس له أقطاب
- قد تكون مع عقارب الساعة أو عكس عقارب الساعة حسب اتجاه التيار
- كلما زادت المسافة عن السلك تباعدت الدوائر وهذا يدل على ضعف المجال ويكون أقوى بالقرب من السلك لذا تتقارب الدوائر
- تستخدم قاعدة اليد اليمنى لتحديد اتجاه خطوط المجال المغناطيسي

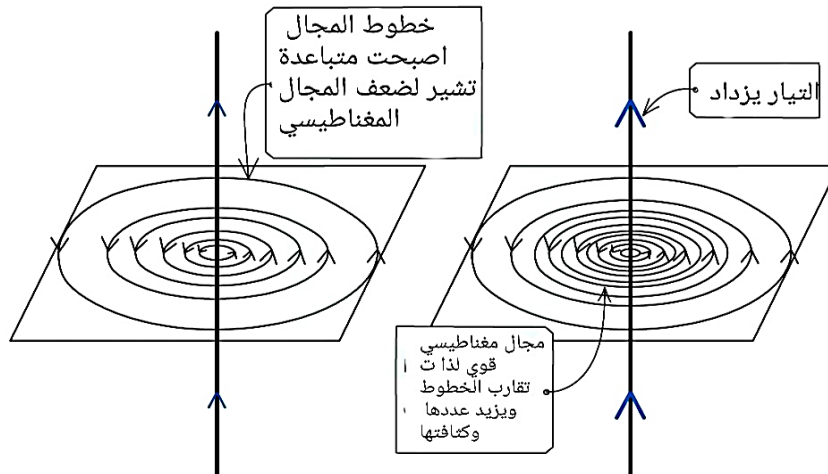


تعتمد قوة المجال المغناطيسي حول السلك على :

2- المسافة من الموصل الطويل (السلك)

1- شدة التيار

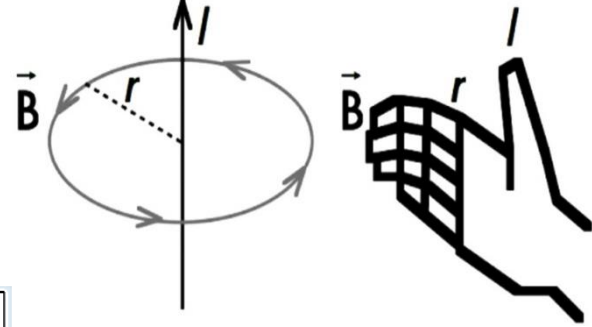
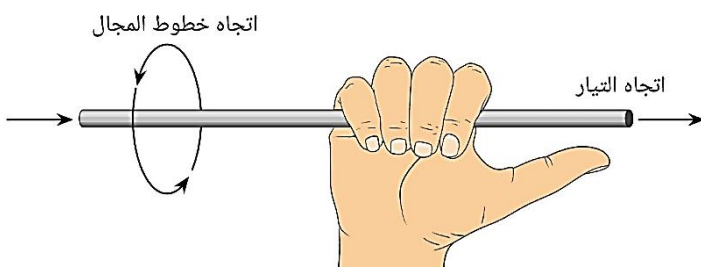
سيؤدي التيار الأكبر الى إنتاج مجال مغناطيسي أكبر والعكس صحيح
كلما زادت المسافة ضعف المجال المغناطيسي والعكس صحيح



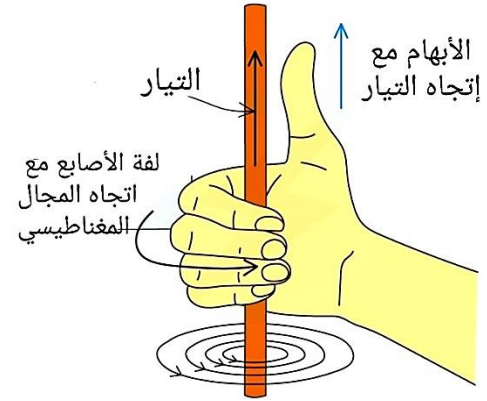
كلما زاد التيار، كلما كان المجال المغناطيسي أقوى. ويظهر ذلك من خلال خطوط المجال الأكثر تركيزاً

قاعدة اليد اليمنى لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي حول سلك طويل به تيار :-

نقبض على السلك باليد اليمنى ، الإبهام مع اتجاه التيار ، الأصابع تلف باتجاه المجال المغناطيسي

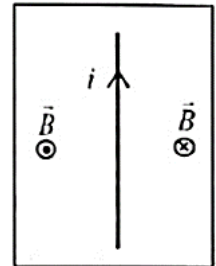
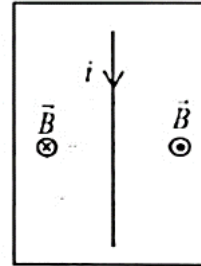
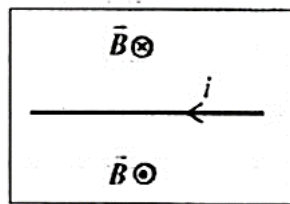
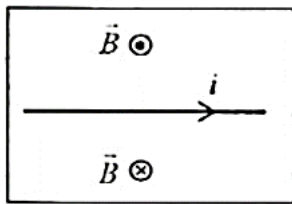


التيار يتدفق خارج الصفحة	التيار يتدفق داخل الصفحة
<p>يمكن تخيله بمتجه له ذيل ورأس</p> <p>رأس</p> <p>ذيل</p> <p>+</p>	



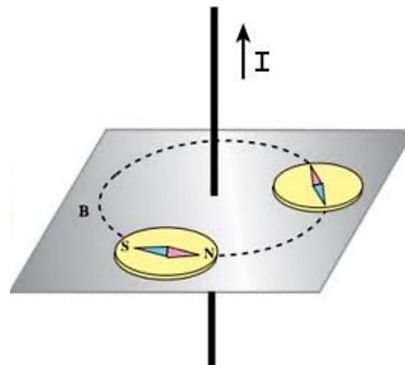
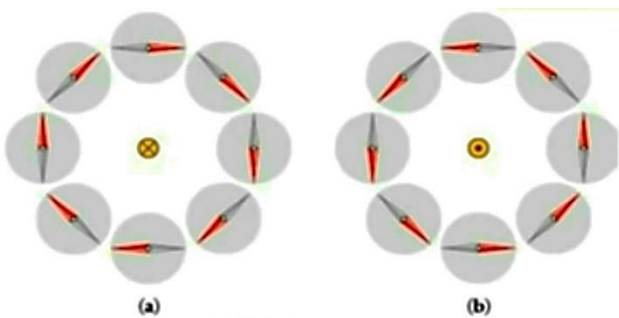
اتجاه خطوط المجال عكس عقارب الساعة

تحديد اتجاه المجال عند نقطة حول السلك :



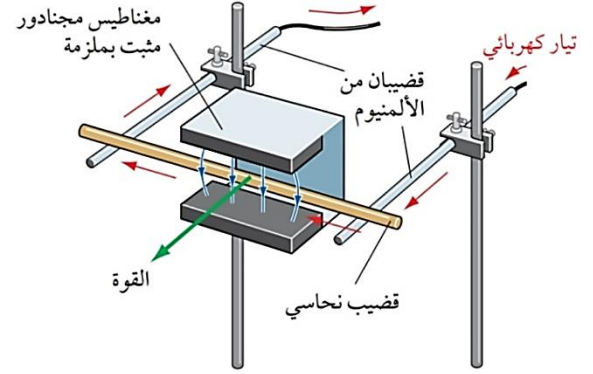
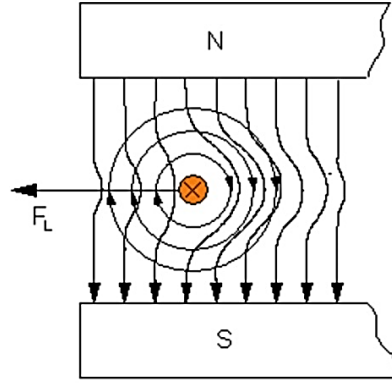
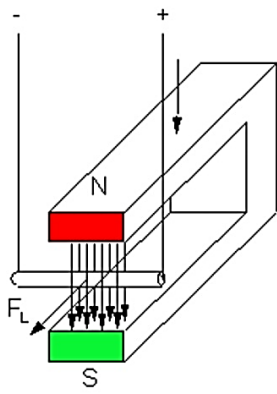
استخدام البوصلات لتخطيط خطوط المجال المغناطيسي لتحديد اتجاه المجال عند نقطة

اتجاه القطب الشمالي لإبرة البوصلة يشير الى اتجاه المجال المغناطيسي ، يمكن رسم مماس لتحديد اتجاه المجال عند تلك النقطة



القوة المغناطيسية :

عند وضع موصل حامل للتيار بين قطبي مغناطيس (ماذا يحدث)
الموصل يُنتج مجالاً مغناطيسياً خاصاً عند التفاعل مع مجال المغناطيس فإنه يُنتج قوة تؤدي الى تحريكه
ملحوظة : لن يواجه الموصل الذي يحمل تيار قوة إلا اذا كان التيار عبره عمودياً على خطوط المجال المغناطيسي

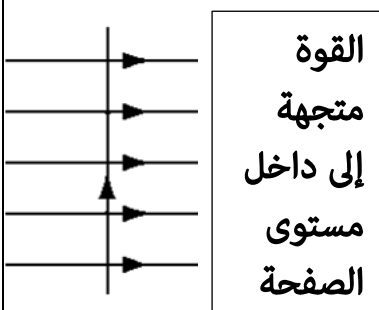
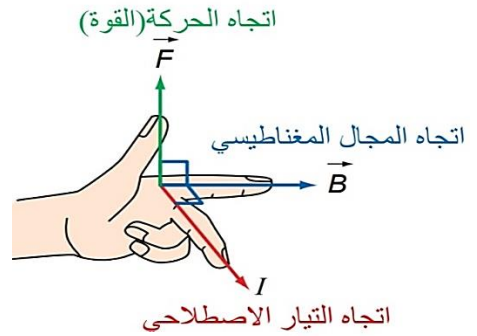
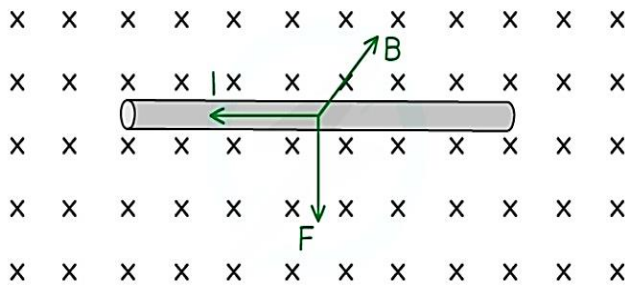


الشكل (1-1) قضيب نحاسي حرّ التدرج
على طول (قضيبين) أفقيين مصنوعين
من الألمنيوم

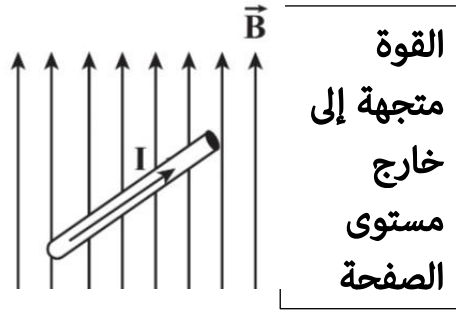
لحديد إتجاه القوة المغناطيسية عند وضع موصل حامل لتيار كهربي بين قطبي مغناطيس نستخدم قاعدة

فلمنج لليد اليسرى

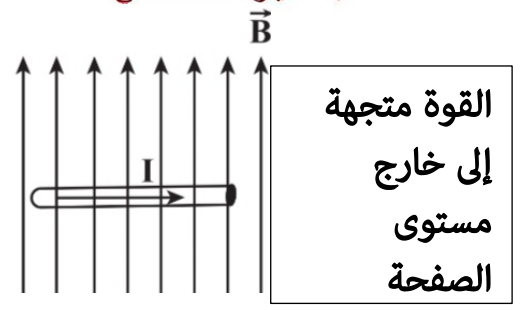
نجعل أصابع اليد اليسرى بحيث تكون متعامدة حيث يشير الإبهام الى اتجاه القوة المحركة ، والسبابة الى اتجاه خطوط المجال المغناطيسي والوسطى الى اتجاه التيار الاصطلاحي



القوة
متجهة
إلى داخل
مستوى
الصفحة

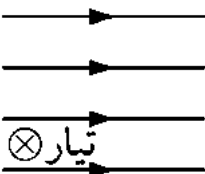


القوة
متجهة إلى
خارج
مستوى
الصفحة

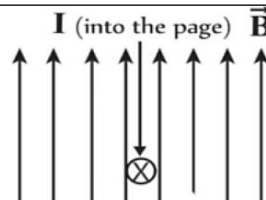


القوة متجهة
إلى خارج
مستوى
الصفحة

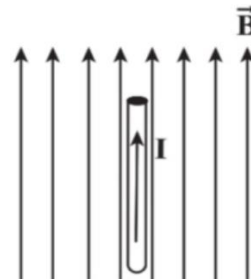
القوة متجهة أسفل الصفحة



القوة متجهة إلى اليمين

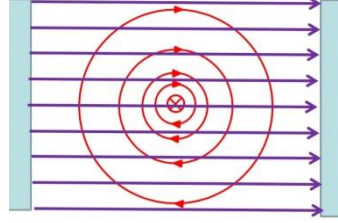


القوة صفر
لان إتجاه
التيار موازيا
لاتجاه المجال



هناك طريقة أخرى لتحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة على موصل حامل للتيار الكهربائي وهي : (ميدان المنجنيق) قد تبدو غريبة !

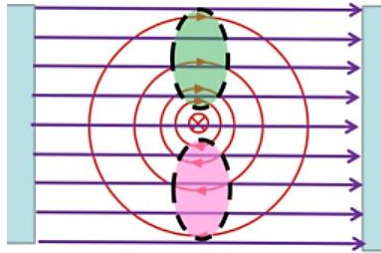
إذا وضعنا الموصل الحامل للتيار في مجال مغناطيسي الناتج عن المغناطيس الدائم كما بالرسم



لاحظ : المنطقة المظلمة باللون الأخضر ، تكون مجموعتا خطوط المجال المغناطيسي في نفس الاتجاه

وهذا يؤدي الى مغناطيس أقوى هنا

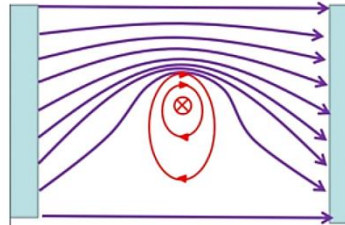
بالعكس المنطقة المظلمة باللون الوردي المجالان متعاكسان مما يؤدي لضعف المجال في هذا المكان



المجال المغناطيسي النهائي الناتج عن تفاعل المجالان المغناطيسان كما بالشكل

المناطق التي يكون فيها المجال المغناطيسي قوياً تكون الخطوط قريبة من بعضها ، والمناطق التي فيها

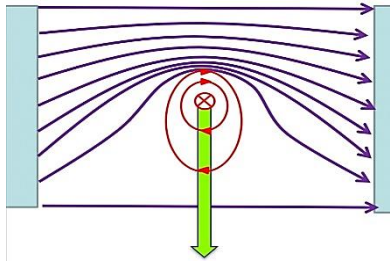
المجال ضعيفاً تكون متباعدة عن بعضها



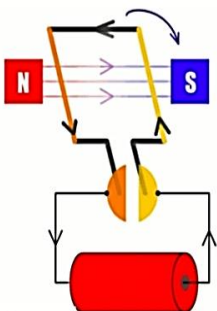
يسمى هذا الحقل (حقل المنجنيق)

حيث تقوم خطوط المجال المتجمعة بدفع الموصل خارج المجال المغناطيسي للمغناطيس الدائم باتجاه

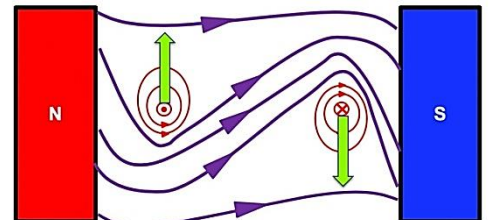
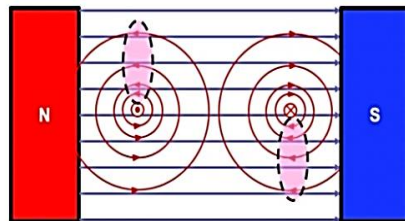
المجال المغناطيسي الضعيف حيث يكون نفس الاتجاه الذي يحدد بقاعدة فلمنج لليد اليسرى



نطبق ذلك على المحرك الكهربائي :



3D → 2D



كثافة الفيض المغناطيسي (B)

القوة المؤثرة (F) لكل وحدة تيار كهربائي (I) لكل وحدة طول (L) على سلك موضوع بزاوية قائمة (90°) مع المجال المغناطيسي

وحدة القياس : التسلا (T)

الرمز B:

مكافئات التسلا (T)

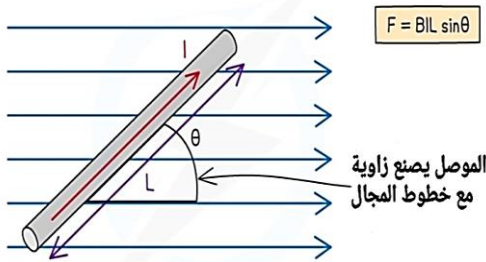
$$T = \frac{wb}{m^2}$$

$$T = \frac{N \times S}{C \times m}$$

$$T = \frac{V \times S}{m^2}$$

$$T = \frac{Kg}{A \times s^2}$$

معادلة كثافة الفيض المغناطيسي (B) أو شدة المجال المغناطيسي



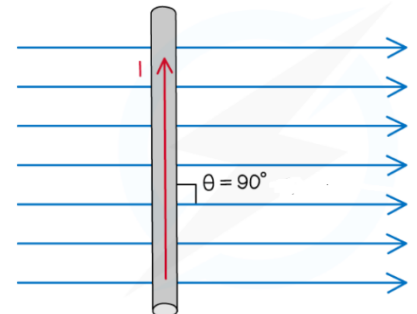
$$B = \frac{F}{I L \sin \theta}$$

- حيث (B) كثافة الفيض المغناطيسي .
- حيث (F): القوة المؤثرة على الموصل الحامل للتيار الكهربائي ووحدة قياسها النيوتن (N).
- (I): شدة التيار الكهربائي المار في الموصل ووحدة قياسه الأمبير (A).
- (L): طول الموصل الذي يتقاطع مع المجال المغناطيسي المنتظم ووحدة قياسه المتر (m).
- (θ): الزاوية المحصورة بين السلك الحامل للتيار الكهربائي وخطوط المجال المغناطيسي.
- اذا كانت الزاوية قائمة فان العلاقة :

حيث التيار يعطى من العلاقة

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{Ne}{t}$$

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



طرق قياس كثافة الفيض المغناطيسي (B)

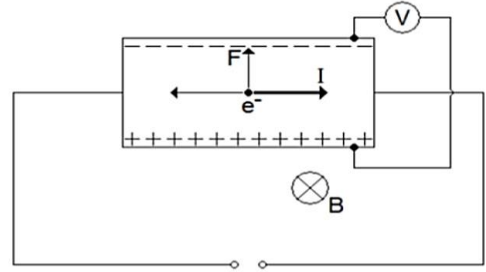
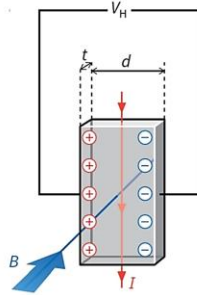
معلومة إثرائية

بواسطة الميزان التياراتي و التسلاميتر (مسبار هول).

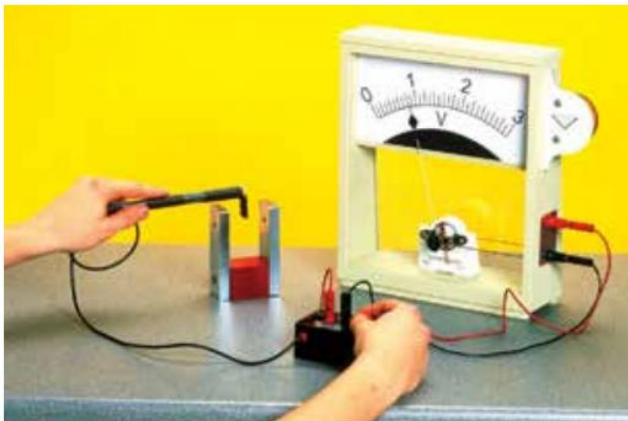
تأثير هول :

إذا كان هناك تيار كهربائي يتدفق عبر موصل في مجال مغناطيسي فإن المجال المغناطيسي يمارس قوة عرضية على حاملات الشحنة المتحركة والتي تدفعها إلى جانب واحد من الموصل لكي توازن التأثير المغناطيسي فتتراكم الشحنة السالبة في جانب والشحنة الموجبة في الجانب الآخر لنقص الإلكترونات مما ينتج عنه جهداً قابلاً للقياس بين جانبي الموصل وهو ما يسمى بجهد هول و يمكن من خلال القانون تعيين B

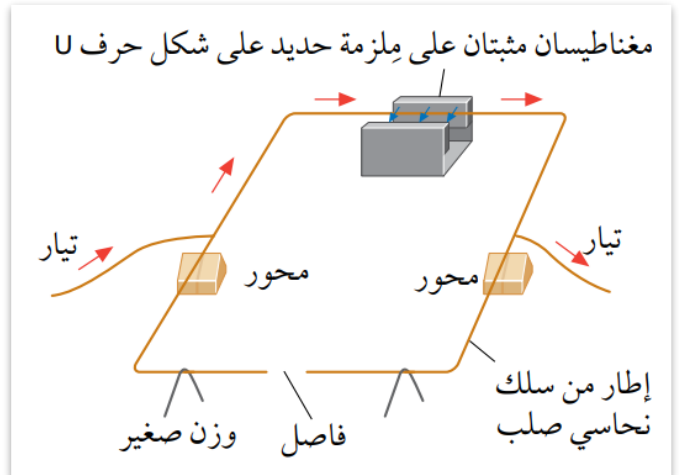
$$V_H = \frac{Bld}{nAe}$$



- يتكون الميزان التياراتي من إطار سلكي يتزن على محورين. عندما يتدفق تيار كهربائي عبر الإطار، المجال المغناطيسي الإطار نحو الأسفل حسب قاعدة فليمنج لليد اليسرى كما بالشكل (1)
- من خلال إضافة أوزان صغيرة إلى الجانب الآخر من الإطار يمكننا استعادة التوازن كما بالشكل (1)
- يُمسك المسبار بحيث تمر خطوط المجال المغناطيسي بزاوية قائمة عبر الوجه المسطح للمسبار، فإن الجهاز يعطي قراءة لقيمة (B) كما بالشكل (2)



الشكل (2)



الشكل (1)

التسلايمتر مسبار هول الرقمي :

• طريقة عمل الجهاز:

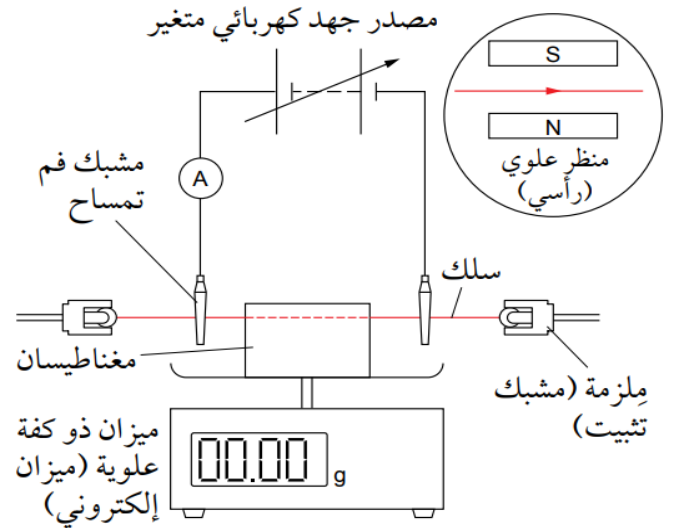
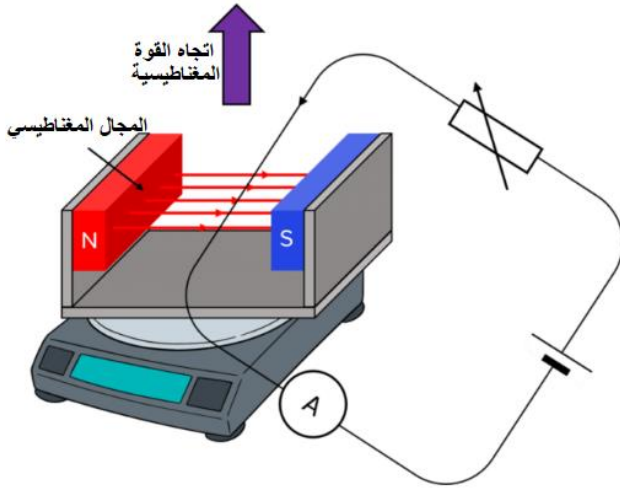
• يُمسك المسبار بتوجيه صحيح أولاً بحيث تعبر خطوط المجال المغناطيسي الأرضي مباشرة من خلاله كما هو مبين.

• ستكون القراءة على الفولتيمتر بهذا التوجيه قيمة قصوى.

• ثم يدور المسبار بزاوية 180 درجة بحيث تعبر خطوط المجال المغناطيسي من خلاله بالاتجاه المعاكس ، والتغير في قراءة المقياس هو ضعف كثافة الفيض المغناطيسي الأرضي.



استقصاء عملي لتحديد كثافة الفيض المغناطيسي (B) بالميزان التياري



المتغير التابع : الكتلة

المتغير المستقل : التيار الكهربائي

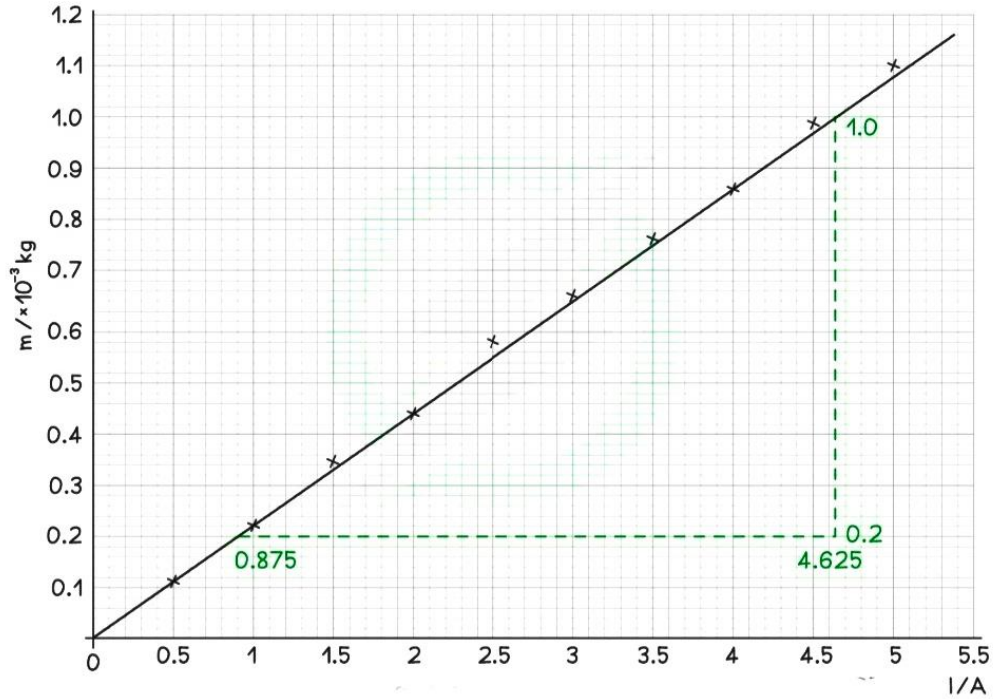
المتغيرات الضابطة : طول السلك (L) ، وكثافة الفيض المغناطيسي و الجهد الكهربائي

الخطوات :

- 1- قم بإعداد الجهاز كما هو موضح بالأعلى وتأكد من تعامد السلك على خطوط المجال المغناطيسي
- 2- قم بقياس طول المغناطيس بمسطرة وهذا سيكون طول السلك
- 3- بمجرد وضع المغناطيس على كفة الميزان في حالة عدم مرور تيار قم بتصفير الميزان
- 4- اضبط المقاومة المتغيرة بحيث يمر تيار نصف أمبير يتم قياسه بمقياس التيار
- 5- سيواجه السلك قوة نحو الأعلى ، وفقا لقانون نيوتن الثالث فإن القوة التي تدفع للأسفل هي الكتلة الموجودة على الميزان وستكون الحركة صغيرة جداً غير مرئية
- 6- سجل الكتلة المناظرة لهذا التيار
- 7- كرر الإجراء بزيادة التيار كل مرة بمقدار نصف أمبير بحيث عدد القراءات من 8-10 (لا تجعل التيار يتجاوز 6 أمبير)
- 8- كرر التجربة ثلاث مرات واحسب متوسط القراءات

النتائج :

التيار I/A	الكتلة $M_1/x10^{-3}kg$	الكتلة $M_2/x10^{-3}kg$	الكتلة $M_3/x10^{-3}kg$	متوسط الكتلة $M/x10^{-3}kg$
0.50	0.10	0.11	0.11	0.11
1.00	0.22	0.23	0.22	0.22
1.50	0.34	0.35	0.33	0.34
2.00	0.43	0.43	0.43	0.43
2.50	0.56	0.57	0.57	0.57
3.00	0.64	0.66	0.68	0.66
3.50	0.76	0.77	0.78	0.77
4.00	0.87	0.86	0.86	0.86
4.50	0.99	1.00	0.99	0.99
5.00	1.10	1.10	1.09	1.10



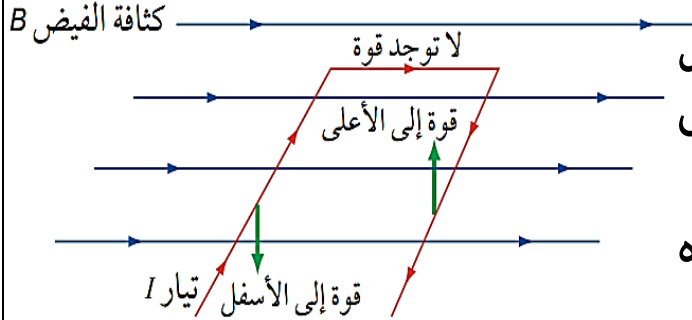
$$\text{الميل} = \frac{(1.0 - 0.2) \times 10^{-3}}{4.625 - 0.875} = 0.2133 \times 10^{-3}$$

$$B = \frac{g \times \text{الميل}}{L}$$

$$B = \frac{9.81 \times (0.21333 \times 10^{-3})}{0.05} = 0.041855 = 42 \text{ mA}$$

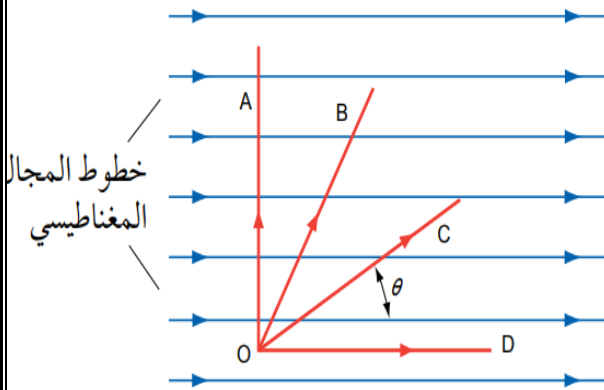
المزيد حول القوى للأسلاك الحاملة للتيار

أولاً: تيار يمر عمودياً في مجال مغناطيسي



- عندما يقطع تيار كهربائي خطوط المجال المغناطيسي— بزوايا قائمة، تنتج **قوة** تُبذل على الموصل الحامل للتيار الكهربائي.
- لا يتأثر الموصل بأي قوة عندما يكون اتجاه التيار الكهربائي موازياً للمجال المغناطيسي.

ثانياً: تيار يمر بزواوية غير قائمة في مجال مغناطيسي



- القوة المؤثرة على السلك تصبح أضعف عندما يُحرَّك الموصل من الموضع OA إلى OB، ومن ثم إلى OC وأخيراً إلى OD.
- تصبح القوة المؤثرة **صفرًا** على الموصل في الموضع OD لأنه أصبح موازياً لخطوط المجال المغناطيسي.
- لحساب القوة يجب علينا إيجاد مركبة كثافة الفيض المغناطيسي (\vec{B}) بزواوية قائمة مع التيار الكهربائي.

$$\vec{B}_{\perp} = B \sin \theta$$

$$F = BIL \sin \theta$$

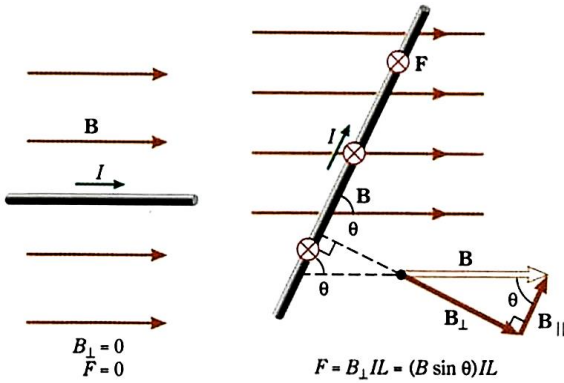
حيث (B): كثافة الفيض المغناطيسي

و (I): شدة التيار الكهربائي المار في الموصل

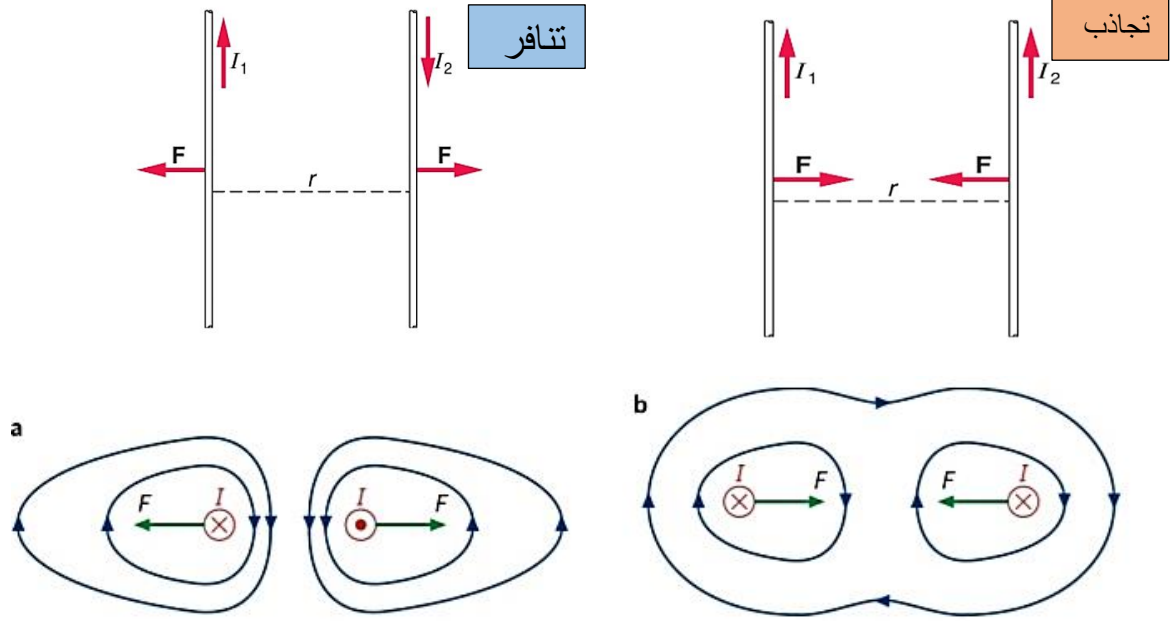
و (L): طول الموصل الذي يتقاطع مع خطوط المجال المغناطيسي.

و (θ): هي الزاوية المحصورة بين اتجاه المجال المغناطيسي

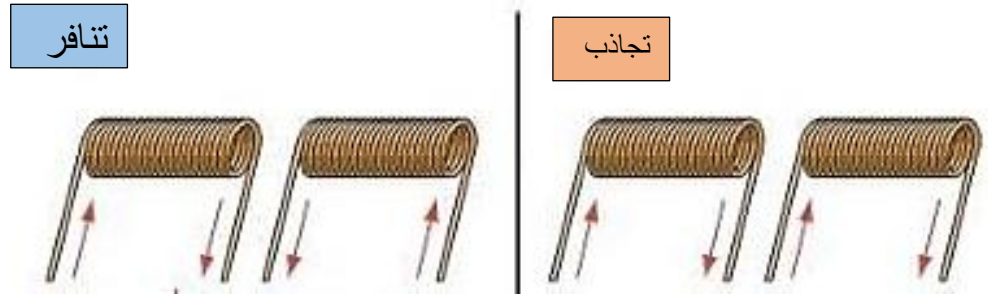
واتجاه التيار الكهربائي أو الموصل



القوى المتبادلة بين سلكين يسري فيهما تيار كهربائي

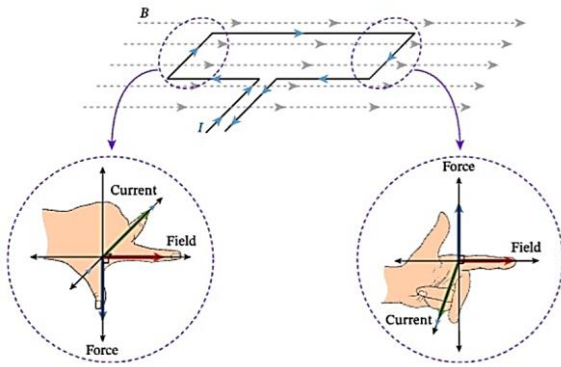


القوى المتبادلة بين ملفين يسري فيهما تيار كهربائي

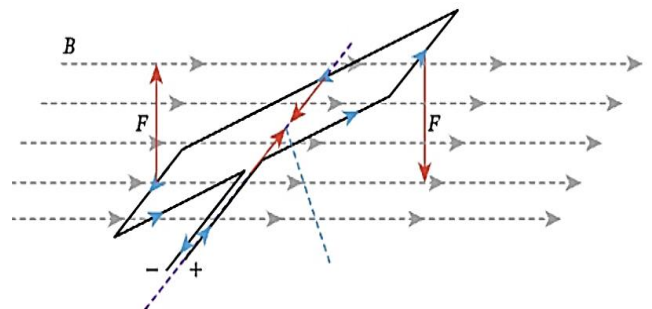
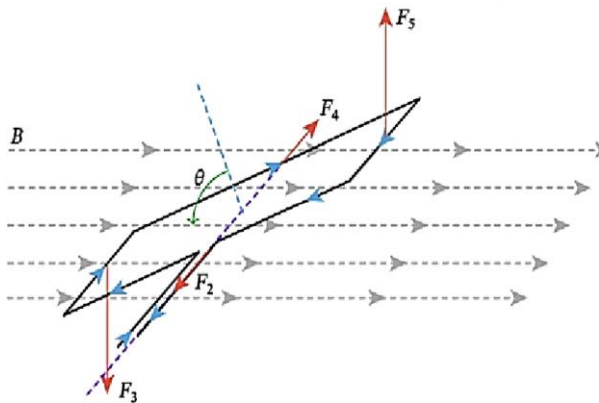


عزم الدوران لزوج من القوى المؤثرتين على ضلعي ملف به تيار يدور في مجال مغناطيسي

1- لتحديد القوى نستخدم قاعدة فليمنج لليد اليسرى



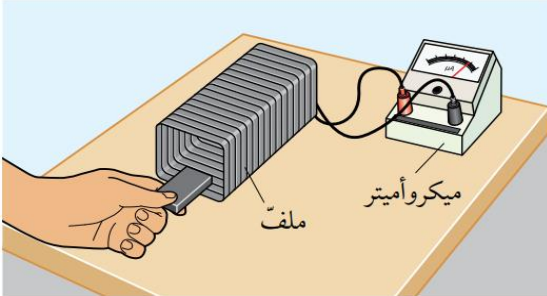
2- لحساب عزم الدوران بضرب القوة في المسافة العمودية من محور الدوران



الحث الكهرومغناطيسي

العملية التي يتم فيها حث القوة الدافعة الكهربائية في دائرة مغلقة نتيجة للتغيرات في التدفق المغناطيسي

- تطبيق قوة خارجية على الموصل عن طريق تحريكه في مجال مغناطيسي
- **القوة تستحث تياراً** كهربائياً في الموصل.
- يجب أن يكون واضحاً أن قاعدة اليد اليمنى تُستخدم للتنبؤ باتجاه التيار الكهربائي الناتج عن القوة الدافعة الكهربائية المستحثة .
- غالباً ما يستخدم مصطلح (فرق الجهد الحثي) لوصف التجارب التي يتولد فيها حث كهرومغناطيسي وهذا غير صحيح
- ففي حالة تحريك موصل في مجال مغناطيسي يكون قد بُذل شغل في تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية في هذه العملية،
- ويجب استخدام مصطلح (**القوة الدافعة الكهربائية المستحثة**) عند وصف هذه الحالات

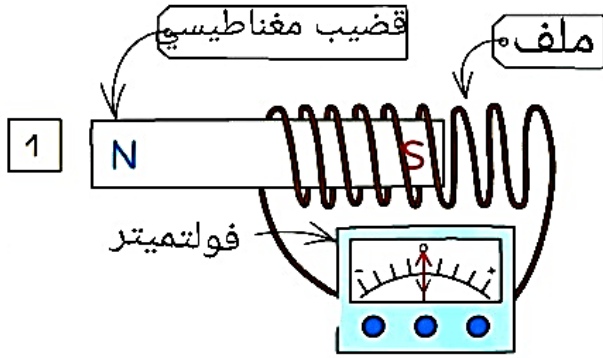


الحالة الأولى : تحريك المغناطيس داخل ملف

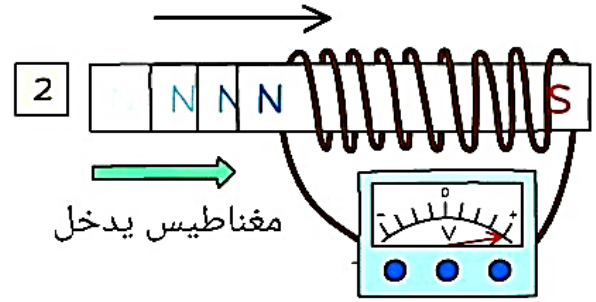
النتائج المتوقعة :

- عندما لا يتحرك القضيب المغناطيسي
- تكون قراءة الفولتميتر صفراً ، أو عند تثبيت المغناطيس
- داخل الملف أو خارجه يكون معدل التدفق صفراً
- وبالتالي لا توجد قوة دافعة مستحثة
- عندما يبدأ القضيب المغناطيسي في التحرك تظهر قراءة على الفولتميتر لأن القضيب المغناطيسي تقطع خطوط المجال المغناطيسي مما يولد تغيراً في التدفق المغناطيسي فيؤدي إلى توليد قوة دافعة كهربية لحظية ،
- عند إخراج المغناطيس تتولد قوة دافعة حثية في الإتجاه المعاكس وينحرف الفولتميتر في الإتجاه المعاكس

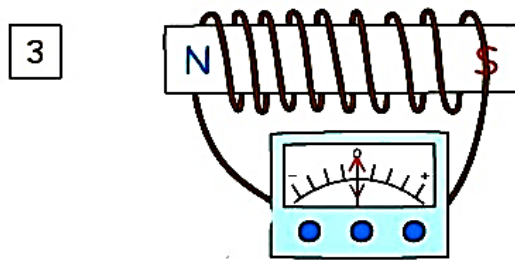
- تؤدي زيادة سرعة المغناطيس إلى توليد قوة دافعة كهربية ذات حجم أعلى لان معدل تغير التدفق يزداد ، زيادة عدد لفات الملف ، زيادة قوة المغناطيس



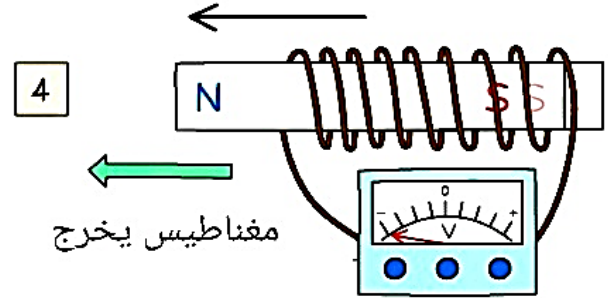
لا تتولد قوة دافعة مستحثة
لان المغناطيس ساكن



تتولد قوة دافعة مستحثة
نتيجة التغير في التدفق المغناطيسي

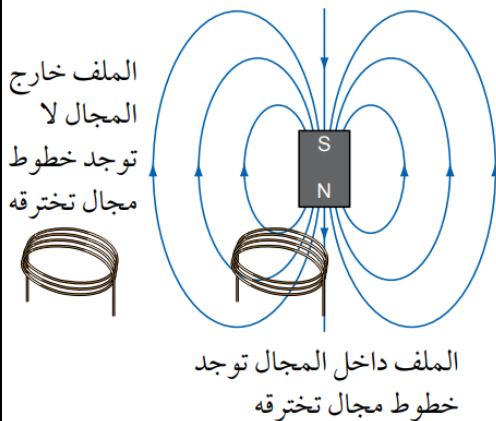


لا تتولد قوة دافعة مستحثة
لان المغناطيس ساكن داخل الملف



تتولد قوة دافعة مستحثة
نتيجة حدوث تغير في التدفق المغناطيسي ولكن في
الاتجاه المعاكس

عندما يتحرك ملف مكون من عدد N لفة إلى داخل مجال مغناطيسي وإلى خارجه



الملاحظات :-

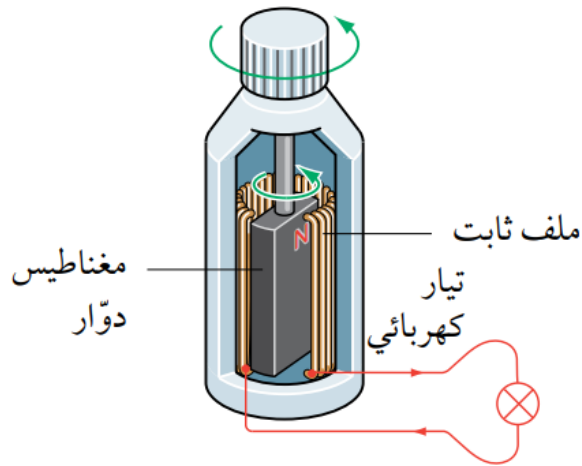
- عندما يكون الملف خارج المجال المغناطيسي لا توجد خطوط مجال مغناطيسي تخترق الملف.
- عندما يكون الملف داخل المجال المغناطيسي ، فإن خطوط المجال تخترق الملف.
- يؤدي إدخال الملف وإخراجه من المجال المغناطيسي إلى

استنتاج العوامل التي تعتمد عليها القوة الدافعة الكهربائية المستحثة ملف

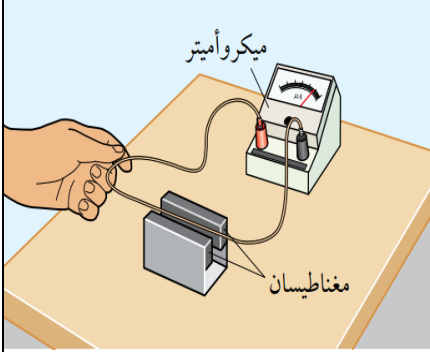
- مقدار كثافة الفيض المغناطيسي (B)
- مساحة المقطع العرضي للملف (A)
- الزاوية بين مستوى الملف والمجال المغناطيسي (θ)
- عدد لفات سلك الملف (N)
- معدّل دوران الملف في المجال

استخدم فكرة قطع موصل لخطوط المجال المغناطيسي لشرح كيفية توليد تيار كهربائي بواسطة قوة دافعة كهربائية مستحثة في مولد الدراجة

تقطع خطوط المجال المغناطيسي للمغناطيس الدوّار الأسلاك الثابتة للملف، وبالتالي تستحث قوة دافعة كهربائية ، وسوف يضيء التيار الكهربائي المستحث في الملف المصباح المتصل بالمولّد

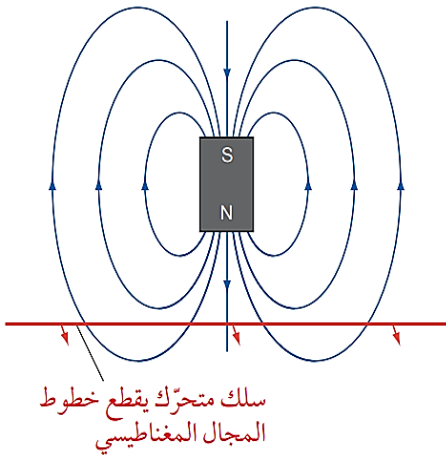


التجربة الثانية : تحريك سلك يتصل طرفاه بفولتميتر بين قطبي مغناطيس



- عندما لا يتحرك السلك لا تتولد قوة دافعة مستحثة
- أثناء تحريك السلك لأسفل تتولد قوة مستحثة نتيجة
- حدوث تغير في التدفق المغناطيسي فينحرف الفولتميتر
- عند إخراج السلك من المغناطيس تتولد قوة دافعة
- مستحثة في الإتجاه المعاكس فينحرف الفولتميتر في الإتجاه المعاكس
- العوامل التي من شأنها زيادة القوة الدافعة المستحثة :
- 1- زيادة طول السلك 2- تحريك السلك بشكل أسرع 3- زيادة قوة المغناطيس

عندما يتحرك سلك إلى الداخل في المجال المغناطيسي بشكل عمودي



• الملاحظات :-

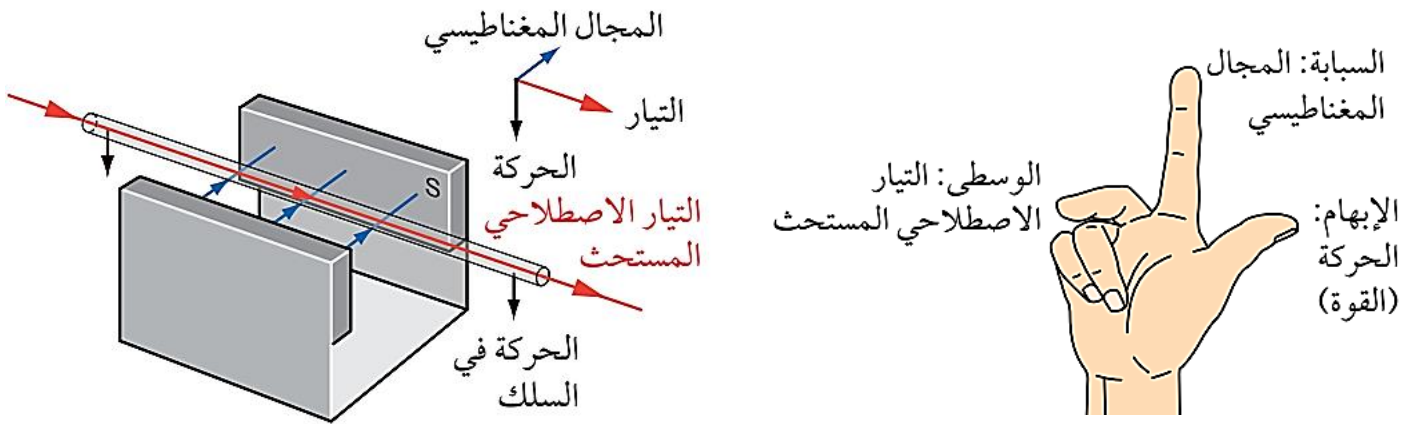
- أثناء تحرك السلك فإنه يقطع خطوط المجال المغناطيسي.
- عند قطع خطوط المجال المغناطيسي بواسطة الموصل يؤدي إلى ظهور تياراً كهربائياً مستحثاً ناتج عن قوة دافعة كهربائية مستحثة في الموصل عندما يكون الموصل جزءاً من دائرة كاملة.
- تتولد قوة دافعة كهربائية مستحثة نتيجة الحركة النسبية بين الموصل والمجال المغناطيسي.

عَدَد العوامل التي يعتمد عليها مقدار القوة الدافعة الكهربائية المستحثة لسلك مستقيم

- مقدار كثافة الفيض المغناطيسي (B)
- طول السلك عبر المجال المغناطيسي (L)
- سرعة تحرك السلك عبر المجال المغناطيسي (v)

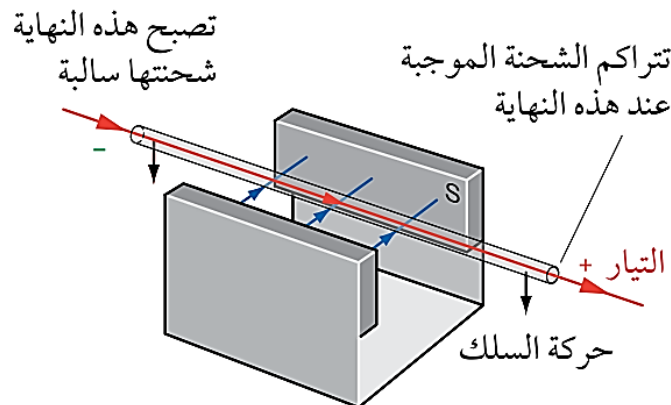
تحديد اتجاه التيار الكهربائي الناتج عن قوة كهربائية مستحثة

- بواسطة قاعدة اليد اليمنى لفليمنج (قاعدة المولد).
- حيث تستخدم هذه القاعدة لتحديد اتجاه التيار الاصطلاحي الناتج عن القوة الدافعة الكهربائية المستحثة في موصل يتحرك بزاوية قائمة مع المجال المغناطيسي.

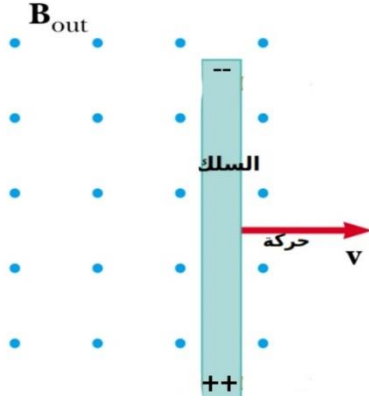


الملاحظات على الشكل :-

- التيار الاصطلاحي المستحث يكون داخل الموصل من الطرف السالب إلى الموجب.
- تنتقل الإلكترونات الحرة داخل الموصل من اليمين إلى اليسار (عكس اتجاه حركة التيار الاصطلاحي).
- تتأثر الإلكترونات الحرة بقوة مغناطيسية ($F = Bev$) من اليمين لليسار.
- يصبح الطرف الأيسر من الموصل سالباً والطرف الأيمن من الموصل موجباً.
- يتحول الشغل المبذول في دفع السلك لأسفل إلى مصدر للطاقة الكهربائية



نوع الشحنة المتراكمة على نهايتي الموصل

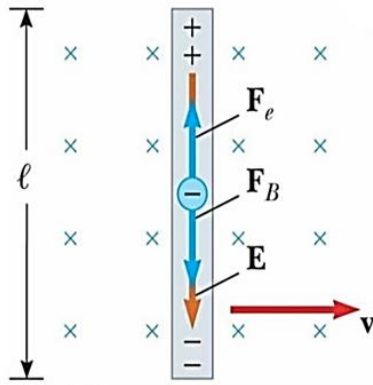


-نتيجة لحركة الموصل فإن الشحنات الكهربائية داخل

الموصل سوف تكون في حالة حركة،

-سوف تؤثر قوة مغناطيسية على الشحنات ($F = qv \times B$)

بحيث تتجه الشحنات السالبة إلى أسفل وشحنات الموجبة إلى أعلى تحت تأثير القوة المغناطيسية،



-ينشأ بين طرفي الموصل مجال كهربائي (E) فرق جهد (V)

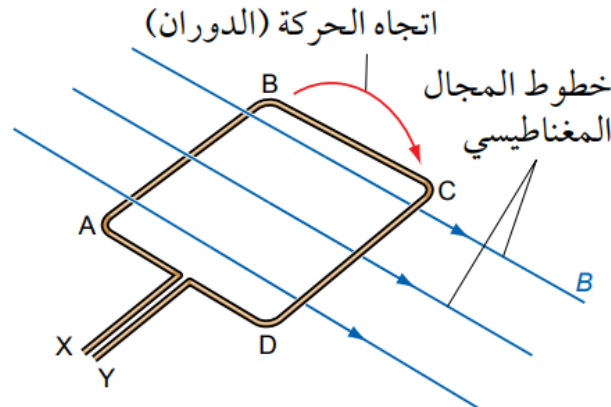
نتيجة استقطاب الشحنات الكهربائية عند طرفي الموصل

وسوف يتراد مع استمرار حركة الموصل خلال المجال

المغناطيسي،

يدور الملف في مجال مغناطيسي منتظم.

اتجاه التيار الكهربائي الناتج عن القوة الدافعة الكهربائية المستحثة في الضلعين AB و CD

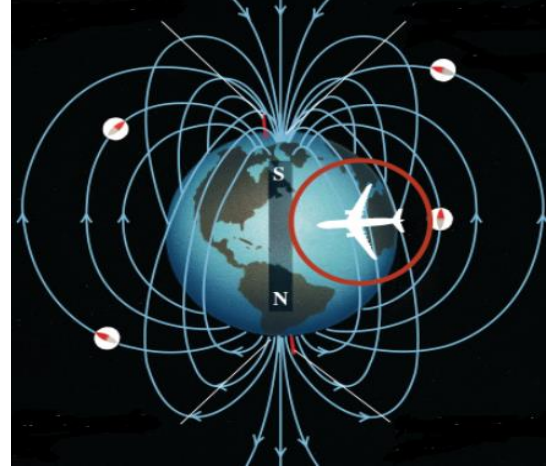
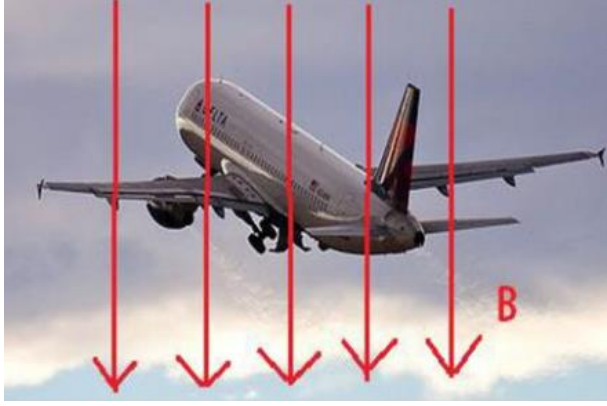


يتدفق التيار الكهربائي المستحث في الضلع (AB) من A إلى B

يتدفق التيار الكهربائي المستحث في الضلع (CD) من C إلى D

يصبح الطرف Y موجباً ولذلك يتدفق التيار الاصطلاحي من Y إلى X في الدائرة الخارجية

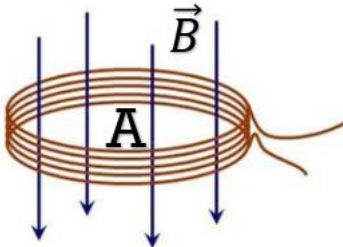
عندما تطير طائرة من الشرق إلى الغرب، فإن أجنحتها تكون عبارة عن موصل كهربائي يقطع الفيض المغناطيسي الأرضي.
حدّد أي طرف جناح (الأيسر أم الأيمن) في نصف الكرة الأرضية الشمالية سيصبح موجباً. ما الذي سيحدث لطرف الجناح هذا في نصف الكرة الأرضية الجنوبي



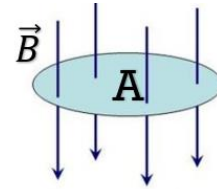
يكون الجناح الأيسر موجباً في نصف الكرة الشمالي، ويكون سالباً في نصف الكرة الجنوبي ،
لأن اتجاه خطوط المجال المغناطيسي تنعكس هناك .

الفيض المغناطيسي (Φ) والفيض المغناطيسي الكلي Φ_N

الفيض المغناطيسي الكلي: الفيض المغناطيسي
عبر ملف مضروباً في عدد اللفات.



الفيض المغناطيسي: كثافة الفيض المغناطيسي
عمودياً على دائرة مضروباً في مساحة المقطع
العرضي.



رمزه (Φ) الحرف اليوناني فاي حيث $\Phi = \vec{B} \cdot \vec{A}$

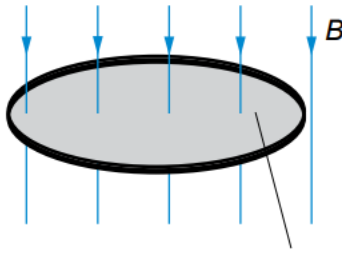
الويبر: الفيض المغناطيسي الذي يمر عبر
مساحة 1 m^2 عندما تكون كثافة الفيض
المغناطيسي 1 T

يُقاس الفيض المغناطيسي بوحدة الويبر (wb)
وتكافئ تسلا x المتر المربع (T m^2)

معادلة حساب الفيض المغناطيسي عندما يكون المجال المغناطيسي عمودياً على المساحة

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{A}$$

حيث (Φ) هو الفيض المغناطيسي ووحدة قياسه الويبر (Wb).
 و (B) هو كثافة الفيض المغناطيسي ووحدة قياسه التسلا (T).
 و (A) هي مساحة المقطع العرضي ووحدة قياسها المتر مربع (m^2)

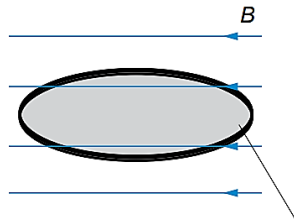


المساحة (A)

حالات الفيض المغناطيسي

1- قيمة عظمى :

يكون الفيض مساوياً لـ BA عندما يكون المجال المغناطيسي عمودياً على مساحة الملف

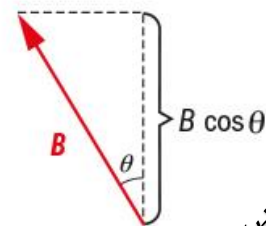
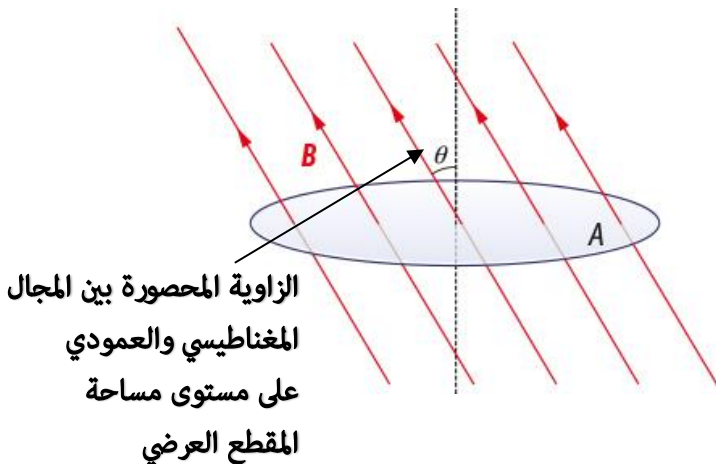


المساحة (A)

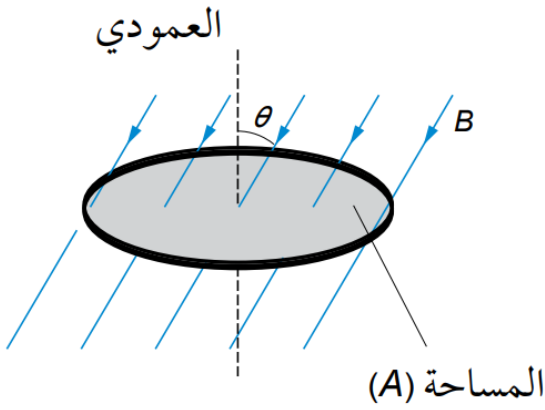
2- قيمته صفر :

يكون الفيض مساوياً للصفر عندما يكون المجال المغناطيسي موازياً لمساحة الملف

3- استنتاج مركبة الفيض المغناطيسي العمودية على مستوى مساحة المقطع العرضي أو الموازية للمتجه A عندما يكون المجال المغناطيسي والعمودي على المساحة بزاوية (θ)



مركبة كثافة الفيض
المغناطيسي
العمودية على المساحة

معادلة حساب الفيض المغناطيسيعندما لا يكون كثافة الفيض المغناطيسي Bعمودية على المساحة A

$$\Phi = B_{\perp} A = (B \cos \theta) A = BA \cos \theta$$

حيث $(B \cos \theta)$ هي مركبة كثافة الفيض المغناطيسي العمودية على مستوى مساحة المقطع العرضي أو الموازية للمتجه A.

و هي (A) مساحة المقطع العرضي للملف

و هي (θ) الزاوية المحصورة بين العمودي على المساحة والمجال المغناطيسي.

الفيض المغناطيسي الكلي لملف عدد لفاته N

هو حاصل ضرب الفيض المغناطيسي لملف ما (Φ) في عدد اللفات (N) .

ووحدة قياسه: ويبر (Wb)

معادلة حساب الفيض المغناطيسي الكلي :

$$\Phi_N = N \Phi$$

أو

$$\Phi_N = N B A \cos \theta$$

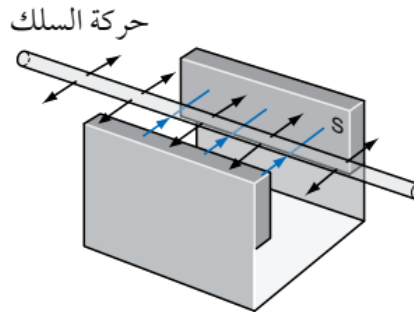
الطرق التي يمكن أن تُستحث بها القوة الدافعة الكهربائية

- تغيّر كثافة الفيض المغناطيسي (B)
- تغيّر مساحة المقطع العرضي (A) للملف
- تغيّر الزاوية (θ)

عندما يُحرَّك مغناطيس داخل ملف، فإن القوة الدافعة الكهربائية المستحثَّة تعتمد على شدة المجال المغناطيسي والسرعة التي يتحرك بها

- الفيض المغناطيسي BA
- فالمغناطيس الأقوى يعني فيض مغناطيسي كلي عبر الملف أكبر وبالتالي قوة دافعة كهربائية مستحثَّة أكبر.
- الحركة الأسرع فتعني معدل تغير في الفيض المغناطيسي أكبر، وبالتالي قوة دافعة كهربائية مستحثَّة أكبر

في تجربة لاستقصاء العوامل التي تؤثر على مقدار القوة الدافعة الكهربائية المستحثَّة، يحرك طالب سلكاً إلى الأمام وإلى الخلف بين مغناطيسين، كما هو مبيَّن في الشكل، اذكر السبب في أن القوة الدافعة الكهربائية المتولَّدة بهذه الطريقة تكاد تكون صفراً



الشكل ٥-٣٣ يُحرَّك السلك أفقيًا في مجال مغناطيسي أفقي.

السلك يتحرك باتجاه مواز لخطوط المجال المغناطيسي؛ فلا تُقطع خطوط المجال المغناطيسي. أو لا يوجد تغير في الفيض المغناطيسي؛ لذلك لا توجد قوة دافعة كهربائية مستحثَّة

يُصنع مغناطيس كهربائي كبير للدوران داخل ملف ثابت في مولد موجود في محطة لإنتاج الطاقة الكهربائية (الصورة 5-3). استُحثت في مولد المحطة قوة دافعة كهربائية متناوبة مقدارها (25 KV) ، 50 مرة في الثانية.

1- العامل الذي يحدّد عدد مرات تناوب القوة الدافعة الكهربائية المستحثَّة في الثانية يحدد التردد بواسطة سرعة دوران المغناطيس الكهربائي

2- العوامل التي تعتقد أنها ستؤثر على القوة الدافعة الكهربائية المستحثَّة

تتأثر القوة الدافعة الكهربائية المستحثَّة بكثافة الفيض المغناطيسي للمغناطيس الكهربائي، وعدد اللفات في الملف، ومساحة المقطع العرضي للملف. وتتأثر القوة الدافعة الكهربائية المستحثَّة كذلك بسرعة الدوران، ولكن هنا تُثبت عند (50 Hz)

قانون فارداي الحث الكهرومغناطيسي

يتناسب مقدار القوة الدافعة الكهربائية المستحثة طردياً مع معدل تغير الفيض المغناطيسي الكلي

متى تتولد القوة الدافعة المستحثة :

$$\varepsilon = \frac{\Delta BA}{\Delta t} \quad \varepsilon = \frac{N \Delta \phi}{\Delta t}$$

1- التغير في الفيض ($\Delta \phi$) خلال الزمن Δt

2- التغير في كثافة الفيض المغناطيسي (ΔB) خلال الزمن Δt

$$\varepsilon = \frac{B \Delta A}{\Delta t}$$

3- التغير في مساحة الملف (ΔA) خلال الزمن Δt

$$\varepsilon = Blv$$

4- في حالة السلك :

الصيغة الرياضية

$$\Delta N \phi = BAN \quad \varepsilon \propto \frac{\Delta(N\phi)}{\Delta t}$$

الفترة الزمنية من ($\Delta t - 0$)

$$\varepsilon = \frac{\Delta(N\phi)}{\Delta t} \quad \text{ثابت التناسب} = 1$$

تقاس القوة الدافعة الكهربائية المستحثة بوحدة الفولت ويساوي وير / ثانية

قانون لنز :-

يستخدم للتنبؤ بإتجاه القوة الدافعة المستحثة في سلك أو ملف وقطبية الملف أو السلك وتنص على :

تنشأ أي قوة الدافعة مستحثة بإتجاه معين بحيث ينتج عنها تأثيرات تقاوم التغير الذي أنتجها

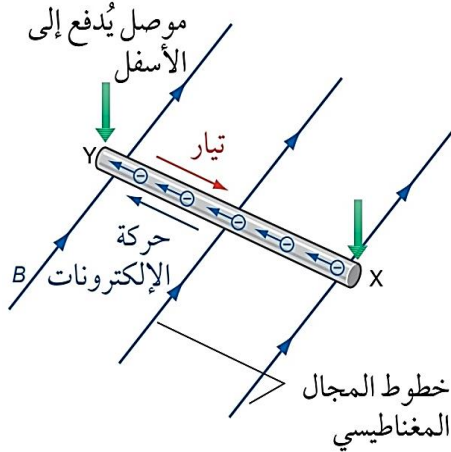
$$\varepsilon = - \frac{\Delta(N\phi)}{\Delta t} \quad \text{الجمع بين قانون لنز - فارداي :}$$

الاشارة السالبة تعني إذا كان التغير في الفيض موجب ، فإن القوة الدافعة المستحثة سالبة ، لان إتجاه القوة الدافعة معاكساً للتغير المحدث لها حجم القوة الدافعة يعني مقدارها غير مرتبط بالاشارة ، والاشارة للدلالة على الإتجاه

شرح الحث الكهرومغناطيسي:

تأمل الشكل التالي :

سأشرح لك بالتفصيل ماذا يحدث :



الشكل ٥-٣٨ توضيح لاتجاه التيار الكهربائي المستحث الناتج عن القوة الدافعة الكهربائية المستحثة.

1- انت تدفع الموصل لاسفل وبه حاملات شحنة موجبة وسالبة تتحرك الالكترونات مع حركة السلك لأسفل و الموجبة لأعلى

2- اذن لديك شحنات متحركة في مجال مغناطيسي وعمودية عليه تتأثر بقوة مغناطيسية تغير اتجاه حركتها (كيف نحدد اتجاه الحركة) بقاعدة فلمنج لليد اليسرى (تأثير قوة المحرك)

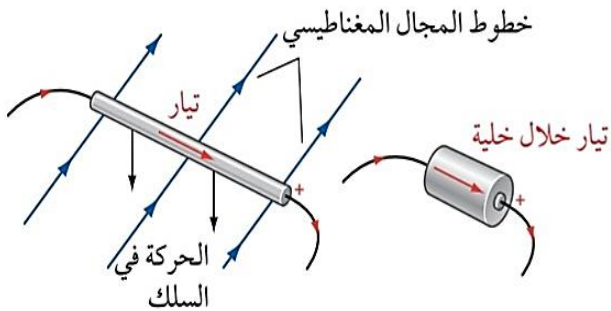
4- ثأثر الالكترونات بقوة تحركها لليسار والشحنات الموجبة يمين فتحدث فرطاً في الجهد

5- فالتيار الإصطلاحي من Y الى X هذا التيار المتولد الجديد

يسمى تيار حثي أو مستحث

6- ولأن الالكترونات الناتجة عن القوة الدافعة المستحثة دُفعت بتأثير المحرك فالحث الكهرومغناطيسي نتيجة تأثير المحرك

7- نتيجة تحرك الشحنات السالبة يساراً يثصبح الطرف X سالباً ، ونتيجة تحرك الشحنات الموجبة يميناً يصبح الطرف Y موجباً



الشكل ٥-٣٩ السلك المتحرك في مجال مغناطيسي هو مصدر قوة دافعة كهربائية أي يكافئ خلية.

8- يُعتبر السلك بمثابة خلية جلفانية مصعدها سالب

كيفية تحديد أقطاب الملف المتولد به تيار مستحث بقاعدة لنز

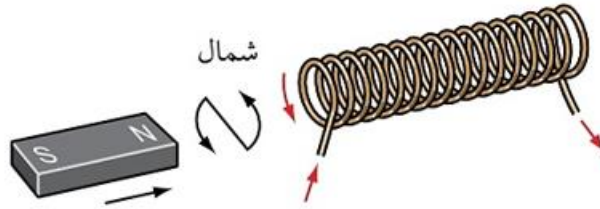
الحث الكهرومغناطيسي ما هو الاتحول للطاقة الميكانيكية الى كهربائية
(قانون لنز ما هو الا مبدأ حفظ للطاقة)

لدينا مجالان مغناطيسيان :

الأول: نتج من المغناطيسي

الثاني : مجال مغناطيسي نتج عن مرور التيار بالملف

كلا المجالين يعاكس كل منهما الآخر دعنا نفسر في هذا المثال :



الشكل ٤٠-٥ تحريك مغناطيس نحو ملف: اتجاه التيار الكهربائي الناتج عن القوة الدافعة الكهربائية المستحثة

1- كما تلاحظ يُدفع القطب الشمالي للمغناطيس تجاه الملف فيزيد الفيض المغناطيسي بالملف فيؤثر بقوة مغناطيسية على الكثرونات الملف فينشأ تيار كهربي بالملف

2- يتولد مجال مغناطيسي بالملف نتيجة مرور التيار يكون قطبه الشمالي مواجه لشمالي المغناطيس

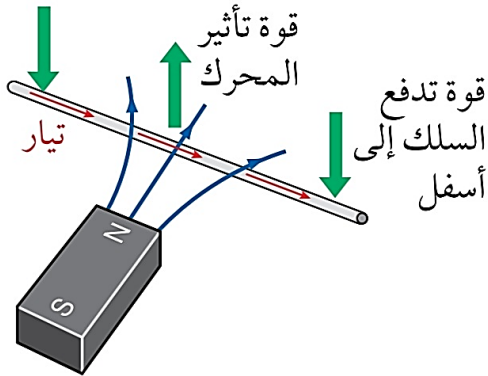
3- يتنافر القطبان ، لذا عليك بذل شغل لدفع المغناطيس لداخل الملف لمقاومة شغل قوة التنافر

4- الطاقة محفوظة (كيف هذا ؟)

الشغل المبذول لتحريك المغناطيس يتحول الى طاقة كهربية

والشغل الناتج من القوة الكهربية انتج قطب مشابه للمغناطيس لذا يلزم شغل قوة ميكانيكية للتغلب عليه

مثال آخر لتأكيد الفهم:- (اعرف انك ستفهم وحدك)



1- سلك مستقيم يتحرك لأسفل ومعه الإلكترونات في مجال مغناطيسي (المغناطيس ساكن)

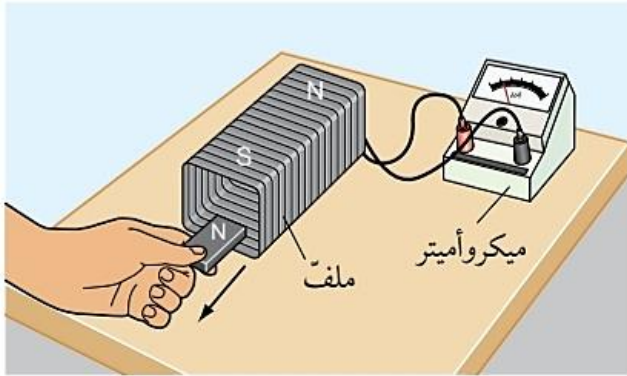
2- يتأثر حاملات الشحنة بقوة مغناطيسية

(تأثير المحرك) فينشأ تيار كهربائي تحدد اتجاه القوة بفلمنج لليد اليسرى

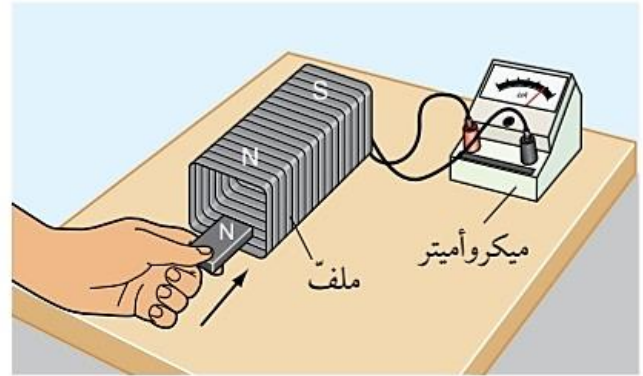
الشكل ٥-٤١ سلك عبر مجال مغناطيسي: اتجاه التيار الكهربائي كما هو مبين

3- كما تلاحظ اتجاه القوة المغناطيسية التي تؤثر على السلك لأعلى واتجاه القوة المحركة لأسفل

4- الحين يتضح حفظ الطاقة تحولت الطاقة الميكانيكية من تحريك السلك لكهربية والكهربية لميكانيكية



(ب)



(أ)

تطبيقات الحث الكهرومغناطيسي

المحولات الكهربائية

المولدات الكهربائية

المولد الكهربائي :

جهاز يحول الطاقة الميكانيكية الى طاقة كهربية

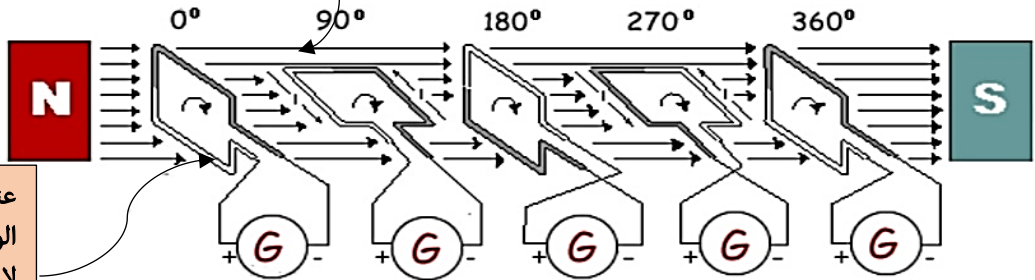
مبدأ العمل :

عند دوران ملف متصل بدائرة كهربية مغلقة يقطع ضلعاها الطويلان خطوط الفيض المغناطيسي فينشأ بالملف قوة دافعة حثية وتيار حثي ويطبق عليه قانون فارداي - لنز وقد يتم إبقاء الملف ثابتاً وتحريك المغناطيس الدائم

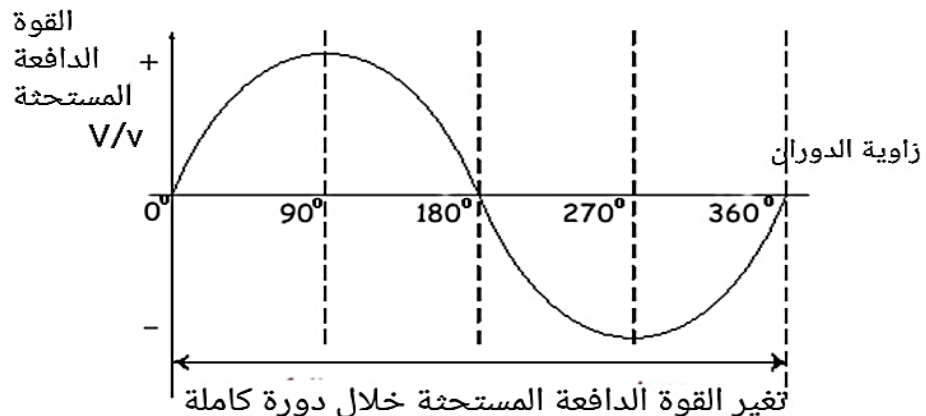
$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta(N\Phi)}{\Delta t}$$

تأثير موضع الملف على معدل قطع خطوط الفيض المغناطيسي

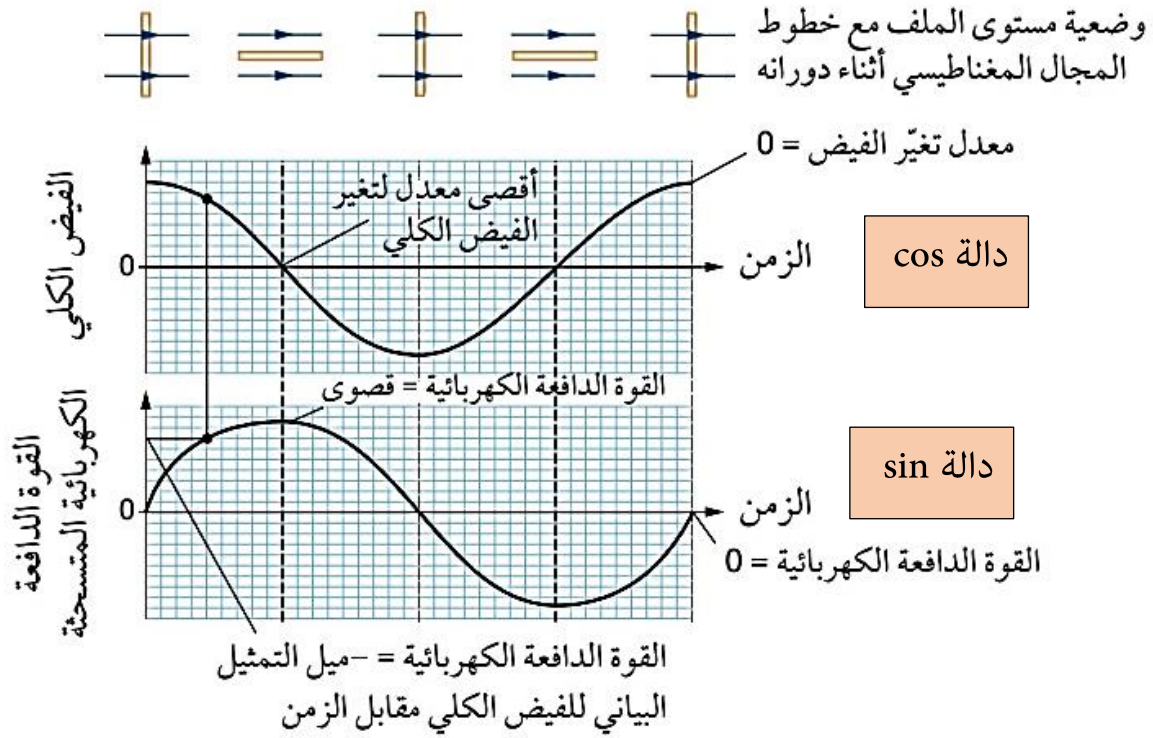
عندما يكون الملف في
الوضع الأفقي يحدث قطع
لخطوط الفيض لذا القوة
الدافعة المستحثة قيمة
عظمى



عندما يكون الملف في
الوضع الرأسي أو العمودي
لا يحدث قطع لخطوط
الفيض لذا القوة الدافعة
المستحثة صفرًا



كيفية تغير الفيض المغناطيسي مع القوة الدافعة المستحثة خلال دورة كاملة

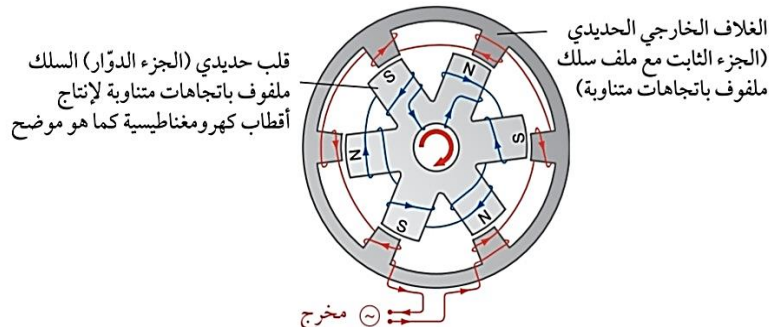
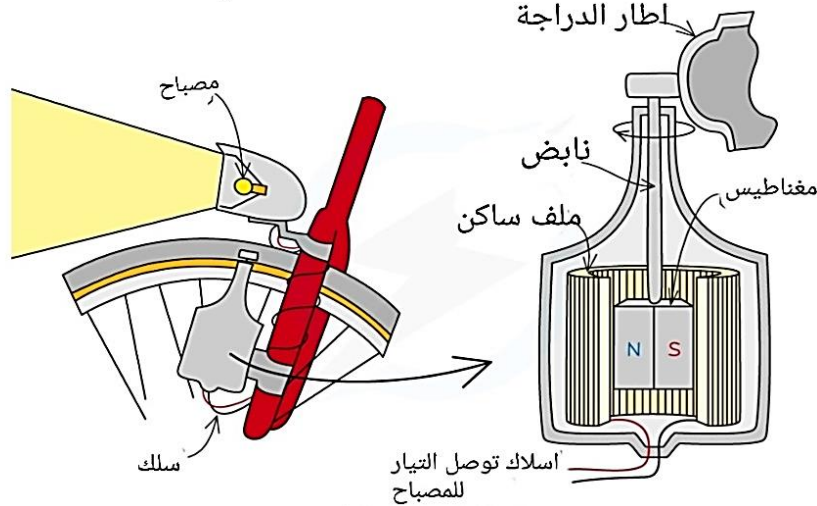


الشكل ٥-٤ الفيض المغناطيسي الذي يربط ملفاً دواراً في أثناء تغيره، وهذا يعطي قوة دافعة كهربائية مستحثة مترددة، وتظهر وضعية مستوى الملف بالنسبة إلى مجال مغناطيسي فوق التمثيلات البيانية.

يمكن الإبقاء على الملف ساكناً وتدوير المغناطيس الدائم كما في مولد الدراجة

، فإن دينامو الدراجة، على عكس الدينامو العادي، ينتج تياراً متردداً

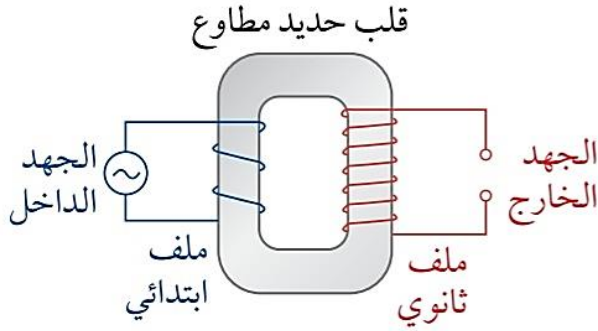
الدينامو هو المولد



الشكل ٥-٦ يدور مغناطيس كهربائي داخل ملف في المولد الكهربائي.

المحولات الكهربائية

التركيب :



الشكل ٥-٤٧ يمكن استخدام قانون فاراداي لشرح ما ينتج من المحولات.

- ملف ابتدائي متصل بمصدر متردد
- ملف ثانوي متصل بالحمل
- قلب من الحديد المطاوع

القانون المستخدم : قانون فاراداي

اهميتها :

- رفع وخفض القوة الدافعة المستحثة المترددة
- نقل الطاقة الكهربائية من محطات الإنتاج الى مناطق الاستهلاك باستخدام الكابلات العلوية

مبدأ عمله :

- 1- الحث الكهرومغناطيسي المتبادل بين ملفين حيث يزود الملف الابتدائي بتيار متردد
- يُنتج فيضاً مغناطيسياً متغيراً القلب الحديدي حيث تقطع لفات الملف الثانوي خطوط الفيض المتغير فيتولد به قوة دافعة مستحثة وتيار مستحث

كيفية تغيير قيمة القوة الدافعة المستحثة الناتجة بالملف الثانوي

لزيادتهازيادة عدد لفات الملف الثانوي عن الابتدائي

لتقليلهاإنقاص عدد لفات الملف الثانوي عن الابتدائي

إذا تساوت عدد اللفات لا يعد محولاً