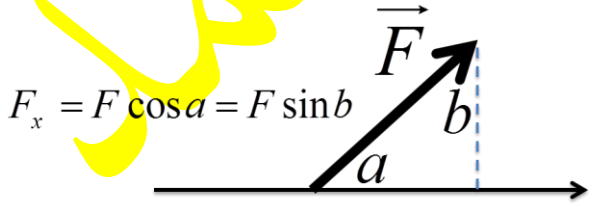
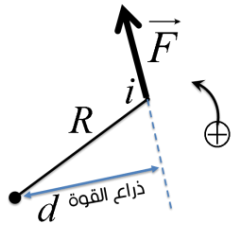
مراجعة في الميكانيك و الكهرباء

القوة : هي كل مؤثر قادر على تغيير الحالة الحركية .
القوة مقدار شعاعي أي له جهة ..
تحدد القوة بأربعة عناصر :
نقطة التأثير و الحامل و الجهة والشدة .
تقدر الشدة بوحدة نيوتن N .
لاستثمار القوة في التطبيقات العددية يجب اسقاطها لتحويلها لمقدار عددي .

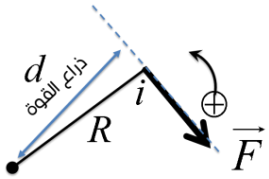
مسقط قوة على محور = $\pm$ (شدة القوة)×(جيب المقابلة أو تجيب المجاورة)
(اشارة + أو – تدل على الاتجاه)



عزم القوة :
يعبر عن قدرة القوة على تدوير جسم . وحدته $(m.N)$
عزم القوة = $\pm$ (ذراع القوة)×(شدة القوة)
(اشارة +أو – حسب اتجاه الدوران)



$\Gamma_{\vec{F}} = d_F.F = (R.\sin i).F$



$\Gamma_{\vec{F}} = -d_F.F = -(R.\sin i).F$

ينعدم عزم القوة إن كان حامل القوة ماراً أو موازياً لمحور الدوران أو منطبقاً عليه .

التوازن الانسحابي : محصلة القوى معدومة $\sum \vec{F} = \vec{0}$
التوازن الدوراني : محصلة العزوم معدومة $\sum \Gamma = 0$

عمل القوة : يعبر عن قدرة القوة على نقل نقطة تأثيرها وحدته جول (J)
حين تنتقل على حاملها و بجهتها مسافة ما
العمل = شدة القوة × الانتقال $W = F.\Delta x$

الاستطاعة : تعبر عن سرعة انجاز العمل وحدتها واط $(Watt)$

$P = \frac{W}{t}$	قانون الاستطاعة العام =عمل ÷ زمن
$P = F.v$	استطاعة حركة انسحابية= قوة ×سرعة
$P = \Gamma.\omega$	استطاعة دورانية =عزم×سرعة زاوية
$P = U.I$	استطاعة كهربائية = توتر×شدة تيار

التيار الكهربائي :
هو حركة جماعية للشحنات باتجاه معين في ناقل
التوتر الكهربائي "فرق الكمون" U :هوالمسبب لمرور التيار و نسمي التوتر المتولد من **مولد** تيار باسم **القوة المحركة الكهربائية** ε . وحدة القياس فولت (V)
شدة التيار الكهربائي I **:** تعبر عن غزارة الشحنات المتدفقة بفعل التيار . وحدة القياس أمبير (A) .
المقاومة الكهربائية R : هي الاعاقة التي يصادفها التيار المار حيث تحول طاقته إلى حرارة . وحدتها أوم (Ω)
قانون أوم : التوتر = المقاومة × شدة التيار
في المستهلكات : $U = R.I \Leftrightarrow I = \frac{U}{R}$
في المولدات : $\varepsilon = R.I \Leftrightarrow I = \frac{\varepsilon}{R}$
نلاحظ أن شدة التيار
- تتناسب طرداً مع التوتر المطبق الذي هو العامل المحرك للشحنات .
- تتناسب عكساً مع مقاومة الدارة و هي العامل المعيق ، **وتتزداد المقاومة** بازدياد المقاومة النوعية و طول السلك و تنقص بازدياد مساحة المقطع .

الاستطاعة الحرارية المصروفة في مقاومة :
$P = U.I = R.I.I = R.I^2$

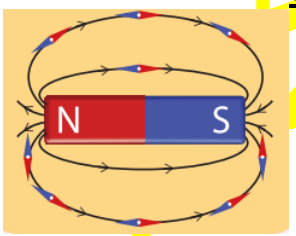
المغناطيسية- منشأ المغناطيسية و تفسيرها

الحقل المغناطيسي لمغناطيس :

المغناطيس : هو جسم يجذب الأجسام الحديدية .
و للمغناطيس قطبين شمالي N و جنوبي S .
عند تقريب مغناطيسين من بعضهما فإن : الأقطاب المتماثلة تتنافر ، و الأقطاب المتخالفة تتجاذب .
الإبرة المغناطيسية : هي مغناطيس صغير خفيف قابل للحركة تتأثر بالحقل المغناطيسي و تتخذ دوماً منحى الحقل المغناطيسي في مكان وجودها إن كانت حرة الحركة

الحقل المغناطيسي لمغناطيس :

نضع مغناطيس مستقيم على لوحة الإبر المغناطيسية ماذا تلاحظ ؟



ترسم الإبر خطوط منحنية تتجه من القطب الشمالي إلى الجنوبي خارج المغناطيس ، و تكمل الدورة داخل المغناطيس متجهة من القطب الجنوبي إلى الشمالي .

ماذا تسمى هذه الخطوط و ما سبب اتخاذها هذا الشكل ؟
خطوط الحقل المغناطيسي للمغناطيس و اتخذت الإبر المغناطيسية هذا التوجه بسبب تأثرها بهذا الحقل .

خط الحقل المغناطيسي : هو خط وهمي يَمس في كل نقطة من نقاطه شعاعَ الحقلِ المغناطيسي في تلك النقطة.

فسر : خطوط الحقل المغناطيسي لا تتقاطع .
لأن شعاع الحقل المغناطيسي مماس لخط الحقل المغناطيسي وعند نقطة التقاطع سيكون هنالك شعاعين مماسين لكل خط وهذا مستحيل

نبعد المغناطيس عن اللوحة ماذا تلاحظ ؟
تعود الإبر المغناطيسية لوضعها الأصلي .

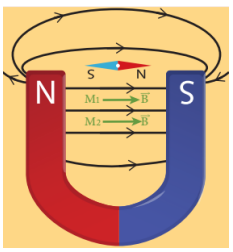
فسر: تتقارب خطوط الحقل المغناطيسي عند قطبي المغناطيس .
لأن شدة الحقل المغناطيسي عند القطبين أكبر منها في النقاط الأبعد عن القطبين .

هل قطبا المغناطيس مختلفان بالقوة أم متساويان ؟
قطبا المغناطيسي متساويان في القوة

تعريف الحقل المغناطيسي : هو منطقة إن وضعت فيها إبرة مغناطيسية حرة الحركة خضعت لأفعال مغناطيسية

الحقل المغناطيسي المنتظم :

نضع مغناطيس نضوي"له شكل U" على لوحة الإبر المغناطيسية ماذا تلاحظ ؟



تأخذ خطوط الحقل المغناطيسي بين فرعي المغناطيس النضوي شكل خطوط متوازية .

مانوع الحقل المغناطيسي بين قطبي المغناطيس النضوي و ماصفاته ؟
حقل مغناطيسي منتظم ، خطوطه متوازية و **أشعته متسايرة** في كل نقطة منه أي لها نفس الحامل و الجهة و الشدة .

كيف تحدد عناصر الحقل المغناطيس في نقطة ما بوساطة إبرة مغناطيسية ؟

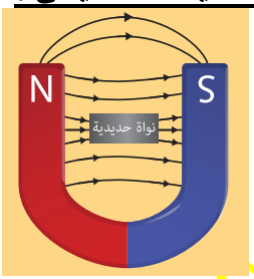
- **نقطة التأثير:** النقطة المعتبرة .
- **الحامل :** الخط المستقيم الواصل بين قطبي الإبرة المغناطيسية .
- **الجهة :** من قطب الإبرة الجنوبي إلى الشمالي $\overrightarrow{SN}$.
- **الشدة : تزداد بازدياد بسرعة اهتزاز** الإبرة المغناطيسية .

تقدر شدة الحقل المغناطيسي B بوحدة تسلا T .

ملاحظة : يمثل الحقل المغناطيسي بشعاع ، و إن كان عمودي على الصفحة يمثل بمنطقة مظللة و فيها رمز يدل على جهة الحقل فنرمز $\otimes$ للحقل الداخل ، و $\odot$ للحقل الخارج

الحقل المغناطيسي بوجود الحديد والنفاذية المغناطيسي :

نشكل خطوط الحقل المغناطيسي بين فرعي مغناطيس نضوي باستخدام برادة الحديد و نضع بين الفرعين قطعة من الحديد (نواة حديدية) ماذا نلاحظ ؟



نلاحظ **تقارب البرادة** أي تكاثف خطوط الحقل المغناطيسي في النواة الحديدية .

فسر تكاثف الخطوط (تقارب البرادة) عند النواة الحديدية ؟
لأن النواة الحديدية تتمغنط فيتولد عنها حقل مغناطيسي $\overrightarrow{B'}$ يضاف إلى الحقل الأصلي الممغنط $\overrightarrow{B}$ ليتشكل حقل مغناطيسي كلي $\overrightarrow{B_t}$ أكبر من الحقل الأصلي .

ما فائدة استخدام النواة الحديدية مع المغانط ؟
زيادة شدة الحقل المغناطيسي .

عرف عامل النفاذية المغناطيسية (μ) **واكتب علاقته و ما العوامل المؤثرة فيه ؟**
هو نسبة شدة الحقل المغناطيسي الكلي في النواة الحديدية إلى شدة الحقل المغناطيسي الممغنط الأصلي .

$$\mu = \frac{B_t}{B}$$

يتعلق عامل النفاذية المغناطيسية بـ : 1- شدة الحقل المغناطيسي الممغنط **2-** قابلية المادة للمغنطة

الحقل المغناطيسي الأرضي :

عندما نضع إبرة مغناطيسية حرة الحركة في مكان ما و نحرفها ثم نتركها لتستقر أكثر من مرة ماذا تلاحظ ؟

تعود الإبرة لتستقر في وضع توازنها الأصلي .

فسر ذلك ؟

بسبب الحقل المغناطيسي الأرضي .

فسر توجه إبرة البوصلة نحو الشمال الجغرافي

بسبب الحقل المغناطيسي الأرضي .

ما سبب نشوء الحقل المغناطيسي الأرضي ؟

بسبب الحقول المغناطيسية المتولدة عن التيارات الكهربائية الناتجة عن حركة الشحنات (إلكترونات و أيونات)في جوف الأرض .

فسر :لا تعد المواد المغناطيسية و الحديدية في باطن الأرض سبباً للحقل المغناطيسي الأرضي .

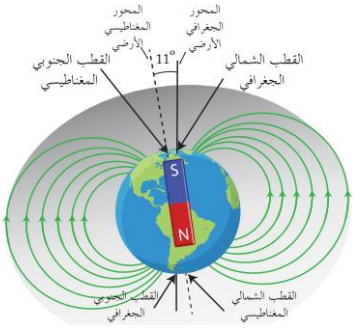
لأن درجات الحرارة المرتفعة في باطن الأرض ستفقدها خصائصها المغناطيسية .

فسر : الأقطاب المغناطيسية لا تنطبق على الأقطاب الجغرافية للأرض .

لأن محور المغناطيس الأرضي يصنع مع محور دوران الأرض زاوية 11° .

أين تقع الأقطاب المغناطيسية الأرضية ؟

القطب الجنوبي المغناطيسي بجوار القطب الشمالي الجغرافي ، و القطب الشمالي المغناطيسي بجوار القطب الجنوبي الجغرافي ، و بين محور الأرض و المغناطيس الأرضي زاوية 11° .



التعيين الهندسي للحقل المغناطيسي الأرضي في نقطة:

مستوي الزوال الجغرافي : المستوي المحدد بالنقطة و محور دوران الأرض .

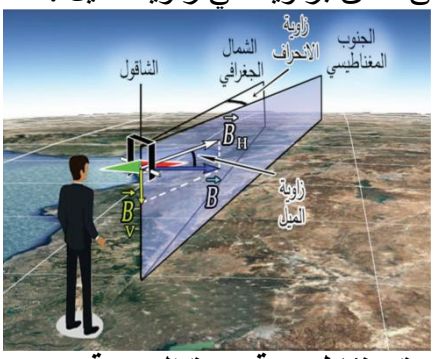
خط الزوال المغناطيسي : هو خط أفقي تستقر وفقه إبرة مغناطيسية محورها شاقولي موجودة في النقطة .

مستوي الزوال المغناطيسي : مستوي معرف بخط الزوال المغناطيس و مركز الأرض .

زاوية الانحراف : الزاوية بين خط الزوال المغناطيسي و محور الأرض الجغرافي . قيمتها من $0^\circ - 180^\circ$

زاوية الميل : الزاوية بين محور الإبرة المغناطيسية حرة الحركة و خط الأفق . قيمتها من $0^\circ - 90^\circ$

شعاع الحقل المغناطيسي الأرضي في نقطة ما من سطح الأرض يقع ضمن مستوى الزوال المغناطيسي الذي ينحرف عن مستوى الزوال الجغرافي بزاوية هي زاوية الانحراف ، ويميل على الأفق بزاوية هي زاوية الميل .



سؤال : إبرة مغناطيسية حرة الحركة بين كيف يكون منحاها مع التعليل حين تتواجد في المناطق التالية :

- **قرب أحد قطبي الأرض :** تكون عمودية على سطح الأرض (شاقولية) لأن زاوية الميل تكون قائمة هناك .
- **قرب خط الاستواء :** توازي سطح الأرض (أفقية)لأن زاوية الميل صفر هناك

مركبتا الحقل المغناطيسي الأرضي :

يحلل الحقل المغناطيسي الأرضي في نقطة ما إلى مركبتين :

المركبة القائمة $\overrightarrow{B_V}$ شاقولية و **المركبة الأفقية** $\overrightarrow{B_H}$

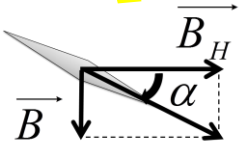
و يرتبطان بالحقل المغناطيسي الأرضي $\overrightarrow{B}$ بالعلاقات :

$$\begin{cases} B_H = B\cos i \\ B_V = B\sin i \end{cases}$$

حيث i زاوية الميل .

ملاحظة : إبرة البوصلة العادية و الإبرة المغناطيسية ذات المحور الشاقولي التي تتحرك في مستوي أفقي دوماً تتخذ منحى المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $\overrightarrow{B_H}$.

- و إن وجد حقل مغناطيسي $\overrightarrow{B}$ آخر أفقي **يعامد** تلك المركبة ستتخذ الإبرة منحى محصلة المركبة الأفقية $\overrightarrow{B_H}$ و هذا الحقل $\overrightarrow{B}$ لتنحرف بزاوية α عن منحاها الأصلي :

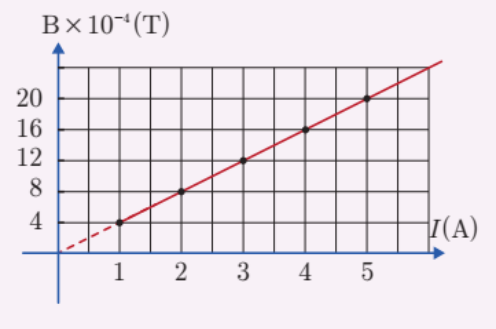


وتحدد هذه الزاوية على النحو :

$$\vec{B} \perp \overrightarrow{B_H} \Rightarrow \tan\alpha = \frac{B}{B_H}$$

الحقل المغناطيسي المتولد عن تيار كهربائي

سؤال : يبين الشكل البياني علاقة الحقل المغناطيسي المتولد عن تيار كهربائي بشدة هذا التيار



1- ماذا تلاحظ ؟

شدة الحقل المغناطيسي تتناسب طرداً مع شدة االتيار المار .

$$B = k.I$$

2- بم يتعلق ثابت التناسب k (ميل المستقيم) ؟ و كيف تصبح علاقة شدة الحقل المغناطيسي العامة ؟

يتعلق بثابت النفوذية المغناطيسية للخلاء $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T.m.A^{-1}$ و بالشكل الهندسي للدارة و موضع النقطة المعتبرة بالنسبة للدارة k' فيكون ثابت التناسب $k = \mu_0 k' = 4\pi \times 10^{-7} k'$

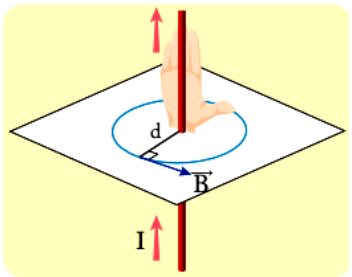
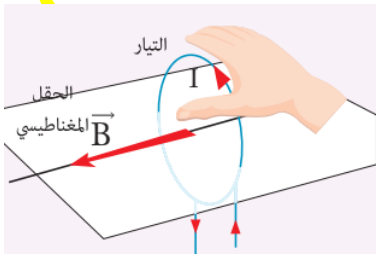
لتصبح علاقة شدة الحقل المغناطيسي :

$$B = kI = \mu_0 k' I = 4\pi \times 10^{-7} k' I$$

3- احسب شدة الحقل المغناطيس من الخط البياني عند شدة تيار $8A$. نحسب الميل :

$$k = \frac{\Delta B}{\Delta I} = \frac{16\times10^{-4} - 8\times10^{-4}}{4-2} = 4\times10^{-4} T.A^{-1} \Rightarrow B = kI = 4\times10^{-4}(8) = 32\times10^{-4} T$$

عناصر شعاع الحقل المغناطيسي المتولد عن تيار كهربائي بحسب شكل التيار :

	نقطة على مسافة d من سلك مستقيم (تيار مستقيم)	نقطة من مركز ملف دائري نصف قطره r (تيار دائري)	نقطة داخل وشيعة طولها ℓ (تيار حلزوني)
الحامل	عمودي على المستوي المحدد بالنقطة و السلك .	عمودي على مستوي الملف	محور الوشيعة
الجهة	بجهة ابهام يد يمنى توازي السلك بحيث تشير أصابعها لجهة التيار الكهربائي و يشير باطنها للنقطة .	بجهة ابهام يد يمنى تلتف على الوشيعة بحيث تكون أصابعها بجهة التيار المار .	بجهة ابهام يد يمنى تلتف على الوشيعة بحيث تكون أصابعها بجهة التيار المار .
الشدة	$B = 2\times10^{-7}\frac{I}{d}$	$B = 2\pi\times10^{-7}\frac{N.I}{r}$	$B = 4\pi\times10^{-7}\frac{N.I}{\ell}$
شكل توضيحي			
بم تتعلق شدة الحقل المغناطيسي	تتناسب طرداً مع شدة التيار I و تتناسب عكساً مع بعد النقطة عن السلك d	تتناسب طرداً مع شدة التيار I و عدد اللفات N و تتناسب عكساً مع نصف قطر الملف الوسطي r	تتناسب طرداً مع شدة التيار I و عدد اللفات و في وحدة الطول $n_1 = \frac{N}{\ell}$
ثابت شكل الدارة	$k' = \frac{1}{2\pi d}$	$k' = \frac{N}{2r}$	$k' = n_1 = \frac{N}{\ell}$

وحدات القياس :

B شدة الحقل المغناطيسي : تسلا T

I شدة التيار الكهربائي المار: آمبير A وهي نسبة التوتر الكهربائي المطبق إلى مقاومة الدارة $I = \frac{U}{R}$

الأبعاد : بعد عن السلك d ، نصف قطر r ، طول ℓ : متر m

تحصيل الحقول المغناطيسية لتيارين :

إن الحقل المغناطيسي الكلي الناتج عن تيارين هو حاصل الجمع الشعاعي للحقلين المتولدين

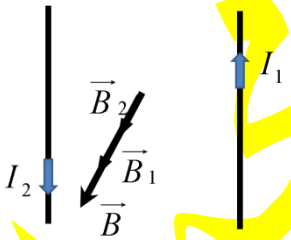
$$\vec{B} = \vec{B_1} + \vec{B_2}$$

و نميز عدة حالات :

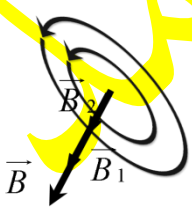
أ- حقلان متفقان حاملاً و متفقان جهة : يكون الحقل الكلي جمع الحقلين

$$B = B_1 + B_2$$

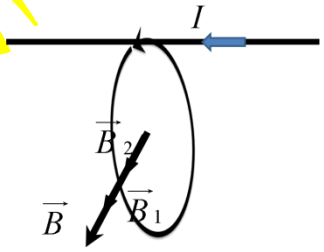
مثل الحقل المتولد بين تيارين مستقيمين متعاكسان جهة :



الحقل المتولد عن ملفين أو وشيعتان متحدان بالمركز فيهما التيار باتجاه واحد



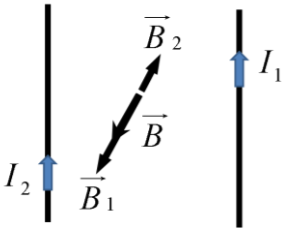
الحقل المتولد داخل لفات مكونة من سلك مستقيم يشكل منه لفات ملف ثم يتابع طريقه



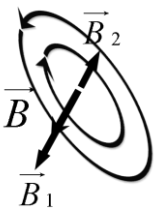
ب- حقلين متفقين حاملاً و متعاكسان جهة : يكون الحقل الكلي طرح الحقلين

$$B = B_1 - B_2$$

مثل الحقل المتولد بين تيارين مستقيمين متفقين جهة:



و الحقل المتولد عن ملفين أو وشيعتين متحدان بالمركز فيهما تيارين متعاكسين جهةً .

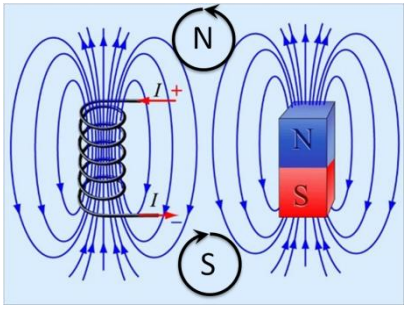


ج- في حال كان الحقلان غير منطبقين حاملاً أي بينهما زاوية نطبق القاعدة :

$$B = \sqrt{B_1^{\,2} + B_2^{\,2} + B_1.B_2 \cos\theta}$$

تكافؤ الملفات و الوشائع مع المغانط :

بملاحظة الوشائع و الملفات حين يمر بها تيار كهربائي مستمر و مقارنتها مع المغانط نلاحظ أن الملف أو الوشيعة تكافئ مغناطيس ويكون قطبها(وجهها) الشمالي فيه التيار الكهربائي عكس جهة حركة عقارب الساعة و الجنوبي فيه التيار بجهة عقارب الساعة



تعليل المغناطيسية :

ماذا ينتج عن دوران الإلكترون حول النواة ؟ ومتى تمتلك الذرة صفة مغناطيسية أو لا تملك هذه الصفة ؟

- كل الكترون يدور حول النواة يكافئ تيار كهربائي صغير يولد صفة مغناطيسية .
- الالكترونات المتزاوجة تدور باتجاهين متعاكسين(بنفس السرعة و نصف القطر) تكون محصلة الصفة المغناطيسية معدومة .
- أما إن انفرد إلكترون في دورانه يكون للذرة صفة مغناطيسية غير معدومة .
- حركة الشحنات في النواة تولد صفة مغناطسية لكنها مهملة مقارنة بالإلكترونات .

مثال الحديد : التوزيع الإلكتروني لذرة الحديد

$$_{26}Fe : 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, \underline{\underline{3d^6}}$$

↑↓	↑	↑	↑	↑

نلاحظ أن المدار $3d$ يحتوي 4 إلكترونات عزباء تدور بذات الجهة كأنها تيارات تولد حقل مغناطيسي بذات الاتجاه فتصبح الذرة مغناطيس صغير .

فسر الحديد في الحالة العادية ليس مغناطيس رغم أن ذراته تعد مغانط صغيرة .

لأن الذرات تكون ثنائيات أقطاب مغناطيسية موزعة عشوائياً محصلتها معدومة .

فسر : تتمغنط قطعة الحديد بوجود حقل مغناطيسي خارجي (تسبب زيادته):

لأن ثنائيات الأقطاب المغناطيسية تتوجه بجهة الحقل المغناطيسي الخارجي فتتمغنط .

نتيجة : تكون المادة مغناطيس عندما تحوي ثنائيات أقطاب مغناطيسية مصطفة باتجاه واحد

التدفق المغناطيسي

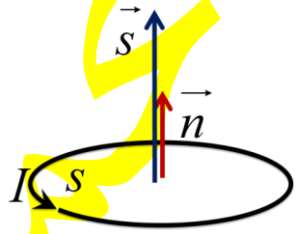
يعبر التدفق المغناطيسي عن عدد خطوط الحقل المغناطيسي التي تجتاز دارة كهربائية مستوية مغلقة .

شعاعي الناظم و السطح :

شعاع الناظم $\vec{n}$: هو شعاع ناظمي على سطح الدارة و يتجه من وجهها الجنوبي إلى الشمالي أي بجهة ابهام يد يمنى أصابعها تلتف باتجاه التيار الكهربائي المار بالدارة .

شعاع السطح $\vec{s}$: يعرف بالعلاقة $\vec{s} = s.\vec{n}$.

حيث s مساحة سطح الدارة .



عناصر شعاع السطح $\vec{s}$:

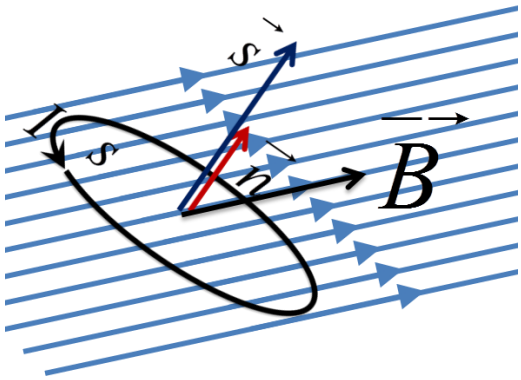
- **الحامل :** الناظم
- **الجهة** : يدخل من وجه الدارة الجنوبي ويخرج من الشمالي –جهة الناظم –
- **الشدة :** مساحة الدارة s

التدفق المغناطيسي Φ **:**

إن التدفق المغناطيسي الذي يجتاز دارة كهربائية مستوية في الخلاء يعرف بالعلاقة :

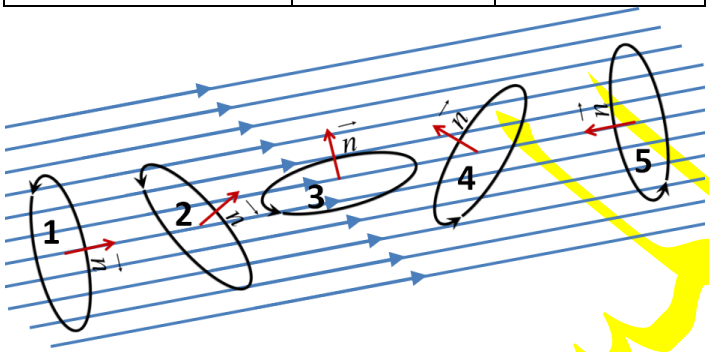
$$\Phi = \vec{B}.\vec{s} \Rightarrow \boxed{\Phi = B.s.\cos\alpha}$$

B	شدة الحقل المغناطيسي	T
s	مساحة سطح الدارة	m^2
$\alpha = \left(\vec{B}, \vec{n}\right)$	الزاوية بين الحقل المغناطيسي و الناظم	rad
Φ	التدفق المغناطيسي	$Weber$



مناقشة:علاقة التدفق المغناطيسي بالزاوية بين الناظم والحقل المغناطيسي :

التدفق المغناطيسي $\Phi = B.s.\cos\alpha$	العلاقة بين $\vec{B}$, $\vec{n}$	$\alpha = \left(\vec{B}, \vec{n}\right)$
أعظمي $\Phi_{max} = +B.s$	منطبقان و بنفس الجهة	0
موجب $B.s.\cos\alpha$ $\cos\alpha > 0$	بنفس الجهة	حادة
معدوم $\Phi = 0$	متعامدان	$\frac{\pi}{2} rad = 90^\circ$
سالب $B.s.\cos\alpha$ $\cos\alpha < 0$	متعاكسان	منفرجة
أصغري $\Phi = -B.s$	منطبقان و متعاكسان جهة	$\pi rad = 180^\circ$



التدفق المغناطيسي من أجل ملف أو وشيعة أو اطار يحوي N لفة يعطى بالعلاقة :

$$\Phi = N.B.s.\cos\alpha$$

حالات تغير التدفق المغناطيسي :

يتغير التدفق المغناطيسي بتغيير أي من مكونات العلاقة التي تعطيه و لكن نصادف في دراستنا حالات معينة هي :

- **في تجارب السكتين** : يتغير التدفق المغناطيسي بسبب تغير السطح بمقدار Δs و ذلك بسبب حركة الساق التي طولها L مسافة Δx **حيث :**

$$\Delta\Phi = B.\Delta s = B.L.\Delta x$$

في ملف أو وشيعة أو إطار نصادف حالتين :

- مع تغير شدة الحقل المغناطيسي :

$$\Delta\Phi = N.\left(B_2 - B_1\right).s.\cos\alpha$$

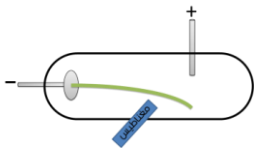
- مع الدوران (تغير الزاوية) :

$$\Delta\Phi = N.B.s.\left(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1\right)$$

فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي

القوة المغناطيسية

تجربـــة : نقـــرب قطـــب مغناطيسي شمالي من أنبوب أشعة مهبطية ثم نقرب القطب الجنوبي بدل منه ماذا تلاحظ على مسار الحزمة الإلكترونية و ماذا تستنتج ؟



تنحرف الحزمة الإلكترونية عند تقريب القطب الشمالي ، وتنحرف بشكل معاكس عن تقريب القطب الجنوبي .

نتيجة : يؤثر الحقل المغناطيسي في الجسيمات المشحونة الكهربائية المتحركة ضمن المنطقة التي يسودها **بقوة مغناطيسية** تسبب انحراف مسارها ، وتتغير جهة انحراف المسار بتغير جهة الحقل المغناطيسي المؤثر .

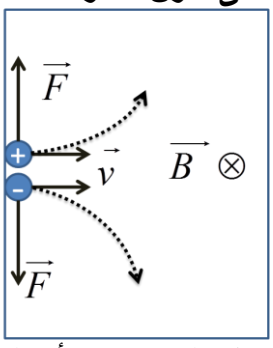
العوامل المؤثرة في شدة القوة المغناطيسية :

شدة القوة المغناطيسية تتناسب طرداً مع :

- قيمة الشحنة المتحركة q
- سرعة الشحنة المتحركة v
- شدة الحقل المغناطيسي المؤثر B
- $\sin\theta$ حيث $\theta=\left(\vec{B},\vec{v}\right)$ الزاوية بين شعاع السرعة وشعاع الحقل المغناطيسي .

اكتب العبارة الشعاعية لقوة لورنز المغناطيسية و حدد عناصرها بالكتابة و الرسم (حالة شحنة موجبة أو سالبة) وبين متى تكون شدتها عظمى و متى تكون معدومة ؟

$$\boxed{\vec{F}=q\vec{v}\wedge\vec{B}}$$



نقطـــة التـــأثير : الشـــحنة المتحركة

الحامـــل : عمـــودي علـــى المســتوي المحـــدد بشـــعاعي السرعة والحقل المغناطيسي.

الجهة : بجهة ابهام يد يمنى يخرج الحقل المغناطيسي من باطن كفها و **رؤوس أصابعها** بجهه السرعة إن كانت الشحنة موجبة و عكسها إن كانت الشحنة سالبة .

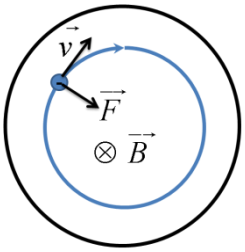
الشدة : $F=q.v.B.\sin\theta$

حالات خاصة لشدة القوة المغناطيسية :

$\theta=\left(\vec{v},\vec{B}\right)$	العلاقة بين $\vec{v},\vec{B}$	شدة القوة الكهرطيسية $F=q.v.B.\sin\theta$
$0\ ,\pi=180^\circ$	متوازيان	معدومة $F=0$
$\frac{\pi}{2}rad=90^\circ$	متعامدان	عظمى $F=q.v.B$

دراسة حركة جسيم مشحون(الكترون) متحرك في حقل مغناطيسي منتظم – تجربة هلمهولتز :

إثبات أن حركة الإلكترون دائرية منتظمة و تحديد نصف قطرها و دورها .



تجربة ملفي هلمهولتز

$$\Sigma\vec{F}=m_e.\vec{a}$$

$$\vec{F}=m_e.\vec{a}$$

$$e\vec{v}\wedge\vec{B}=m_e.\vec{a}$$

$$\vec{a}=\frac{e}{m_e}\vec{v}\wedge\vec{B}$$

بما أن الجداء شعاعي خارجي : $\vec{a}\perp\vec{v},\vec{a}\perp\vec{B}$

التسارع يعامد السرعة فالتسارع ناظمي $\vec{a}=\vec{a}_c$ **فالحركة دائرية منتظمة** ...

استنتاج نصف القطر :

$$a_c=\frac{v^2}{r}=\frac{e}{m_e}v.B\Rightarrow$$

$$\boxed{r=\frac{m_e.v}{e.B}}$$

و دور الحركة :

$$T=\frac{2\pi r}{v}=\frac{2\pi\frac{m_e.v}{e.B}}{v}\Rightarrow\boxed{T=\frac{2\pi m_e}{eB}}$$

فسر حركة الإلكترون ضمن حقل مغناطيسي منتظم تكون دائرية منتظمة لأن القوة المغناطيسية تعامد دوماً شعاع السرعة فهي تولد تسارع ثابت يعامد السرعة جاذب مركزية تسبب حركة دائرية منتظمة

B	شدة الحقل المغناطيسي	T
m_e	كتلة الإلكترون	kg
e	شحنة الإلكترون	C
v	سرعة الإلكترون	$m.s^{-1}$
F	شدة قوة لورنز	N
r	نصف قطر مسار الإلكترون	m
T	دور حركة الإلكترون	s

تعريف التسلا : من العلاقة

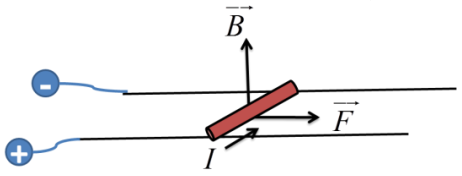
$$B=\frac{F}{qv\sin\theta}\ :F=qvB\sin\theta$$

التسلا : شدة حقل مغناطيسي إن أثر بشحنة $1C$ تتحرك بسرعة $1m.s^{-1}$ تعامده خضعت الشحنة لقوة شدتها $1N$

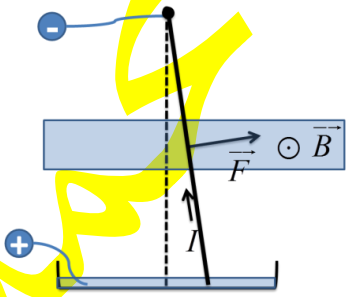
القوة الكهرطيسية

هي قوة تنتج من تأثير الحقل المغناطيسي في ناقل يمر فيه تيار كهربائي . **نتعرفها من خلال التجارب :**

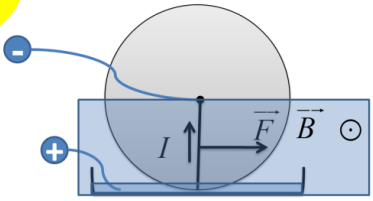
تدحرج الساق في السكتين الكهرطيسية:



انحراف الساق النحاسية المعلقة

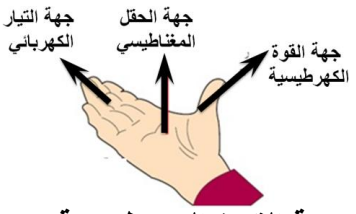


دوران دولاب بارلو :



نلاحظ من هذه التجارب أنه عندما يمر تيار في ناقل في منطقة يسودها حقل مغناطيسي سيخضع لقوة كهرطيسية .

القوة الكهرطيسية تعامد مستوي التيار الكهربائي و الحقل المغناطيسي و تحدد جهتها وفق الشكل :



بالتالي تتغير **جهة القوة الكهرطيسية** بتغير جهة الحقل المغناطيسي أو جهة التيار الكهربائي .

اشرح العوامل المؤثرة في القوة الكهرطيسية و اكتب العلاقة التي تعطي شدتها .

تتناسب شدة القوة طرداً مع :

- شدة التيار الكهربائي I
- شدة الحقل المغناطيسي B
- طول الجزء المستقيم L من الناقل الذي يخضع لتأثير الحقل المغناطيسي و يمر به تيار .
- $\sin\theta$ حيث $\theta = \left(\vec{IL}, \vec{B}\right)$ الزاوية بين الناقل و الحقل المغناطيسي .

العلاقة : $\boxed{F = I.L.B.\sin\theta}$

شرح الرموز :

B	شدة الحقل المغناطيسي	T
I	شدة التيار الكهربائي المار	A
L	طول الناقل المستقيم الذي يمر به تيار و يخضع للحقل المغناطيسي	m
θ	الزاوية بين الناقل والحقل المغناطيسي	
F	شدة قوة لابلاس الكهرطيسية	N

اكتب العبارة الشعاعية لقوة لابلاس الكهرطيسية و حدد عناصرها كتابةً . (و بالرسم لأحد التجارب)

$$\boxed{\vec{F} = I\vec{L} \wedge \vec{B}}$$

- **نقطة التأثير :** منتصف الجزء من الناقل الذي خضع لتأثير الحقل المغناطيسي و يمر به تيار .
- **الحامل :** عمودي على المستوي المحدد بالناقل و الحقل المغناطيسي .
- **الجهة :** بجهة ابهام يد يمنى رؤوس أصابعها بجهة التيار الكهربائي و يخرج الحقل المغناطيسي من باطن كفها .
- **الشدة :** $F = I.L.B.\sin\theta$

مناقشة تغير القوة الكهرطيسية بتغير الزاوية بين الحقل المغناطيسي والناظم :

$\theta = \left(\vec{IL}, \vec{B}\right)$	العلاقة بين $\vec{IL}, \vec{B}$	شدة القوة الكهرطيسية $F = I.L.B.\sin\theta$
0 , $\pi = 180^\circ$	متوازيان	معدومة $F = 0$
$\frac{\pi}{2} rad = 90^\circ$	متعامدان	عظمى $F = I.L.B$

استنتاج علاقة شدة القوة الكهرطيسية انطلاقاً من القوة المغناطيسية مع الشرح:

عند تطبيق فرق الكمون يتحرك N إلكترون حر بسرعة $\vec{v}$ لتقطع السلك ذي الطول L خلال زمن Δt ويمر تيار شدته I و بوجود الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ يتأثر كل إلكترون بقوة مغناطيسية و تكون محصل جميع هذه القوى القوة الكهرطيسية أي القوة الكهرطيسية جداء عدد الإلكترونات في القوة المغناطيسية لكل إلكترون :

$$F = NevB\sin\theta \quad :v = \frac{L}{\Delta t}, q = Ne$$

$$F = q\frac{L}{\Delta t}B\sin\theta \quad :I = \frac{q}{\Delta t}$$

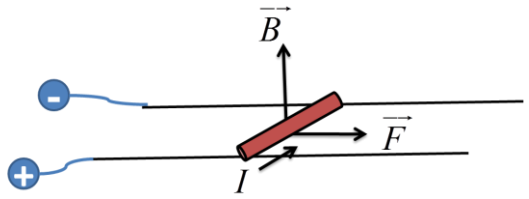
$$\boxed{F = I.L.B.\sin\theta}$$

ملاحظة : عدد الإلكترونات الحرة N يساوي جداء الكثافة الإلكترونية n في حجم الناقل $V=sL$ حيث s مساحة مقطع الناقل و L طوله .... أي $N = nV = nsL$

ملاحظات مسائل تجارب القوة الكهرطيسية

1- تجربة :السكتين الكهرطيسية:

a. أفكار الحالة العامة : ساق تتدحرج على سكة أفقية



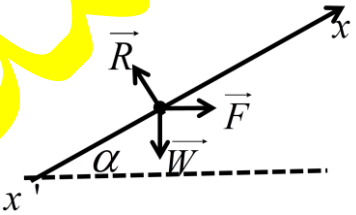
شدة القوة الكهرطيسية : $F = I.L.B.\sin\theta = I.L.B$

العمل و الاستطاعة :

$$W = F.\Delta x = F.v.t = P.t$$

$$P = \frac{W}{t} = F.v$$

b. فكرة الامالة "توازن الساق على سكتين مائلتين" :



$$\Sigma\vec{F} = \vec{0} \;:\; \vec{F} + \vec{W} + \vec{R} = \vec{0}$$

بالاسقاط على المحور الموجه للأعلى ويوازي السكتين :

$$F\cos\alpha - W\sin\alpha + 0 = 0$$

$$I\,LB\cos\alpha = mg\sin\alpha$$

$$I\,LB = mg\tan\alpha$$

رد فعل السكتين في حالة الامالة :

$$\Sigma\vec{F} = \vec{0} \;:\; \vec{F} + \vec{W} + \vec{R} = \vec{0}$$

بالاسقاط على محور معامد للسكتين موجه للأعلى :

$$-F\sin\alpha - W\cos\alpha + R = 0$$

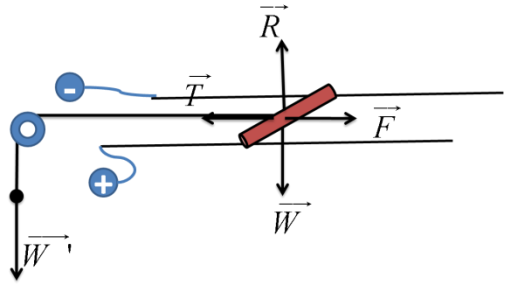
$$R = F\sin\alpha + W\cos\alpha$$

$$R = ILB\sin\alpha + mg\cos\alpha$$

رد فعل سكة واحدة :

$$R_1 = \frac{R}{2} = \frac{ILB\sin\alpha + mg\cos\alpha}{2}$$

c. فكرة توازن الساق عندما نعلق بها ثقل مربوط بخيط :



$$\Sigma\vec{F} = \vec{0} \;:\; \vec{F} + \vec{T} + \vec{W} + \vec{R} = \vec{0}$$

بالاسقاط على محور محور يوازي السكتين بجهة القوة الكهرطيسية مع ملاحظة أن توتر الخيط T يساوي شدة الثقل المعلق:

$$F - T + 0 + 0 = 0 \quad \Rightarrow F = T = W'$$

$$I\,LB = m'g$$

رد فعل السكتين في حالة الثقل المعلق :

$$\Sigma\vec{F} = \vec{0} \qquad \vec{F} + \vec{T} + \vec{W} + \vec{R} = \vec{0}$$

بالاسقاط على محور معامد للسكتين موجه للأعلى :

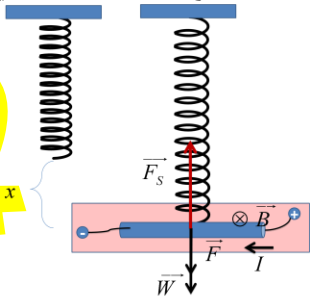
$$0 + 0 + R - W = 0 \;\Rightarrow\; R = W = mg$$

رد فعل سكة واحدة : $R_1 = \frac{R}{2} = \frac{mg}{2}$

التوتر الكهربائي المطبق : $U = R.I$

B	شدة الحقل المغناطيسي	T
I	شدة التيار الكهربائي المار	A
L	طول الساق	m
F	شدة قوة لابلاس الكهرطيسية	N
W	العمل	J
Δx	المسافة المقطوعة	m
v	السرعة	$m.s^{-1}$
t	الزمن	s
P	الاستطاعة	$Watt$
α	زاوية الامالة	rad
m	كتلة الساق	kg
m'	كتلة الثقل المعلق بالخيط	kg
U	التوتر الكهربائي	V
R	المقاومة الأومية	Ω

2- تجربة الساق المحمولة بنابض التي يمر بها تيار وتخضع لحقل مغناطيسي : $\Sigma\vec{F} = \vec{0}$



$$\vec{F} + \vec{W} + \vec{F_S} = \vec{0}$$

نسقط على محور شاقولي موجه للأسفل نجد:

$$F + W - F_S = 0$$

$$F + W = F_S = F_S'$$

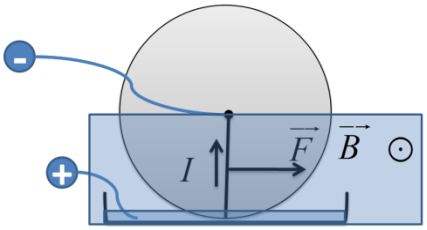
$$I\,LB + mg = kx$$

حيث قوة توتر النابض تساوي قوة شده $F_S = F_S' = kx$

k	ثابت صلابة النابض	$N.m^{-1}$
x	استطالة النابض	m

ملحوظة : في حال تم عكس جهة التيار أو جهة الحقل المغناطيسي فقط حيث تنعكس جهة القوة الكهرطيسية و بالتالي يعكس اشارة المسقط ليصبح سالباً .

3- دولاب بارلو :



أفكار الحالة العامة ـ دوران الدولاب :

شدة القوة الكهرطيسية :

$$F = I.L.B.\sin\theta = I.r.B$$

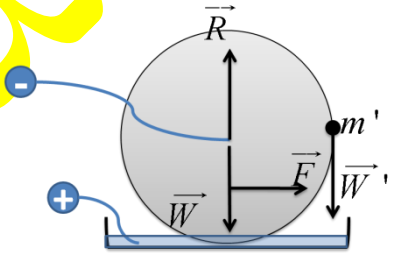
عزم القوة الكهرطيسية : $\Gamma_{\vec{F}} = \frac{r}{2}.F$

الاستطاعة :

$$P = \Gamma_{\vec{F}}.\omega = \Gamma_{\vec{F}}.(2\pi f)$$

العمل : $W = P\,t$

فكرة تعليق كتلة بمحيط الدولاب لتحقيق التوازن :



$$\Sigma\Gamma = 0 :$$

$$\Gamma_{\vec{F}} + \Gamma_{\vec{W}'} + \Gamma_{\vec{W}} + \Gamma_{\vec{R}} = 0$$

$$d_F.F - d_W.W' + 0 + 0 = 0$$

$$\frac{r}{2}.F - r.W' = 0$$

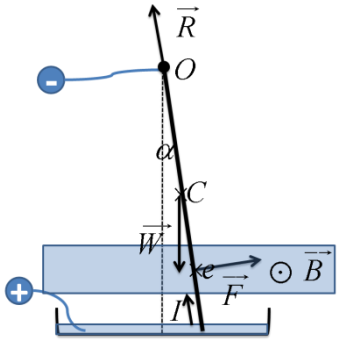
$$W' = m'g = \frac{F}{2}$$

$$m'g = \frac{IrB}{2}$$

$\Gamma_{\vec{R}} = \Gamma_{\vec{W}} = 0$ لأن حاملي رد الفعل و ثقل الدولاب يمران بمحور الدوران .

r	نصف قطر الدولاب	m
ω	السرعة الزاوية	$rad.s^{-1}$
Γ	عزم	$m.N$
t	الزمن	s
W	العمل	J
P	الاستطاعة	$Watt$
m'	كتلة الثقل المعلق	kg

4- انحراف الساق النحاسية المعلقة (سلك ثخين) وتوازنه :



عندما يمر تيار في سلك ثخين معلق يخضع جزء منها لحقل معامد لها تنحرف وتتوازن

$$\Sigma\Gamma = 0 : \Gamma_{\vec{F}} + \Gamma_{\vec{W}} + \Gamma_{\vec{R}} = 0$$

$$d_F.F - d_W.W + 0 = 0$$

$$d_F.F - \left(\frac{\ell}{2}.\sin\alpha\right)W + 0 = 0$$

$\Gamma_{\vec{R}} = 0$ لأن حامل رد الفعل يمر بمحور الدوران

$$\frac{\ell}{2}W\sin\alpha = d_F F$$

$$\frac{\ell}{2}mg.\sin\alpha = d_F.I\,LB$$

L	طول الجزء الخاضع للحقل المغناطيسي من الساق	m
F	شدة قوة لابلاس الكهرطيسية	N
α	زاوية الانحراف	rad
m	كتلة الساق	kg
g	تسارع الجاذبية	$m.s^{-2}$
ℓ	طول الساق ونصفها هو بعد مركز العطالة عن المحور $\frac{\ell}{2} = OC$	m
d_F Oe	ذراع القوة الكهرطيسية = بعد منتصف منطقة الحقل المغناطيسي عن المحور	m

5- شدة القوة الكهرطيسية عند تأثير أحد سلكين متوازيين يمر فيهما تيار في طول معين من الآخر :

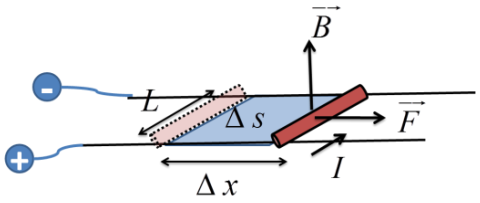
التيار الأول يولد حقل مغناطيسي في جوار الثاني الواقع على بعد d فيؤثر في جزء من طوله L بقوة كهرطيسية

$$F = I_2.L.B_1 = I_2.L \times 2\times10^{-7}\frac{I_1}{d}$$

$$F = 2\times10^{-7}\frac{I_1.I_2}{d}.L$$

عمل القوة الكهرطيسية – نظرية مكسويل

استنتج عمل القوة الكهرطيسية في تجربة السكتين الكهرطيسية مع الرسم و اكتب نص نظرية مكسويل .



تخضع الساق لقوة كهرطيسية $\vec{F}$ فتنقل الساق موازية لنفسها و تنتقل نقطة تأثير القوة وفق حاملها وبجهتها مسافة Δx فتمسح سطحاً $\Delta s = L.\Delta x$ فتنجز عملاً محركاً :

$$W = F.\Delta x > 0$$

$$W = I.L.B.\Delta x = I.B.\Delta s$$

و يكون تزايد التدفق المغناطيسي $\Delta\Phi = B.\Delta s > 0$

فيكون العمل : $\boxed{W = I.\Delta\Phi}$

نص نظرية مكسويل :

((عندما تنتقل دارة كهربائية – أوجزء من دارة كهربائية – في منطقة يسودها حقل مغناطيسي فإن عمل القوة الكهرطيسية المسببة لذلك الانتقال يساوي جداء شدة التيار في تزايد التدفق المغناطيسي الذي يجتازها .))

تأثير الحقل المغناطيسي في إطار مستطيل يمر فيه تيار كهربائي :

قاعد التدفق الأعظمي :

تجربة : نأخذ اطاراً و نعلقه **بسلك لين عديم الفتل** بحيث يمكنه أن يدور حول محور شاقولي مار بمركزه يجتازه تيار متواصل. نؤثّر فيه بحقل مغناطيسي منتظم خطوطه توازي سطح الإطار. **ماذا تلاحظ ؟ فسر ذلك ؟ اكتب نص القاعدة المستنتجة وماذا نسمي هذه القاعدة؟**

- نجد أنّ الإطار يدور ليستقرّ في وضع يكون فيه التدفق المغناطيسي الذي يجتازه من وجهه الجنوبي أعظمياً حيث تعامد خطوط الحقل المغناطيسي مستوي الاطار .
- يؤثر الحقل المغناطيسي المنتظم في ضلعي الاطار الشاقوليتين بمزدوجة كهرطيسية تعمل على تدوير الاطار من وضعه الأصلي حيث التدفق المغناطيسي معدوم لتستقر في وضع التدفق الأعظمي .
- **نص قاعدة التدفق الأعظمي :** ((إذا أثّر حقل مغناطيسي في دارة كهربائية مغلقة حرة الحركة، انتقلت بحيث يزداد التدفق المغناطيسي الذي يجتازها من وجهها الجنوبي، وتستقرّ في وضع يكون التدفق المغناطيسي فيها أعظمياً .))

أي عند : **وضع التوازن المستقر يكون التدفق أعظمي**

استنتاج عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في اطار :

$$\Gamma_\Delta = d'.F$$

ذراع المزدوجة : $d' = d\sin\alpha$

حيث الزاوية $\alpha = (\vec{B},\vec{n})$ بين الحقل المغناطيس والناظم و

القوة الكهرطيسية من أجل N لفة : $F = N.ILB\sin\frac{\pi}{2}$

$$\Gamma_\Delta = d.\sin\alpha.N.I.L.B$$

مساحة الاطار : $s = Ld$

$$\boxed{\Gamma_\Delta = N.I.s.B\sin\alpha}$$

العزم المغناطيسي :

أكتب العلاقة المعرفة لشعاع العزم المغناطيسي ، حدد عناصره ، وأوجد العلاقة الشعاعية لعزم المزدوجة الكهرطيسية به .

$$\vec{M} = NI\vec{s}$$

- **الحامل :** ناظمي على مستوي الإطار .
- **الجهة :** بجهة ابهام يد يمنى تلتف أصابعها بجهة التيار ، أو يخرج من وجه الإطار الشمالي .
- **الشدة :** $M = NIs$ وحدة قياسه $A.m^2$.

من علاقة عزم المزدوجة الكهرطيسية :

$$\Gamma_\Delta = NIs\ B\sin\alpha = MB\sin\alpha$$

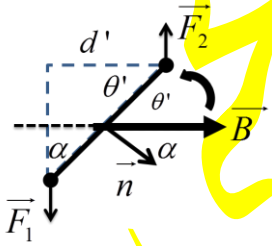
ويكون عزم المزدوجة الكهرطيسية شعاعياً :

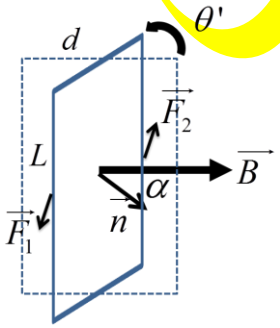
$$\boxed{\vec{\Gamma}_\Delta = \vec{M}\wedge\vec{B}}$$

المقياس الغلفاني ذو الإطار المتحرك

الوظيفة : الاستدلال على وجود تيارات كهربائية صغيرة الشدة وقياسها .

وصفه :





يتألّف من ملف على شكل إطار مستطيل يتألّف من N لفة ، يتصل أحد طرفي سلكه بسلك ثابت فتله k ، طرفه الآخر فيتّصل بسلك آخر شاقولي ليّن ، ويمكن للإطار أن يدور حول محوره الشاقولي المار بمركزه بين قطبي مغناطيس نضوي محيطاً بنواة أسطوانية من الحديد اللين بحيث يكون مستوي الإطار يوازي الخطوط الأفقية للحقل المغناطيسي قبل إمرار التيار.

مبدؤه :عندما يمر تيار في الإطار يدور بزاوية صغيرة ليدل المؤشر الذي حمله على قراءة تدل على شدة التيار

طريقة و آلية عمله (كيف يعمل ؟) :

عند إمرار تيار كهربائي شدته I في إطار المقياس فإن الحقل المغناطيسي المنتظم يؤثّر فيه بمزدوجة كهرطيسيّة تسبب دوران الإطار حول محور الدوران ، فينشأ في سلك الفتل مزدوجة فتل تمانع استمرار الدوران ويستقر الإطار بعد أن يدور زاوية صغيرة θ' تتعلق بشدة التيار I عندها يتحقق **شرط التوازن الدوراني ويتم استنتاج العلاقة بين الزاوية والشدة** .

استنتاج زاوية دوران الاطار و ثابت غلفاني – زيادة الحساسية :

من شرط التوازن الدوراني :

$$\Sigma\Gamma = 0$$

$$\Gamma_{\Delta\ \text{كهرطيسية}} + \Gamma_{\vec{\eta}\ \text{فتل}}' = 0$$

$$N.I.s.B\sin\alpha - k.\theta' = 0$$

لكن لدينا $\theta'+\alpha=\frac{\pi}{2}$ و θ' صغيرة

فيكون : $\sin\alpha = \cos\theta' \simeq 1$:

$$N.I.s.B = k.\theta'$$

$$\boxed{\theta' = \frac{N.s.B}{k}.I = G.I}$$

حيث أن : $\boxed{G = \frac{N.s.B}{k}}$ ثابت مقياس غلفاني

تـزداد حساسـية المقيـاس بازديـاد قيمـة ثابـت مقيـاس غلفـاني و **يتحقـق ذلـك عمليـاً باسـتخدام** سـلك أرفـع فينقص ثابت الفتل k و يزداد G

أفكار مسألة الاطار و مقياس غلفاني :

عند التعليق بسلك لين :

- عزم المزدوجة الكهرطيسية

$$\Gamma_{\Delta} = N.I.s.B\sin\alpha$$

- عمل المزدوجة الكهرطيسية عند دوران الاطار

$$W = I.\Delta\Phi$$

$$W = I.N.s.B\left(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1\right)$$

ملاحظة : قيمة الزاوية $\alpha = (\vec{B},\vec{n})$

- عندما يكون الحقل المغناطيسي يوازي الاطار أي يعامد الناظم $\alpha = \frac{\pi}{2}rad$ و عندما يدور الاطار عن هذا الوضع بزاوية θ' تكون القيمة الجديدة $\alpha' = \frac{\pi}{2} - \theta'$

- في حالة التدفق أعظمي – الحقل يعامد مستوي الاطار أي منطبق على الناظم $\alpha = 0$ عندما يدور الاطار عن هذا الوضع بزاوية θ' تكون القيمة الجديدة $\alpha' = \theta'$

- شدة القوة المؤثرة في ضلع شاقولي من الاطار :

$$F = N.I.L.B\sin\frac{\pi}{2}$$

- التدفق المغناطيسي :

$$\Phi = NsB\cos\alpha$$

طلبات مقياس غلفاني – عند التعليق بسلك فتل :

من شرط التوازن

$$\Sigma\Gamma = 0$$

$$\Gamma_{\Delta\ \text{كهرطيسية}} + \Gamma_{\vec{\eta}\ \text{فتل}}' = 0$$

$$N.I.s.B\sin\alpha - k.\theta' = 0$$

لكن لدينا $\theta'+\alpha=\frac{\pi}{2}$ و θ' صغيرة ،

فيكون : $\sin\alpha = \cos\theta' \simeq 1$:

$$\boxed{N.I.s.B = k.\theta'}$$

ملاحظة : في حالة لم تكن الزاوية θ' صغيرة أي θ' كبيرة يكـون لـدينا فقـط $\sin\alpha = \cos\theta'$: $\theta'+\alpha=\frac{\pi}{2}$ تصـبح

العلاقة الأخيرة : $\boxed{N.I.s.B\cos\theta' = k.\theta'}$

ثابت غلفاني للمقياس : $G = \frac{N.s.B}{k} = \frac{\theta'}{I}$

زيادة حساسية المقياس y مرة بتغيير ثابت الفتل :

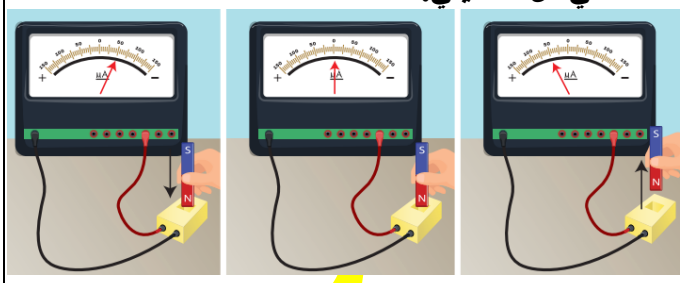
$$G_2 = y.G_1 \ : \frac{N.s.B}{k_2} = y.\frac{N.s.B}{k_1} \Rightarrow \boxed{k_2 = \frac{k_1}{y}}$$

B	شدة الحقل المغناطيسي	T
I	شدة التيار الكهربائي المار	A
s	مساحة الاطار	m^2
N	عدد لفات الاطار	
L	طول ضلع الاطار الشاقولي	m
d	طول ضلع الاطار الأفقي	m
θ'	زاوية دوران الاطار	rad
α	الزاوية بين الناظم والحقل المغناطيسي	
F	شدة القوة الكهرطيسية	N
W	العمل	J
Φ	التدفق المغناطيسي	$Weber$
k	ثابت الفتل	$m.N.rad^{-1}$
Γ_{Δ}	عزم مزدوجة كهرطيسية	$m.N$
g	تسارع الجاذبية	$10m.s^{-2}$

التحريض الكهرطيسي

ظاهرة التحريض الكهرطيسي – قانون فاراداي :

تجربة *1*: نقوم بتشكيل دارة مغلقة مؤلفة من الوشيعة موصولة على التسلسل مع مقياس الميكروأمبير . ماذا تلاحظ في كل مما يلي:



1- **نقرب أحد قطبي المغناطيس من الوشيعة وفق محورها:** نلاحظ انحراف إبرة المقياس؛ وهذا يدل على مرور تيار كهربائي متحرض في الوشيعة.

2- **إذا ثبّتنا بُعدُ المغناطيس عن الوشيعة :** لا تنحرف إبرة المقياس أي لا يمر تيار كهربائي .

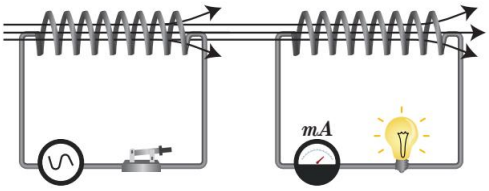
3- **إذا أبعدنا المغناطيس :** نلاحظ انحراف إبرة المقياس في الاتجاه المعاكس و هذا يدل على مرور تيار كهربائي متحرض في الاتجاه المعاكس لجهته السابقة

4- **نعيد التجربة، ونزيد من سرعة تقريب أو ابعاد المغناطيس :** نلاحظ انحراف إبرة المقياس بشكل أكبر مما يدل على مرور تيار كهربائي شدته أكبر من التيار الكهربائي السابق..

كيف تفسر ذلك؟

إن تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتاز دارة مغلقة يمر تيار كهربائي متحرض تتعلق جهته و شدته بتغير التدفق المغناطيسي و يستمر التيار بالمرور باستمرار تغير التدفق المغناطيسي . و عندما لا يتغير التدفق المغناطيسي لا يمر تيار متحرض .

تجربة *2* : نصل طرفي وشيعة بمأخذ مولّد تيار جيبي، ونصل المصباح بين طرفي الوشيعة الثانية، ونضع الوشيعتين متقابلتين بحيث ينطبق محور كل منهما على الآخر كما في الشكل أعلاه. نغلق دارة المولّد، ونرفع قيمة التوتر الكهربائي الذي يقدمه هذا المولّد ماذا تلاحظ ؟



نلاحظ : اضاءة المصباح المتصل بالوشيعة الثانية رغم عدم اتصاله مباشرة بمولد .

كيف تفسر ذلك؟

الوشيعة الأولى تولّد حقلا مغناطيسياً متناوباً فإن التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الوشيعة الثانية متناوب أيضاً أي متغير فينشأ تيار متحرض .

ماذا تستنتج من التجارب السابقة ؟

تغيّر التدفق المغناطيسي هو المسبب لنشوء التيار المتحرض.

نص قانون فاراداي في التحريض الكهرطيسي :

((يتولّد تيار متحرض في دارة مغلقة إذا تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازها، و يدوم هذا التيار بدوام تغير هذا التدفق)).

سؤال : ملفان متقابلان الأول موصول إلى بطارية والثاني إلى مصباح، هل يضيء المصباح إذا كان الملفان ساكنين؟ في حال النفي ماذا نفعل ليضيء المصباح ؟ ولماذا؟

لا : لأن التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الملف الثاني ثابت حيث أن التيار المتواصل الناتج عن البطارية يعطي حقل مغناطيسي ثابت الشدة .

حتى نضيء المصباح يجب جعل التدفق المغناطيسي متغير و ذلك بتحريك أحد الملفين بالنسبة للآخر باستمرار ، أو بفتح واغلاق قاطعة الملف الموصول للمولد باستمرار .

تحديد جهة التيار المتحرض – قانون لنز :

كيف يمكن تحديد جهة الحقل المغناطيسي المتحرض "المتولد عن تيار متحرض" في وشيعة ؟

باستخدام إبرة مغناطيسية محورها شاقولي توضع في نقطة من محور الوشيعة ، أو من جهة التيار المتحرض باستخدام مقياس ميكروأمبير صفره بالمنتصف و تطبيق قاعدة اليد اليمنى (أصابع اليد اليمنى بجهة التيار المتحرض و فيكون الابهام بجهة الحقل المغناطيسي المتحرض).

ما جهة الحقل المغناطيسي المتحرض - الناتج عن التيار المتحرض - في الحالتين : تقريب /ابعاد مغناطيس مع التفسير ؟

أ- **تقريب مغناطيس :** تكون جهة الحقل المغناطيسي المتحرض عكس جهة الحقل المغناطيسي المحرض أي نوع وجه الوشيعة نفس نوع القطب الذي تم تقريبه .

- **التفسير :** تيار الوشيعة المتحرض يسبب تناقص التدفق المغناطيسي المتزايد عند تقريب المغناطيس

ب-**ابعاد مغناطيس :** تكون جهة الحقل المغناطيسي المتحرض متفق مع جهة الحقل المغناطيسي للمغناطيس المحرض أي نوع وجه الوشيعة عكس نوع القطب الذي تم تقريبه .

- **التفسير :** تيار الوشيعة المتحرض يسبب تزايد التدفق المغناطيسي المتناقص عند ابعاد المغناطيس

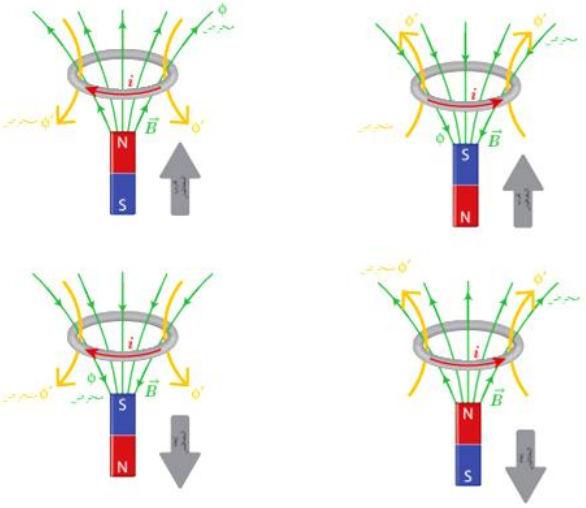
ماذا تستنتج في الحالتين ؟

نلاحظ أنّ التيار المتحرض يُظهر أفعالا تعاكس سبب حدوثه .

نص قانون لنز:

((إنّ جهة التيار المتحرض في دارة مغلقة تكون بحيث ينتج أفعالا تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه.))

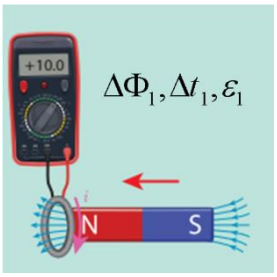
سؤال : (نقرب /نبعد) مغناطيس بجوار وشيعة(أو دارة مغلقة) تقابل وجهه **(الجنوبي / الشمالي) حدد بالرسم** جهة الحقل المغناطيسي المحرض و المتحرض جهة التيار المتحرض .



القوة المحركة الكهربائية المتحرضة :

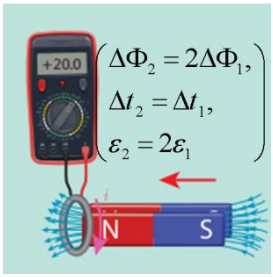
تجربة : نقوم بتشكيل دارة مغلقة مؤلفة من وشيعة موصولة على التسلسل مع مقياس ميلي فولت ...

1- نقرب أحد قطبي المغناطيس من الوشيعة وفق محورها ما القيمة المقاسة ؟



القيمة العظمى للقوة المحركة المتحرضة (ε_1)

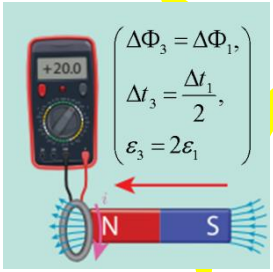
2- نعيد التجربة بعد أن نُلصق بالمغناطيس مغناطيساً آخر مماثلا بحيث تتطبق الأقطاب المتماثلة، ونقرب المغناطيسين من محور الوشيعة بالزمن نفسه تقريباً (بالسرعة السابقة نفسها)



القيمة المقاسة: $(\varepsilon_2 = 2\varepsilon_1)$

نستنتج أنّ القوة المحركة الكهربائية المتحرضة تتناسب طرداً مع تغيّر التدفق المغناطيسي.

3- نعيد التجربة السابقة بمغناطيس وحيد ولكن بعد إنقاص زمن تغيّر التدفق المغناطيسي بحيث يصبح نصف ما كان عليه تقريباً (من خلال زيادة سرعة تقريب وإبعاد المغناطيس) :



القيمة المقاسة $\varepsilon_3 = 2\varepsilon_1$

نستنتج أنّ القوة المحركة الكهربائية المتحرضة تتناسب عكساً مع زمن تغيّر التدفق

سؤال : اشرح العوامل المؤثرة في القوة المحركة الكهربائية المتحرضة واكتب العلاقة المعبرة عن قانون فارادي .

تتناسب القوة المحركة الكهربائية المتحرضة ε في دارة مغلقة:

- طرداً مع تغيّر التدفق $d\Phi$
- عكساً مع زمن هذا التغيّر dt

ويعبّر عنه بالعلاقة الآتية:

$$\left(\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}\right)$$

اشارة السالب تدل على تحقيق قانون لنز

ملاحظات في المسائل :

القوة المحركة المتحرضة: (V)

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

حيث تغير التدفق في الوشيعة أو ملف أو اطار كما ذكرنا سابقاً (حالات مشابهة) :

- **مع تغير شدة الحقل المغناطيسي :**

$$\Delta\Phi = N.(B_2 - B_1).s.\cos\alpha$$

إ كان الحقل المغناطيسي المحرض متولد من تياركهربائي شدته I **مار في** وشيعة مثلاً يمكن حسابه من قانون حقلها المغناطيسي .

- **مع الدوران (تغير الزاوية) :**

$$\Delta\Phi = N.B.s.(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$$

شدة التيار المتحرض: $i = \dfrac{\varepsilon}{R}$

الاستطاعة الكهربائية المتولدة : $P = \varepsilon.i$

لو طلب تحديد جهة التيار في مسألة .؟؟؟

✓ $d\Phi > 0 : \varepsilon < 0 : i < 0$: جهة التيار المتحرض بجهة أصابع يد يمنى تلتف بحيث يكون الابهام بعكس جهة التدفق المحرض .

✓ $d\Phi < 0 : \varepsilon > 0 : i > 0$ جهة التيار المتحرض بجهة أصابع يد يمنى تلتف بحيث يكون الابهام بنفس جهة التدفق المحرض

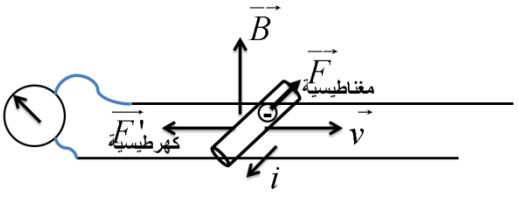
التفسير الإلكتروني لنشوء التيار المتحرض :

ساق نحاسية أفقية يستند طرفاها على سكتين معدنيتين أفقيتين و تغلق الدارة باستخدام مقياس ميكروأمبير في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم شاقولي - **ماذا يحدث عند دحرجة الساق بسرعة $\vec{v}$ توازي السكتين؟**

تنحرف إبرة المقياس دالة على مرور تيار متحرض بسبب تغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازها عند تحريك الساق .

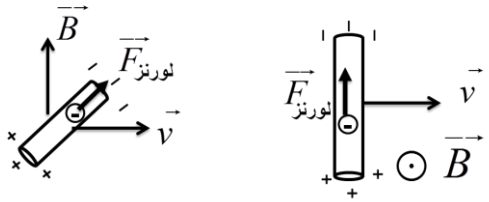
فسر إلكترونياً نشوء التيار الكهربائي المتحرض في تجربة السكتين التحريضية .

عند تحريك الساق بسرعة $\vec{v}$ تعامد خطوط الحقل المغناطيسي فإن الإلكترونات الحرة في الساق تتحرك بنفس السرعة فتخضع لقوة مغناطيسية $\vec{F} = e\vec{v} \wedge \vec{B}$ فتتحرك الإلكترونات الحرة بجهة القوة المغناطيسية في الساق فيمر تيار متحرض بالاتجاه المعاكس و تنشأ قوة محركة كهربائية متحرضة ε



حالة الدارة المفتوحة

بسبب القوة المغناطيسية تنتقل الكترونات من أحد طرفي الساق ليصبح موجب إلى الآخر الذي يصبح سالب ، فينشأ فرق في الكمون يساوي القوة المحركة الكهربائيةّ المتحرضة $U = \varepsilon$

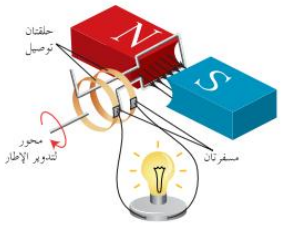


فسر وصول الشحنات المتراكمة في طرفي ساق تتحرك ضمن حقل مغناطيسي منتظم بسرعة ثابتة لقيمة حدية .

لأنه بسبب تراكم الشحنات ينشأ حقل كهربائي يؤثر في الإلكترونات بقوة كهربائية تعاكس قوة لورنز المغناطيسية تعيق انتقال الشحنات فيستمر تراكم الشحنات حتى تساوي شدة قوة لورنز مع شدة القوة الكهربائية .

تطبيق : مولد التيار المتناوب أحادي الطور :

الوصف : يتكون من إطار مستطيل عدد لفاته N ومساحة سطحه s يدور حول محور في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم ويتصل طرفا الملف بحلقتين بحيث يمر..



محور الدوران بمركزيهما وتدور الحلقتان بدوران الملف ، ويمس محيط كل حلقة مسفرة معدنية ناقلة ، المسفرتان تصلان الملف بالدارة الخارجية .

استنتاج القوة المحركة في مولد تيار متناوب :

زاوية الحقل المغناطيسي مع الناظم نتيجة الدوران بسرعة زاوية ثابتة : $\alpha = \omega t$ فيكون التدفق المغناطيسي :

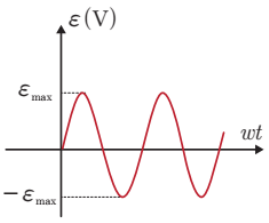
$$\Phi = N.B.s.\cos\alpha = N.B.s.\cos(\omega t)$$

فالقوة المحركة الكهربائية المتحرضة:

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = N.B.s.\omega.\sin\omega t$$

عندما $\sin\omega t = 1$ تكون القوة المحركة الكهربائية المتحرضة عظمى أي : $\varepsilon_{max} = N.B.s.\omega$

أي أن : $\boxed{\varepsilon = \varepsilon_{max}.\sin\omega t}$



القوة المحركة المتحرضة متناوبة جيبية و التيار متناوب جيبي

ملاحظة : علاقة السرعة الزاوية بتواتر الدوران:

$$\omega = 2\pi f$$

شرح الرموز/ مولد التيار المتناوب / :

S	مساحة الاطار	m^2
B	شدة الحقل المغناطيسي	T
ω	السرعة الزاوية	$rad.s^{-1}$
f	التواتر :عدد الدورات بالثانية	Hz
t	الزمن	s
ε	القوة المحركة الكهربائية المتحرضة	V
P	الاستطاعة	$Watt$
Φ	التدفق المغناطيسي	$Weber$
α	الزاوية بين الناظم والحقل المغناطيسي	
N	عدد اللفات	

مبدأ المولد :

ادرس تحول الطاقة الميكانيكية إلى كهربائية في تجربة السكتين التحريضية ماذا تستنتج ؟ .

عند حركة الساق بسرعه v لزمن Δt فتقطع مسافة Δx و بالتالي تمسح سطح Δs فيكون تغير التدفق المغناطيسي:

$$\Delta\Phi = B.\Delta s = B.L.\Delta x = B.L.v.\Delta t$$

فالقوة المحركة الكهربائية المتحرضة :

$$\varepsilon = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \frac{B.L.v.\Delta t}{\Delta t} = B.L.v$$

شدة التيار الكهربائي المتحرض :

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{B.L.v}{R}$$

الاستطاعة الكهربائية الناتجة

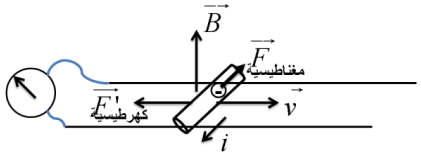
$$P = \varepsilon i = BLv\frac{BLv}{R} = \frac{B^2L^2v^2}{R}$$

بما أن الساق تتحرك و يمر فيها تيار فتخضع لقوة كهرطيسية تعاكس جهة الحركة لذلك يجب صرف استطاعة ميكانيكية للتغلب على هذه القوة لاستمرار الحركة و مرور التيار و هذه الاستطاعة الميكانيكية المصروفة :

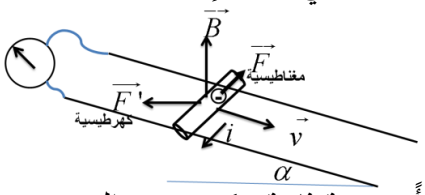
$$P' = F.v = \left(I\,LB\sin\frac{\pi}{2}\right).v = I\,L\frac{BLv}{R}.v$$

$$P' = \frac{B^2L^2v^2}{R}$$

الاستطاعة الكهربائية الناتجة تساوي الاستطاعة الميكانيكية المصروفة $P = P'$ أي تحولت الطاقة من ميكانيكية إلى كهربائية .



تجربة السكتين التحريضية في حالة الإمالة :



التدفق المغناطيسي في حالة الإمالة بزاوية α مع دحرجة الساق هبوطاً بسرعة ثابتة يكون تغير التدفق:

$$\Delta\Phi = B\Delta s\cos\alpha = BL\Delta x\cos\alpha = BLv\Delta t\cos\alpha$$

و نتابع بقية العلاقات باضافة α

و لايجاد علاقة الكتلة بالسرعة

$$\Sigma\vec{F} = m\vec{a} = \vec{0} \;:\; \vec{F} + \vec{W} + \vec{R} = \vec{0}$$

لأن الحركة مستقيمة منتظمة ونتابع كما في حالة إمالة السكتين الكهرطيسية و كذلك الأمر لرد الفعل .

مبدأ المحرك

ادرس تحول الطاقة الكهربائية إلى ميكانيكية في تجربة السكتين الكهرطيسية ماذا تستنتج ؟

عندما يمر تيار في الساق في تجربة السكتين الكهرطيسية تخضع لقوة كهرطيسية : $F = ILB\sin\frac{\pi}{2}$

وعند حركة الساق بسرعة ثابتة v تتولد استطاعة ميكانيكية : $P' = Fv = ILBv$

ولكن عند حركة الساق يتغير السطح و بالتالي يتغير التدفق المغناطيسي : $\Delta\Phi = B.\Delta s = B.L.\Delta x = B.L.v.\Delta t$

ولذلك تنشأ قوة محركة متحرضة كهربائية عكسية - تعاكس التيار المار بحسب قانون لنز :

$$\varepsilon' = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \frac{B.L.v.\Delta t}{\Delta t} = B.L.v$$

لاستمرار مرور التيار يجب تقديم استطاعة كهربائية

$$P = \varepsilon' I = BLvI$$

الاستطاعة الميكانيكية الناتجة تساوي الاستطاعة الكهربائية المصروفة $P = P'$ أي تحولت الطاقة من كهربائية إلى ميكانيكية .

التعرف على القوة المحركة الكهربائية المتحرضة العكسية في محرك : نصل على التسلسل دارة تتألف من بطارية ، محرك مصباح مقياس ميكرو أمبير و قاطعة ... نغلق القاطعة مع منع المحرك من الدوران بواسطة اليد ، ثم نسمح للمحرك بالدوران .. **ماذا تلاحظ مع التفسير ؟**

عند منع المحرك من الدوران تكون شدة التيار المارة كبيرة و المصباح يتوهج بشدة ، وعند **السماح** بالحركة ينقص توهج المصباح و تنقص شدة التيار المار .

يفسر ذلك بأن المحرك يحوي وشيعة و عند دورانه يتغير التدفق المغناطيسي الذي يجتازها فتنشأ **قوة محركة كهربائية متحرضة عكسية** تعاكس التيار المار وتزداد قيمتها بازدياد سرعة الدوران .

التحريض الذاتي :

بفرض وشيعة يمر فيها تيار كهربائي شدته i فيتولد فيها حقل مغناطيسي شدته B و هذا الحقل تدفقه المغناطيسي عبر هذه الوشيعة Φ . .

عند تغير شدة التيار ستتغير شدة الحقل المغناطيسي و بالتالي سيتغير التدفق الذي يجتاز الوشيعة .. بالتالي سينشأ تيار **متحرض ذاتي** .. (لأن **المحرض هو ذاته المتحرض**)

أي التحريض الكهرطيسي الذاتي ينتج في وشيعة يمر فيها تيار متغير الشدة لأنه يغير التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الوشيعة و الذي ينتج عنها ذاتها .. **أي الوشيعة هي المحرض و المتحرض .**

ذاتية الوشيعة :

اوجد علاقة التدفق المغناطيسي الذي يجتاز وشيعة عند مرور تيار شدته i و اكتب علاقة ذاتية الوشيعة بدلالة عدد اللفات والطول وماذا تلاحظ على التدفق ؟ :

$$\Phi = N.B.s\cos\alpha$$

$$\Phi = N.\left(4\pi\times10^{-7}\frac{N.i}{\ell}\right).s$$

$$\Phi = 4\pi\times10^{-7}\frac{N^2.s}{\ell}i = L.i$$

نلاحظ أن أمثال الشدة مقدار ثابت ندعوه **ذاتية الوشيعة** يقاس في الجملة الدولية بوحدة **"هنري** H" أي أن :

$$L = 4\pi\times10^{-7}\frac{N^2.s}{\ell}$$

بالتالي التدفق :

$$\Phi = L.i$$

إن التدفق المغناطيسي الناتج عن مرور تيار يتناسب طرداً مع شدة التيار المار و عامل التناسب هو الذاتية .

القوة المحركة المتحرضة الذاتية :

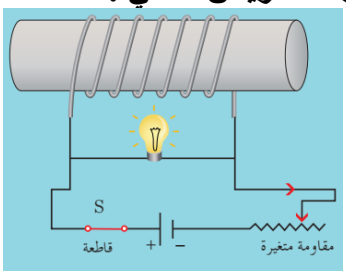
استنتج علاقة القوة المحركة المتحرضة الذاتية وحدد جهة التيار المتحرض عند : تزايد – تناقص شدة التيار المار

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(L.i)}{dt} = -L\frac{di}{dt}$$

- تزايد شدة التيار المار : $di>0 : \varepsilon<0$ جهة التيار المتحرض عكس جهة التيار المحرض
- تناقص شدة التيار المار : $di<0 : \varepsilon>0$ جهة التيار المتحرض نفس جهة التيار المحرض

.

تجربة التحقق من ظاهرة التحريض الذاتي :



في الشكل مصباح اضاءته خافتة يوصل بين طرفيه وشيعة.

1- ماذا يحصل عند فتح الدارة مع التعليل ؟

نلاحظ أنّ المصباح يتوهج بشدة قبل أن ينطفئ .

لأن فصل المولّد يؤدي إلى تناقص شدة التيار الذي يمر في الوشيعة، وهذا يؤدي إلى تناقص التدفق المغناطيسي المولّد من قبل الوشيعة ذاتها خلالها ، الأمر الذي يولّد قوة محركة كهربائية متحرضة ذاتية في الوشيعة، وتكون قيمة $\frac{di}{dt}$ أعلى مايُمكن لحظة فصل القاطعة فيؤدي إلى التوهج الشديد نسبياً لأن زمن تناقص شدة التيار متناهي الصغر

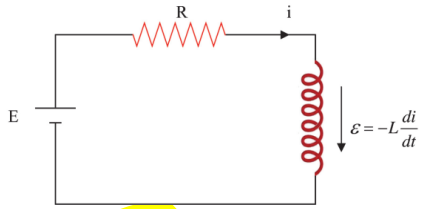
2- نعيد اغلاق القاطعة ماذا تلاحظ مع التعليل ؟

يتوهج المصباح ثم تخبو اضاءته .

عند إعادة إغلاق القاطعة، تتولد قوة محركة كهربائية متحرضة في الوشيعة تمانع تيار المولّد من المرور فيها فيمر هذا التيار في المصباح فيسبِّبَ التوهج الشديد، ثُم تخبو إضاءته بسبب تناقص قيمة $\frac{di}{dt}$ وازدياد مرور التيار تدريجياً في الوشيعة .

الطاقة الكهرطيسية المختزنة في وشيعة :

استنتج الطاقة الكهرطيسية المختزنة في وشيعة عند ازدياد شدة التيار من الصفر إلى قيمة ثابتة I في دارة تحوي وشيعة ومقاومة ومولد (بطارية).



حسب قانون كيرشوف الثاني مجموع القوى المحركة يساوي التوتر المستهلك بالمقاومة :

$$\Sigma E = R.i$$

$$E + \varepsilon = Ri$$

$$E - L\frac{di}{dt} = R.i$$

$$E = L\frac{di}{dt} + R.i$$

نضرب الطرفين بـ $i.dt$ (لنحصل على قيم الطاقة خلال الزمن dt بدءاً من التوترات)

$$E.i.dt = L.i.di + R.i^2.dt$$

الطاقة التي يقدمها المولد	=	طاقة كهرطيسية مختزنة بالوشيعة	+	طاقة حرارية مصروفة بالمقاومة

ذلك خلال الزمن dt

لايجاد الطاقة المختزنة في الوشيعة خلال التزايد من صفر حتى القيمة الثابتة I نكامل حد الطاقة الكهرطيسية أي :

$$E_L = \int_0^I (L.i.di)$$

$$E_L = \frac{1}{2}L.I^2 = \frac{1}{2}\Phi.I \quad : \Phi = LI$$

ملاحظات المسائل للتحريض الذاتي :

لحساب الذاتية نطبق القانون :

$$\boxed{L = 4\pi\times10^{-7}\frac{N^2.s}{\ell}}$$

و ذلك عندما نعطى معطياته كاملة ..

في حالة عدم ورود كامل المعطيات نستعين **بقوانين اللف** :

عدد اللفات الكلي =	طول السلك / محيط اللفة	$N = \frac{\ell'}{2\pi r}$
عدد لفات طبقة =	طول الوشيعة / قطر السلك	$N' = \frac{\ell}{2r'}$
عدد الطبقات =	عدد اللفات الكلي / عدد لفات طبقة	$y = \frac{N}{N'}$

و أن مساحة اللفة الدائرية : $s = \pi.r^2$

مثلاً لو أعطينا طول سلك الوشيعة ℓ' **و طول الوشيعة** ℓ **تصبح الذاتية . .**

$$L = 4\pi\times10^{-7}\frac{N^2.s}{\ell} = 4\pi\times10^{-7}\frac{\left(\frac{\ell'}{2\pi r}\right)^2.\pi.r^2}{\ell}$$

$$L = 10^{-7}\frac{\ell'^2}{\ell}$$

عند مرور تيار شدته I **: فإن :**

الطاقة الكهرطيسية : $E_L = \frac{1}{2}L.I^2 = \frac{1}{2}\Phi.I$

التدفق المغناطيسي : $\Phi = L.I$

و عند تغير شدة التيار تكون القوة المحركة المتحرضة الذاتية :

$$\varepsilon = -L\frac{\Delta I}{\Delta t} = \varepsilon = -L\frac{I_2 - I_1}{\Delta t}$$

و لكن **عندما تأخذ الشدة شكل تابع تكون القوة المحركة المتحرضة الذاتية :**

$$\varepsilon = -L\frac{di}{dt} = -L.(i)'_t$$

الرموز والوحدات :

s	مساحة سطح الوشيعة	m^2
ℓ	طول الوشيعة	m
N	عدد اللفات	
i, I	شدة التيار المار	A
t	الزمن	s
ε	القوة المحركة المتحرضة الذاتية	V
Φ	التدفق المغناطيسي	$Weber$
L	الذاتية	H
E_L	الطاقة الكهرطيسية في الوشيعة	J