

فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي

القوة المغناطيسية: (قوة لورنز المغناطيسية)

- يؤثر الحقل المغناطيسي في الجسيمات المشحونة المتحركة ضمن المنطقة التي يسودها الحقل بقوة مغناطيسية، حيث تُغيّر هذه القوة من مسار حركة هذه الجسيمات.
- تتغير جهة انحراف مسار الجسيمات المشحونة بتغير جهة الحقل المغناطيسي المؤثر.

العوامل المؤثرة في شدة القوة المغناطيسية:

أثبتت التجارب أن شدة القوة المغناطيسية تتناسب طردياً مع:

- (1) مقدار الشحنة المتحركة q .
- (2) شدة الحقل المغناطيسي المؤثرة B .
- (3) سرعة الشحنة v .
- (4) $\sin \theta$ هي الزاوية بين شعاع سرعة الشحنة وشعاع الحقل المغناطيسي.

$$F = qvB \sin \theta$$

وتكون العبارة الشعاعية للقوة المغناطيسية:

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

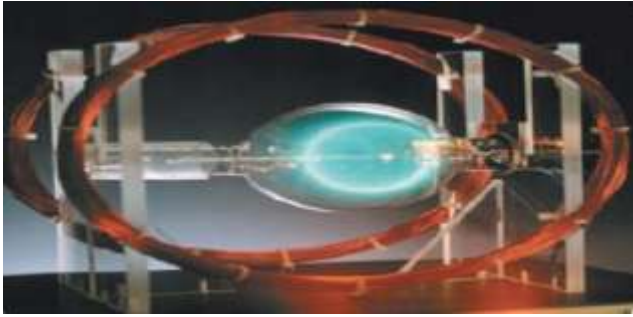
عناصر شعاع القوة المغناطيسية:

- (1) نقطة التأثير: الشحنة المتحركة.
- (2) الحامل: عمودي على المستوي المحدد بشعاع السرعة وشعاع الحقل المغناطيسي.

- (3) الجهة: تُحدّد بقاعدة اليد اليمنى وفق الآتي: نجعل الساعد يوازي شعاع سرعة الشحنة المتحركة والأصابع بعكس جهة شعاع السرعة للشحنات السالبة وبجهة شعاع السرعة للشحنات الموجبة ويخرج شعاع الحقل المغناطيسي من راحة الكف فيشير الإبهام إلى جهة القوة المغناطيسية.

$$F = qvB \sin \theta$$

دراسة حركة جسيم مشحون (إلكترون) في حقل مغناطيسي منتظم (تجربة ملقي هلمهولتز):



- يتولد حقل مغناطيسي منتظم بين ملفين دائريين متوازيين يمر فيهما التيار ذاته.
- تتحرك الحزمة الإلكترونية ضمن الحقل المغناطيسي المنتظم وبحيث $\vec{v}_0 \perp \vec{B}$.
- يؤثر الحقل المغناطيسي المنتظم في الحزمة الإلكترونية بقوة مغناطيسية تكون دائماً عمودية على شعاع سرعتها وتكسب الحزمة الإلكترونية تسارعاً ثابتاً يعايد شعاع السرعة فيكون التسارع جاذب مركزي وحركتها دائرية منتظمة.
- بالتالي يحدث تغير في حامل وجهة شعاع السرعة فقط لا في قيمتها.

بحث فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي

استنتاج علاقة نصف قطر المسار الدائري لأحد الإلكترونات المتحركة ضمن المنطقة التي يسودها الحقل المغناطيسي المنتظم حيث $\vec{v}_0 \perp \vec{B}$:

يخضع الإلكترون لتأثير القوة المغناطيسية فقط بإهمال قوة ثقله:

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

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

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

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

وبحسب خواص الجداء الشعاعي فإن: $\vec{a} \perp \vec{v}$ وبالتالي الحركة دائرية منتظمة:

$$F = F_c$$

$$evB = m_e a_c$$

$$evB = m_e \frac{v^2}{r}$$

$$r = \frac{m_e v}{eB}$$

حيث: m_e كتلة الإلكترون، و v سرعة الإلكترون،
 e القيمة المطلقة لشحنة الإلكترون، B شدة شعاع الحقل المغناطيسي.

ويكون دور حركة الإلكترون:

$$v = \omega \cdot r \Rightarrow v = \frac{2\pi}{T} r \Rightarrow T = \frac{2\pi r}{v}$$

$$T = \frac{2\pi m_e}{eB} \text{ نعوض قيمة } r \text{ فنجد أن:}$$

القوة الكهرطيسية (قوة لابلاس الكهرطيسية):



• يؤثر الحقل المغناطيسي في السلك الناقل الذي يجتازه تيار كهربائي بقوة ثابتة تسمى القوة الكهرطيسية.

إعداد المدرس: فراس قلعه جي

• تتغير جهة القوة الكهرطيسية بتغير جهة التيار، أو بتغير جهة شعاع

الحقل المغناطيسي المؤثر.

• تزداد شدة القوة الكهرطيسية بزيادة كل من:

(1) شدة التيار المار بالسلك.

(2) شدة الحقل المغناطيسي المؤثر.

(3) طول الجزء من الناقل المستقيم الخاضع للحقل المغناطيسي.

(4) وتعلق بـ $\sin \theta$ حيث θ الزاوية المحصورة بين الناقل

المستقيم، وشعاع الحقل المغناطيسي المؤثر.

استنتاج عبارة القوة الكهرطيسية:

بفرض لدينا سلك طوله L ، ومساحة مقطعه S ، والكثافة الحجمية

للإلكترونات الحرة فيه n فيكون عدد الإلكترونات الحرة الكلي

$$N = nSL \text{ وعند تطبيق فرق كمول بين طرفي}$$

السلك فإن الإلكترونات الحرة تتحرك بسرعة ثابتة \vec{v} (فينشأ تيار)

وتؤثر على السلك بحقل مغناطيسي فتخضع هذه الإلكترونات

إلى تأثير القوة المغناطيسية بينما يخضع السلك لتأثير قوة كهرطيسية

تساوي مُحصلَة القوى المغناطيسية المؤثرة في الشحنات

المتحركة (الإلكترونات) داخل السلك أي تساوي جداء عدد

الإلكترونات في القوة المغناطيسية أي:

$$F = nsLevB \sin \theta = NevB \sin \theta$$

$$\text{لكن: } q = Ne \text{ و } v = \frac{L}{\Delta t}$$

$$F = \frac{Ne}{\Delta t} (LB \sin \theta)$$

$$\text{ولكن: } I = \frac{q}{\Delta t} \text{ ومنه:}$$

$$F = ILB \sin \theta$$

وهي العلاقة المعبرة عن شدة القوة الكهرطيسية.

بحث فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي

حيث θ الزاوية المحصورة بين \vec{B} و $I\vec{L}$ ويسمى الشعاع

$I\vec{L}$ بشعاع التيار الذي حمله السلك ووجهته بجهة التيار.

وتكتب العبارة الشعاعية للقوة الكهرومغناطيسية بالشكل:

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

عناصر شعاع القوة الكهرومغناطيسية:

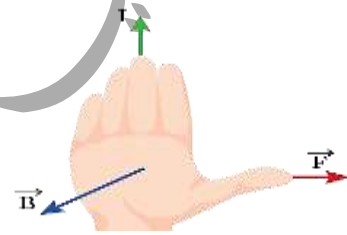
(1) نقطة التأثير: منتصف الجزء من الناقل المستقيم الخاضع للحقل

المغناطيسي المنتظم.

(2) الحامل: عمودي على المستوى المحدد بالناقل المستقيم

وشعاع الحقل المغناطيسي.

(3) الجهة: تحقق الأشعة $(\vec{I}, \vec{B}, \vec{F})$ ثلاثية مباشرة وفق قاعدة اليد اليمنى.



نجعل اليد منبسطة على الناقل بحيث يدخل التيار من

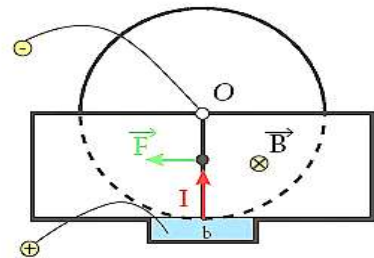
الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع ويخرج شعاع الحقل

المغناطيسي من راحة الكف فيشير الإبهام إلى جهة

القوة الكهرومغناطيسية.

(4) الشدة: تعطى بالعلاقة: $F = ILB \sin \theta$

تجربة دولا ب بارلو:



• عند إغلاق دائرة الدولا ب فإنه يدور بتأثير عزم القوة الكهرومغناطيسية.

إعداد المدرس: فراس قلعه جي

• تتعكس جهة دوران الدولا ب عندما تتعكس جهة التيار أو

جهة شعاع الحقل المغناطيسي.

عناصر القوة الكهرومغناطيسية التي يخضع لها الدولا ب:

(1) نقطة التأثير: منتصف نصف القطر الشاقولي السفلي

الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم.

(2) الحامل: عمودي على المستوى المحدد بنصف القطر

الشاقولي السفلي وشعاع الحقل المغناطيسي المنتظم.

(3) الجهة: تحقق الأشعة $(\vec{I}, \vec{B}, \vec{F})$ ثلاثية مباشرة وفق قاعدة اليد اليمنى.

نجعل اليد اليمنى منبسطة على نصف القطر الشاقولي

السفلي الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم ويدخل التيار

من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع ويخرج شعاع الحقل

المغناطيسي من راحة الكف فيشير الإبهام إلى جهة

القوة الكهرومغناطيسية.

(4) الشدة: تعطى بالعلاقة: $F = IrB \sin \theta$

حيث: $\theta = (I\vec{r} \wedge \vec{B}) = \frac{\pi}{2} \text{ rad} \Rightarrow \sin \theta = 1$

عمل القوة الكهرومغناطيسية (نظرية مكسويل):

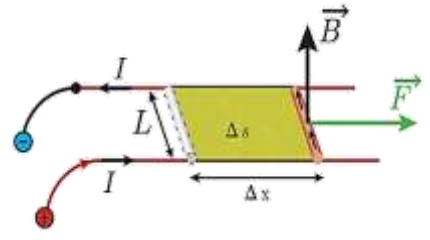
تجربة السكتين الكهرومغناطيسية:



تنقل الساق الأفقية موازية لنفسها مسافة Δx ، فتسمح سطحاً

حيث تنقل نقطة تأثير القوة الكهرومغناطيسية على

حاملها وبجتها مسافة Δx .



$$W = F \Delta x$$

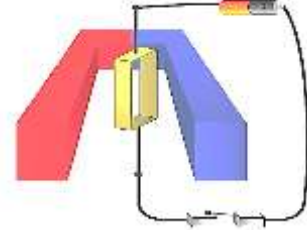
$$W = ILB \Delta x$$

$$W = IB \Delta S$$

لكن: $\Delta \Phi = B \Delta S > 0$ يمثل تزايد التدفق المغناطيسي
نعوض فنجد: $W = I \Delta \Phi > 0$ والعمل موجب محرك.
نص نظرية مكسويل:

عندما تنتقل دائرة كهربائية أو جزء من دائرة كهربائية في منطقة يسودها حقل مغناطيسي فإن عمل القوة الكهروستاتيكية المسببة لذلك الانتقال يساوي جداء شدة التيار المار في الدائرة في تزايد التدفق المغناطيسي الذي يجتازها.

تأثير الحقل المغناطيسي على إطار مُستطيل يمر فيه تيار كهربائي:



عند إمرار التيار الكهربائي في الإطار المعلق بسلك عديم القتل والذي خطوط الحقل المغناطيسي موازية لسطحه يدور ويستقر عندما تصبح خطوط الحقل المغناطيسي عمودية على مستوى الإطار (تدفق أعظمي).

أفسر سبب دوران الإطار:

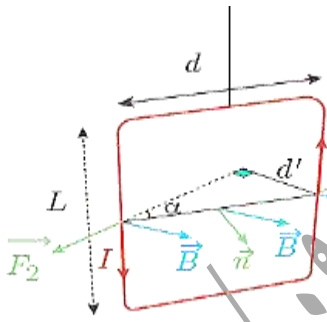
يؤثر الحقل المغناطيسي المنتظم في الإطار بمزدوجة كهروستاتيكية تنشأ عن القوتين الكهروستاتيتين المؤثرتين في

الضلعين الشاقوليين، وتعمل على تدوير الإطار حول محور دورانه من وضعه الأصلي حيث التدفق المغناطيسي معدوم إلى وضع توازنه المستقر حيث يكون التدفق المغناطيسي الذي يجتازه أعظمياً.

قاعدة التدفق الأعظمي:

إذا أثر حقل مغناطيسي في دائرة كهربائية مغلقة حرة الحركة تحركت بحيث يزداد التدفق المغناطيسي الذي يجتازها من وجهها الجنوبي وتستقر في وضع يكون التدفق المغناطيسي أعظمياً.

استنتاج عزم المزدوجة الكهروستاتيكية المؤثرة في إطار طول ضلعه الأفقي d والشاقولي L:



$$\Gamma_{\Delta} = d' F$$

d': طول ذراع المزدوجة الكهروستاتيكية.

$$d' = d \sin \alpha \text{ حيث } \alpha = (\vec{B}, \vec{n})$$

إن شدة القوة الكهروستاتيكية من أجل N لفة معزولة ومتماثلة:

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

نعوض فنجد:

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

لكن: $S = Ld$ مساحة سطح الإطار.

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

وهي عبارة عن عزم المزدوجة الكهروستاتيكية.

بحث فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي

إعداد المدرس: فراس قلعه جي

مبدأ عمله: عندما يمر تيار كهربائي في الإطار فإنه يدور

بزواوية صغيرة θ' فيشير مؤشر المقياس إلى قراءة معينة عندما يتوازن الإطار بالأعلى قيمة شدة التيار المار.

استنتاج العلاقة بين زاوية دوران الإطار θ' والتيار المار فيه I :

عند إمرار التيار الكهربائي المراد قياس شدته I في إطار المقياس فإن الحقل المغناطيسي المنتظم يؤثر في الإطار **بمزدوجة كهروستاتيكية** تسبب دوران الإطار حول محوره فإنه فينشأ في سلك القتل **مزدوجة قتل تمنع** استمرار الدوران ويتوازن الإطار بعد أن يدور بزواوية صغيرة θ' وعندها يتحقق شرط التوازن الدوراني:

$$\sum \vec{\Gamma}_{\Delta} = 0$$

$$\sum \vec{\Gamma}_{\Delta \text{ كهروستاتيكية}} + \vec{\Gamma}_{\eta/\Delta \text{ قتل}} = 0$$

$$NISB \sin \alpha - k\theta' = 0$$

$$\alpha + \theta' = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

$$\sin \alpha = \cos \theta'$$

$$NISB \cos \theta' - k\theta' = 0$$

لكن θ' زاوية صغيرة بالتالي: $\cos \theta' \approx 1$

$$\theta' = \frac{NSB}{k} I$$

$$\theta' = GI$$

حيث $G = \frac{NSB}{k}$ ثابت المقياس الغلفاني: يعبر عن

حساسية المقياس الغلفاني ويقاس بـ $\text{rad} \cdot \text{A}^{-1}$ وتردد حساسية

المقياس الغلفاني كلما زادت قيمة G ويتم ذلك عملياً باستبدال

سلك القتل بسلك أرفع منه من المادة نفسها (لتصغير ثابت القتل k).

جهاز المقياس متعدد الأغراض (آفومتر):

يستخدم هذا الجهاز لاستخدامات عدة مثل قياس:

التوتر المستمر DC - التوتر المتناوب AC - شدة التيار المستمر والمتناوب - المقاومات.

ملاحظة: يُسمى الجداء NIS بالعزم المغناطيسي M .

$$\vec{M} = NIS\vec{S}$$

وبالتالي علاقة عزم المزدوجة الكهروستاتيكية شعاعياً بالشكل:

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

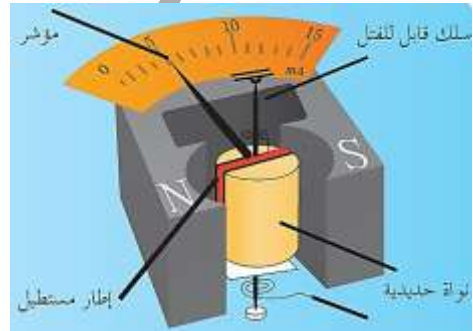
\vec{M} شعاع العزم المغناطيسي **ناظمي** على مستوى الإطار، وجهته بجهة إبهام يد يمينى تلف أصابعها بجهة التيار.

(أي شعاع العزم المغناطيسي يتجه من الوجه الجنوبي نحو الوجه الشمالي للدائرة).

المقياس الغلفاني ذو الإطار المتحرك:

هو جهاز يُستخدم لقياس التيارات الكهربائية صغيرة الشدة وقياسها.

ممّ يتكوّن المقياس الغلفاني؟



يتألف من ملف على شكل إطار **مسططيل** يحتوي N لفة معزولة متماثلة يتصل أحد طرفيه بسلك **قابل للقتل** أما الطرف الآخر

من الملف فيتصل بسلك آخر شاقولي **لين** **عديم القتل**

ويمكن للإطار أن يدور حول محوره الشاقولي المار بمركزه

بين قطبي مغناطيس نصوي محيطاً بنواة أسطوانية من

الحديد اللين، بحيث يكون **مستوي** الإطار **بوازي**

الخطوط الأفقية للحقل المغناطيسي للمغناطيس قبل إمرار التيار.

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

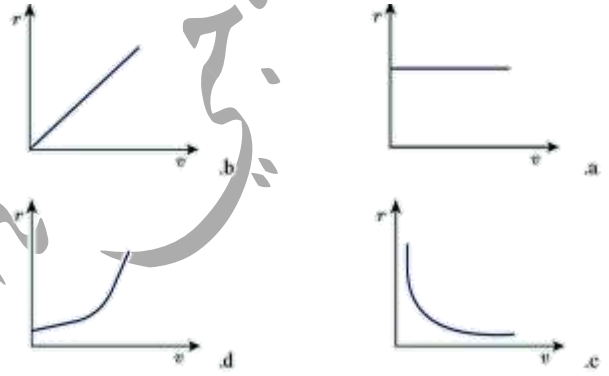
1) جسيمات مشحونة لها الكتلة نفسها والشحنة نفسها أدخلت

في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم بسرعة تعامد

خطوط الحقل فإن الشكل الذي يمثل العلاقة بين نصف

قطر المسار الدائري r وسرعة الجسيمات المشحونة الجسيمات

المشحونة v :



الإجابة الصحيحة: (b)

توضيح اختيار الإجابة: $r = \frac{m}{qB} v \Rightarrow r = \text{const.} v$

وبالتالي الخط البياني المثل لنصف القطر بدلالة سرعة

الجسيمات هو: خط مستقيم يمر بالمبدأ ميله $\frac{m}{qB}$

2) إن وحدة قياس النسبة $\frac{E}{B}$ هي:

(a) $m \cdot s^{-1}$ (b) $m \cdot s^{-2}$ (c) m (d) S

الإجابة الصحيحة: (a)

$$\frac{E}{B} = \frac{\frac{F}{q}}{\frac{F}{qv}} = \frac{\frac{N}{C}}{C \cdot m \cdot s^{-1}} = m \cdot s^{-1}$$

3) عندما يدخل الإلكترون في منطقة يسودها حقل

مغناطيسي منتظم بسرعة v تعامد خطوط الحقل المغناطيسي

(بإهمال ثقل الإلكترون) فإن حركة الإلكترون داخل

الحقل هي:

(a) دائرية متغيرة بانتظام. (b) دائرية منتظمة.

(c) مستقيمة منتظمة. (d) تبقى شدته ثابتة.

الإجابة الصحيحة: (b)

توضيح اختيار الإجابة:

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

4) عندما يدخل جسم مشحون في منطقة يسودها حقل

مغناطيسي منتظم، فإن شعاعاً سرعته \vec{v} :

(a) يتغير حامله وشدته. (b) يتغير حامله فقط.

(c) تتغير شدته فقط. (d) تبقى شدته ثابتة.

الإجابة الصحيحة: (d)

توضيح اختيار الإجابة: لأن الحركة دائرية منتظمة.

5) عندما تدرج الساق في تجربة السكين الكهروستاتيكية

تحت تأثير القوة الكهروستاتيكية، فإن التدفق المغناطيسي:

(a) يبقى ثابتاً. (b) يزداد. (c) يتناقص. (d) ينعدم.

الإجابة الصحيحة: (b)

توضيح اختيار الإجابة:

$$w = I \Delta \Phi, \quad w > 0 \Rightarrow \Delta \Phi > 0$$

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1) ادرس التأثير المتبادل بين سلكين نحاسيين

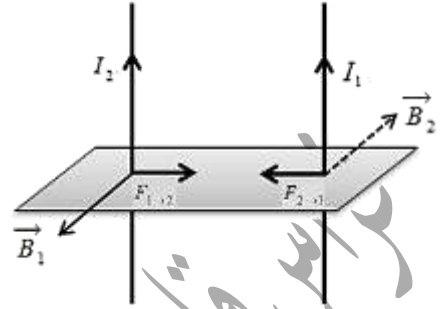
شاقوليين طويلين يمر بهما تياران متواصلان لهما

الجهة نفسها واستنتج عبارة القوة الكهروستاتيكية المؤثرة في أحد

السلكين نتيجة وجود السلك الآخر.

بحث فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي

الحل: التأثير المتبادل بين سلكين نحاسيين شاقوليين طوليين يمر بهما تياران متوازيان لهما الجهة نفسها:



يولد التيار المستقيم I_1 في كل نقطة من الجزء L_1 من السلك المستقيم الثاني حقلًا مغناطيسيًا شدته:

$$B_1 = 2 \times 10^{-7} \frac{I_1}{d}$$

يؤثر هذا الحقل في الجزء L_2 بقوة كهرومغناطيسية شدتها:

$$F_{1 \rightarrow 2} = I_2 L_2 B_1 \sin \frac{\pi}{2}$$

$$F_{1 \rightarrow 2} = I_2 L_2 (2 \times 10^{-7} \frac{I_1}{d}) \sin \frac{\pi}{2}$$

$$F_{1 \rightarrow 2} = 2 \times 10^{-7} \frac{I_1 I_2}{d} L_2$$

وبدراسة جملة مماثلة نجد:

$$F_{2 \rightarrow 1} = 2 \times 10^{-7} \frac{I_1 I_2}{d} L_1$$

(2) استنتج عبارة شدة الحقل المغناطيسي المؤثرة في شحنة كهربائية تتحرك في حقل مغناطيسي منتظم بسرعة تعامد شعاع الحقل المغناطيسي ثم عرف التسلا T .

الحل: جملة المقارنة: خارجية _ الجملة المدروسة: الشحنة الكهربائية المتحركة.

القوى الخارجية المؤثرة: \vec{F} قوة لورنتز (بإهمال ثقل الشحنة).

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

$$F = qvB \sin \frac{\pi}{2} \Rightarrow B = \frac{F}{qv}$$

إعداد المدرس: فراس قلعه جي

التسلا: شدة حقل مغناطيسي منتظم إذا تحركت ضمنه شحنة كهربائية مقداره كولوم واحد بسرعة $1m \cdot s^{-1}$ تعامد خطوط الحقل تأثرت بقوة مغناطيسية تساوي نيوتن واحد.

(3) بين كيف يتم قياس شدة التيار في المقياس الغلفاني ثم استنتج العلاقة بين شدة التيار I وزاوية دوران الإطار (θ) وكيف تتم زيادة حساسية المقياس الغلفاني عمليًا من أجل التيار نفسه.

الحل: عند إمرار التيار الكهربائي المراد قياس شدته في إطار

المقياس فإن الحقل المغناطيسي المنتظم يؤثر فيه بمزدوجة

كهرومغناطيسية تنشأ عن القوتين الكهرومغناطيسيتين

المؤثرتين في الضلعين الشاقوليين تعمل هذه المزدوجة

علميًا تدوير الإطار حول محور الدوران فينشأ في سلك

القل مزدوجة قتل تمنع استمرار الدوران ويستقر الإطار بعد

أن يدور زاوية θ' تتناسب طرديًا مع I شدة التيار الكهربائي.

$$\sum \bar{\Gamma}_{\Delta \text{كهرومغناطيسية}} + \sum \bar{\Gamma}_{\Delta \text{قتل}} = 0$$

• عزم المزدوجة الكهرومغناطيسية:

$$\Gamma = NISB \sin \alpha$$

$$\alpha + \theta' = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin \alpha = \cos \theta'$$

$$\theta' \text{ صغيرة} \Rightarrow \cos \theta' = 1$$

$$\Gamma = NISB$$

$$\Gamma = -k\theta' \quad \bullet \text{ عزم مزدوجة القتل:}$$

نعوض في شرط التوازن الدوراني:

$$NISB - k\theta' = 0$$

بحث فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي

$$\theta' = \frac{NSB}{k} I = GI$$

$$\theta' = GI$$

$G = \frac{NSB}{k}$ ثابت المقياس الغلفاني لزيادة حساسية المقياس عملياً نستخدم سلك تعليق رفيع جداً من الفضة.

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: في تجربة السكين الكهربية، تستند ساق نحاسية كتلتها 16 g ، إلى سكين أفقيين حيث يؤثر على 4 cm من الجزء المتوسط منها حقل مغناطيسي منتظم شاقولي شدته 0.1 T ويمر بها تيار شدته 40 A والمطلوب:

(1) حدّد بالكاتب والرسم عناصر شعاع القوة الكهربية، ثم احسب شدتها.

(2) احسب قيمة العمل الذي تنجزه القوة الكهربية عندما تنتقل الساق مسافة 15 cm .

(3) احسب قيمة الزاوية التي يجب إمالة السكين بها عن الأفق حتى توازن الساق والدارة مغلقة (إهمال قوى الاحتكاك).

الحل: (1) عناصر القوة الكهربية:

نقطة التأثير: منتصف الجزء من الناقل المستقيم ab الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم.

الحامل: عمودي على المستوي المحدد بالناقل المستقيم وشعاع الحقل المغناطيسي.

الجهة: تحدد وفق قاعدة اليد اليمنى:

يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع

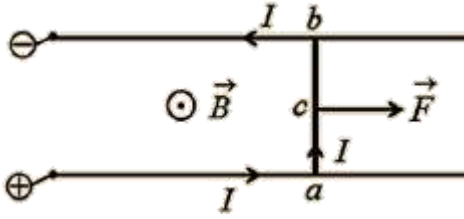
وشعاع الحقل المغناطيسي يخرج من راحة الكف فتشير جهة الإبهام لجهة القوة الكهربية.

الشدّة: تعطى بالعلاقة: $F = ILB \sin \theta$

إعداد المدرس: فراس قلعه جي

$$F = 40 \times 4 \times 10^{-2} \times 10^{-1} \times 1$$

$$F = 16 \times 10^{-2} \text{ N}$$



$$W = F \Delta x = 16 \times 10^{-2} \times 15 \times 10^{-2} \quad (2)$$

$$W = 24 \times 10^{-3} \text{ J}$$

(3) جملة المقارنة: خارجية

الجملة المدروسة: الساق المتوازنة

القوى الخارجية المؤثرة: \vec{W} ثقل الساق.

\vec{F} القوة الكهربية.

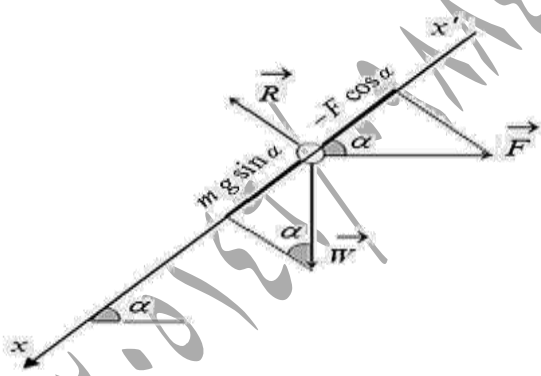
\vec{R} رد فعل السكين.

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

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

بالإسقاط على المحور $x'x$

الذي يوازي السكين:



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

$$mg \sin \alpha = F \cos \alpha$$

$$mg \tan \alpha = ILB \sin \theta$$

$$\tan \alpha = \frac{ILB \sin \theta}{mg}$$

$$\tan \alpha = \frac{40 \times 4 \times 10^{-2} \times 10^{-1} \times 1}{16 \times 10^{-3} \times 10}$$

$$\tan \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{4} \text{ rad}$$

بحث فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي

المسألة الثانية: نعلق سلكاً نحاسياً ثخيناً طوله 60 cm وكتلته

50 g من طرفه العلوي شاقولياً ونغمس طرفه

السفلي في حوض يحتوي الزئبق ثم نمرر تياراً كهربائياً

متواصلاً شدته 10 A حيث يؤثر حقل مغناطيسي منتظم

أفقي شدته $B = 3 \times 10^{-2} \text{ T}$ على قطعة منه طولها

4 cm ، بعد منتصفها عن نقطة التعليق 50 cm استنج

العلاقة المحددة لزواوية انحراف السلك عن الشاقول بدلالة أحد

نسبها المثلثية ثم أحسبها.

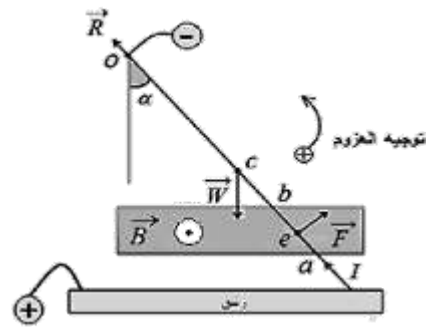
الحل: جملة المقارنة: خارجية.

الجملة المدروسة: الساق المتوازنة.

القوى الخارجية المؤثرة: \vec{W} ثقل الساق.

\vec{F} الكهروطيسية.

\vec{R} رد فعل السكين.



$\Sigma \vec{\Gamma}_{\Delta} = 0$ شرط التوازن الدوراني.

$$\Sigma \vec{\Gamma}_{\vec{W}/\Delta} + \vec{\Gamma}_{\vec{F}/\Delta} + \vec{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} = 0$$

$$\vec{\Gamma}_{\vec{R} \rightarrow \Delta} = 0 \text{ لأن } \vec{R} \text{ يلاقي } \Delta.$$

$$-(0c \sin \alpha)mg + (0e)F + 0 = 0$$

$$(0c \sin \alpha)mg = (0e)ILB \sin \frac{\pi}{2}$$

$$\sin \alpha = \frac{(oe)ILB}{(oc)mg}$$

إعداد المدرس: فراس قلعه جي

$$\sin \alpha = \frac{50 \times 10^{-2} \times 10 \times 4 \times 10^{-2} \times 3 \times 10^{-2}}{30 \times 10^{-2} \times 50 \times 10^{-3} \times 10}$$

$$\sin \alpha = 4 \times 10^{-2} < 0.24$$

$$\sin \alpha \approx \alpha = 4 \times 10^{-2} \text{ rad}$$

المسألة الثالثة: إطار مستطيل الشكل يحتوي 100 لفة من

سلك نحاسي معزول مساحته $4\pi \text{ cm}^2$.

(a) نعلق الإطار بسلك عديم الفتل شاقولياً، ونخضعه لحقل

مغناطيسي منتظم أفقي شدته $B = 4 \times 10^{-2} \text{ T}$

خطوطه توازي مستوى الإطار الشاقولياً، نمرر في

الإطار تياراً شدته $\frac{1}{10\pi} \text{ A}$ والمطلوب:

(1) عزم المزدوجة الكهروطيسية التي يخضع لها الإطار لحظة إمرار التيار.

(2) عمل المزدوجة الكهروطيسية عندما يدور الإطار من وضعه

السابق إلى وضع التوازن المستقر.

(b) تقطع التيار ونستبدل سلك التعليق بسلك قتل شاقولياً ثابت قتل

K بحيث يكون مستوى الإطار يوازي خطوط الحقل

المغناطيسي السابق، ونمرر تياراً شدته 2 mA فيدور الإطار

بزواوية 30° ثم يتوازن والمطلوب:

(1) احسب التدفق المغناطيسي في الإطار عندما يتوازن.

(2) استنج العلاقة المحددة لثابت قتل سلك التعليق انطلاقاً من

شرط التوازن الدوراني، ثم أحسب قيمته.

(يهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي).

$$\vec{\Gamma}_{\Delta} = NISB \sin \alpha \quad (1) \text{ (الحل: a)}$$

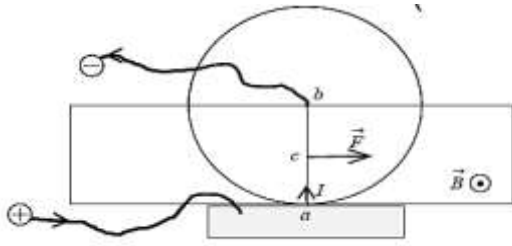
$$\vec{\Gamma}_{\Delta} = 100 \times \frac{1}{10\pi} \times 4\pi \times 10^{-4} \times 4 \times 10^{-2} \times 1$$

$$\vec{\Gamma}_{\Delta} = 16 \times 10^{-5} \text{ m.N}$$

$$W = I\Delta\Phi \quad (2)$$

$$W = INSB\Delta \cos \alpha$$

(الحل: 1)



$$F = IrB \sin \theta \quad (2)$$

$$0.04 = I \times 10 \times 10^{-2} \times 10^{-2} \times 1$$

$$I = \frac{4 \times 10^{-2}}{10 \times 10^{-2} \times 10^{-2}} = 40 \text{ A}$$

$$\Gamma = \frac{r}{2} F = \frac{10}{2} \times 10^{-2} \times 0.04 \quad (3)$$

$$\Gamma = 2 \times 10^{-3} \text{ m.N}$$

(4) جملة المقارنة: خارجية.

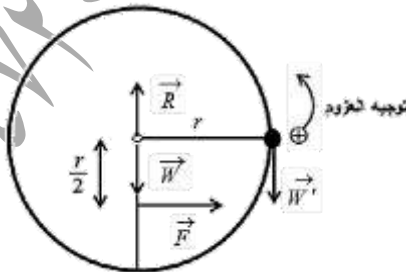
الجملة المدروسة: الدولاب المتوازن.

القوى الخارجية المؤثرة: \vec{W} ثقل القرص.

\vec{F} الكهروطيسية.

\vec{R} رد فعل محور الدوران.

\vec{W}' ثقل الكتلة المضافة.



$$\Sigma \bar{\Gamma}_{\Delta} = 0 \quad \text{شرط التوازن الدوراني.}$$

$$\bar{\Gamma}_{\vec{W}'/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec{F}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec{W}/\Delta} = 0$$

$$\bar{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} = \bar{\Gamma}_{\vec{W}/\Delta} = 0 \quad \text{لأن حامل كل قوة يلاقي } \Delta.$$

$$W = INSB(\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1)$$

$$W = \frac{1}{10\pi} \times 100 \times 4\pi \times 10^{-4} \times 4 \times 10^{-2} \times (1 - 0)$$

$$W = 16 \times 10^{-5} \text{ J}$$

$$(4\pi = 12.5) \quad \Phi = NSB \cos \alpha \quad (1 \text{ B})$$

$$\alpha + \theta' = 90 \Rightarrow \alpha = 90 - \theta' = 90 - 30 = 60^\circ$$

$$\Phi = 100 \times 4\pi \times 10^{-4} \times 4 \times 10^{-2} \times \frac{1}{2}$$

$$\Phi = 25 \times 10^{-4} \text{ weber}$$

$$\Sigma \bar{\Gamma}_{\Delta} = 0 \quad (2)$$

$$\Sigma \bar{\Gamma}_{\Delta \text{ كهروطيسية}} + \Sigma \bar{\Gamma}_{\Delta \text{ ثقل}} = 0$$

$$NISB \sin \alpha - k \theta' = 0$$

$$\alpha + \theta' = \frac{\pi}{2}$$

$$\sin \alpha = \cos \theta'$$

$$NISB \cos \theta' - k \theta' = 0$$

$$NISB \cos \theta' = k \theta'$$

$$k = \frac{NISB \cos \theta'}{\theta'}$$

$$k = \frac{100 \times 2 \times 10^{-3} \times 4\pi \times 10^{-4} \times 4 \times 10^{-2} \times \frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{\pi}{6}}$$

$$k = 96 \sqrt{3} \times 10^{-7} \text{ m.N.rad}^{-1}$$

المسألة الرابعة: دولاب بارلو قطره 20cm، يمر فيه كهربائي

متواصل I، ويخضع نصف القرص السفلي لحقل مغناطيسي

أفقي منتظم شدته $B = 10^{-2} \text{ T}$ ، فيتأثر الدولاب بقوة

كهروطيسية شدتها $F = 0.04 \text{ N}$ والمطلوب:

(1) بين بالرسم جهة كل من $(\vec{F}, \vec{B}, I\vec{L})$.

(2) احسب شدة التيار المار في الدولاب.

(3) احسب عزم القوة الكهروطيسية المؤثرة في الدولاب.

(4) احسب قيمة الكتلة الواجب تعليقها على طرف نصف القطر

الأفقي للدولاب لمنع عن الدوران.

$$-(r)m'g + \left(\frac{r}{2}\right)F + 0 = 0$$

$$\left(\frac{r}{2}\right)F = (r)m'g$$

$$m' = \frac{F}{2g} = \frac{4 \times 10^{-2}}{2 \times 10} = 2 \times 10^{-3} \text{ Kg}$$

التفكير الناقد:

جسم مشحون يتحرك في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم يعامد حقلًا كهربائيًا منتظمًا بسرعة تعامد كل منهما، بين متى يصبح مساره مستقيمًا، ومتى يكون دائريًا.

الجواب: بإهمال ثقل الجسم المشحون وعند مرور الجسم المشحون ضمن منطقة الحقل المغناطيسي المنتظم فإنه يتأثر بقوة مغناطيسية $\vec{F} = q\vec{v}\Lambda\vec{B}$ وعند مروره ضمن منطقة الحقل الكهربائي فإنه يتأثر بقوة كهربائية $\vec{F}' = q\vec{E}$ إن \vec{F}' و \vec{F} كلاهما على حامل واحد وهما تميز حالتين: **1-** \vec{F}' و \vec{F} بجهة واحدة ومحصلتها قوة جاذبة مركزية فسوف يكون المسار دائري. **2-** \vec{F}' و \vec{F} بجهتين متعاكستين ومتساويتان بالشدة سوف تنعدم محصلة القوى فيصبح المسار مستقيم.

----- انتهى البحث -----

ندعوكم للانضمام إلى قناتنا على التيلغرام:

قناة فراس قلعه جي للفيزياء والكيمياء