((مراجعة في الفيزياء))

((نظري وحل مسائل وأوراق عمل للإثراء))

مراجعة لبحث فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي (الكهرطيسيه)

س١ـ: عدد العوامل المؤثرة في شدة القوة المغناطيسية ثم:

١"ـ اكتب عبارتها الشعاعية وعدد عناصرها ؟

٢ "ـ متى تكون عظمى ومتى تكون معدومة ؟

الجواب: تتناسب شدة القوة المغناطيسية طرداً مع:

١ـ مقدار الشحنة المتحركة q.

٢ـ سرعة الشحنة v.

٣ـ شدة الحقل المغناطيسي المؤثر B.

٤ـ $sin\,\theta$: حيث θ الزاوية بين شعاع سرعة الشحنة وشعاع الحقل المغناطيسي.

١"ـ $\vec{F} = q.\vec{v} \wedge \vec{B}$

نقطة التأثير: الشحنة المتحركة.

الحامل: عمودي على المستوي المحدد بشعاع السرعة $\vec{v}$ وشعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$.

الجهة: تحددها قاعدة اليد اليمنى:

ـ الساعد يوازي $\vec{v}$ والأصابع بجهة $\vec{v}$ إذا كانت الشحنة موجبة وبعكس جهة $\vec{v}$ إذا كانت الشحنة سالبه

ـ يخرج شعاع الحقل المغناطيسي من راحة الكف

ـ ويشير الإبهام لجهة قوة لورنز المغناطيسية $\vec{F}$

الشده: $F = q.v.B\,sin\,\theta)$ حيث θ الزاوية المحصورة بين شعاع الحقل المغناطيسي وشعاع السرعة

٢"ـ: $F_{\text{عظمى}} = q.v.b \Rightarrow$ عندما

$$\sin\theta = 1 \Rightarrow \left(\theta = \frac{\pi}{2}\right) \Rightarrow \vec{v} \perp \vec{B}$$

عندما $(F = 0 \Rightarrow \sin\theta = 0)$

$$\Rightarrow (\theta = 0)\text{او}(\theta = \pi) \Rightarrow \vec{v} \,//\, \vec{B}$$

س٢ـ : الكترون شحنته (e) يدخل منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم $(\vec{B})$ بسرعة ابتدائية $(\vec{v} \perp \vec{B})$ والمطلوب:

①ـ ادرس حركة الإلكترون داخل الحقل وبرهّن انها دائرية منتظمة؟

②ـاستنتج العلاقة المعبرة عن نصف قطر المسار الدائري لأحد الإلكترونات المتحركة ضمن الحقل؟ ③ـ اكتب عبارة دور حركتهُ ؟

① القوى الخارجية المؤثرة: ـ بإهمال ثقل الالكترون

ـ يخضع الإلكترون فقط لتأثير القوة المغناطيسية:

$$\vec{F} = e.\vec{v} \wedge \vec{B}$$

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

$$\vec{F}_{\text{مغناطيسية}} = m_e.\vec{a}$$

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

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

من خواص الجداء الشعاعي $\vec{a} \perp \vec{B}$ و $\vec{a} \perp \vec{v}$

$$\overbrace{a_c = a = \frac{v^2}{r} \qquad\qquad a_t = 0}$$

((فالحركة دائريه منتظمة))

②ـ $F_{\text{مغناطيسية}} = F_C\,(\text{قوة جاذبة مركزية}) \Longrightarrow$

$$e.v.B = m_e.a_c$$

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

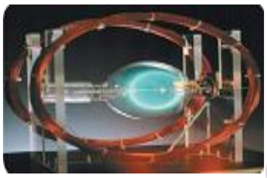
$$r = \frac{m_e.v}{e.B}$$

m_e: كتلة الالكترون ، e: القيمة المطلقة لشحنة الالكترون

v: سرعة الالكترون ، B: شدة شعاع الحقل المغناطيسي

ملاحظة: بما أن $\vec{v}$ محمول على المماس فإن التسارع المماسي معدوم فالتسارع ناظمي وحركة الإلكترون ضمن المنطقة التي يسودها حقل مغناطيسي هي حركة دائرية منتظمة

③ـ $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi.r}{v} = \frac{2\pi.m_e}{e.B}$ الدور



تجربة : في تجربة ملفي هلمهولتز تتولد حزمه الكترونيه مسارها دائري فسر ذلك ؟

عبارة عن ملفين دائريين متوازيين متماثلين يمر فيهما التيار ذاته يتولد بين الملفين حقل مغناطيسي منتظم يؤثر في الحزمة الالكترونية التي تتحرك بسرعة تعامد خطوط الحقل بقوه مغناطيسيه عموديه على شعاع سرعتها فتكسبها تسارع ناظمي ثابت (جاذب) مركزي لذلك تكون الحركة دائريه منتظمة أي يحدث تغير في حامل و جهة شعاع السرعة وليس في شدتها (قيمتها).

وعند زيادة شدة التيار الكهربائي المار في الملفين تزداد شدة الحقل المغناطيسي المتولد عنهما فينقص نصف قطر المسار الدائري

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة مما يلي :

①- تعطى العبارة الشعاعية للقوة المغناطيسية التي تخضع لها شحنة كهربائية متحركة في حقل مغناطيسي منتظم بالعلاقة:

a	$\vec{F} = I\vec{r}\Lambda\vec{B}$	b	$\vec{F} = q\,\vec{I}\Lambda\vec{B}$
c	$\vec{F} = q\vec{L}\,\Lambda\,\vec{B}$	d	$\vec{F} = q\,\vec{v}\Lambda\vec{B}$

②العلاقة المعبرة عن شدة القوة المغناطيسية:

a	$F = e\,L\,B\sin\theta$	b	$F = I\,L\,B$
c	$F = e\,E$	d	$F = q\,v\,B\sin\theta$

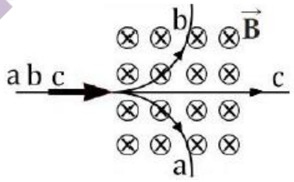
③تكون شدة القوى المغناطيسية عظمى عندما تكون الزاوية بين شعاع الحقل المغناطيسي وشعاع السرعة مقدرة بالراديان مساوية :

a	$\frac{\pi}{6}$	b	$\frac{\pi}{4}$
c	$\frac{\pi}{2}$	d	$\frac{\pi}{3}$

④- تكون شدة القوة المغناطيسية بنصف قيمتها العظمى عندما تكون الزاوية بين شعاع السرعة وشعاع الحقل المغناطيسي مقدرة بالراديان:

a	$\frac{\pi}{6}$	b	$\frac{\pi}{4}$
c	$\frac{\pi}{2}$	d	$\frac{\pi}{3}$

⑤- تدخل ثلاث جسيمات بعضها مشحونة (a,b,c) بسرعة ثابتة منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم شدته $\vec{B}$ بحيث $\vec{v}\perp\vec{B}$ كما هو موضح بالشكل:فتكون شحنة هذه الجسيمات:



a	a سالبة b موجبة c معتدلة	b	a موجبة b سالبة c معتدلة
c	a سالبة b معتدلة c سالبة	d	a معتدلة b سالبة c موجبة

⑥- عندما يدخل الإلكترون في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم بسرعة $\vec{v}$ ، تعامد خطوط الحقل المغناطيسي (بإهمال ثقل الإلكترون) فإن

❶: الإلكترون يخضع لقوة مغناطيسية شدتها :

a	$F = e\,v\,B\sin\frac{\pi}{3}$	b	$F = I\,L\,B$
c	$F = e\,E$	d	$F = e\,v\,B$

❷:فإن حركة الإلكترون داخل الحقل المغناطيسي هي:

a	دائرية متغيرة بانتظام	*b*	دائرية منتظمة
c	مستقيمة منتظمة	*d*	مستقيمة متغيرة بانتظام

❸:وإن شعاع سرعته المعامد لشعاع الحقل المغناطيسي:

a	تتغير شدّته فقط	*b*	تبقى شدّته ثابتة
c	يتغير حامله وشدّته	*d*	يتغير حامله فقط

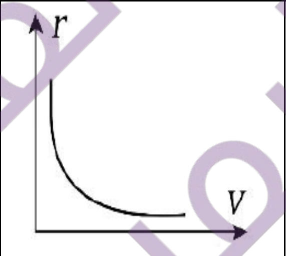
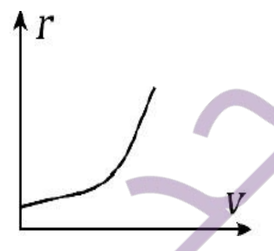
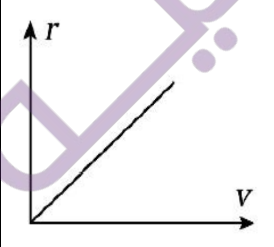
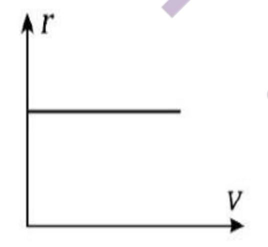
❹:وإن نصف قطر مسار الإلكترون داخل الحقل يعطى بالعلاقة:

a	$r = \frac{m_e.v}{e.B}$	b	$r = \frac{m_e}{e.B}$
c	$r = \frac{e.B}{m_e.v}$	d	$r = \frac{e.B}{m_e}$

❺: ودور حركته يعطى بالعلاقة:

a	$T = \frac{2\pi.m_e}{e.B}$	b	$T = \frac{2.m_e}{e.B}$
c	$T = \frac{2.m_e}{e.B}$	d	$T = \frac{2\pi}{e.B}$

❻: وإن الشكل البياني الذي يمثل العلاقة بين نصف قطر المسار الدائري r وسرعة الإلكترون v :

a		*b*	
c		*d*	

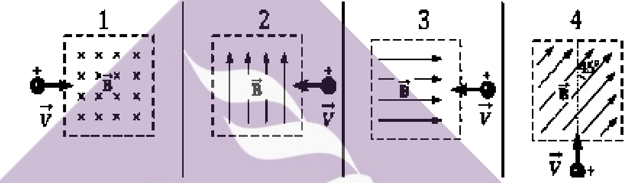
⑦- تدخل حزمة الكترونية مسارها مستقيم بسرعة $\vec{v}$ ثابتة في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم $\vec{B}$ فوجد أن مسارها بقي مستقيما"، فتكون الزاوية بين شعاع السرعة وشعاع الحقل مقدرة بالراديان :

a	$\frac{\pi}{6}$	b	$\frac{\pi}{4}$
c	$\frac{\pi}{2}$	d	π

⑧-نمرر حزمة إلكترونية بين ملفي هلمهولتز، فيصبح مسارها دائريا" ، نصف قطره (r) وعنما نزيد شدّة التيار في الملفين ، فإن نصف قطر المسار الجديد $(\grave{r})$:

a	يصبح لانهائي	b	يبقى ثابتا"
c	ينقص	d	يزداد

⑨- تتحرك شحنة كهربائية موجبة وفق مسار مستقيم بسرعة ثابتة $\vec{v}$ لتدخل منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم $\vec{B}$ كما هو موضح في الأشكال المجاورة:
فالشكل الذي لا تنحرف فيه الشحنة الكهربائية عن مسارها المستقيم هو:



a	1	b	2
c	3	d	4

س٣: استنتج عبارة شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة في سلك طوله (L) و مساحة مقطعه (S)والكثافة الحجمية للإلكترونات الحرة فيه(n)علما" ان الناقل يجتازه تيارمتواصل شدته (I)ويخضع لحقل مغناطيسي منتظم $\vec{B}$ ؟

الجواب: إن الحقل المغناطيسي يؤثر في السلك الذي يمر فيه تيار كهربائي بقوة كهرطيسية تساوي محصلة القوى المغناطيسية المؤثرة في الشحنات المتحركة داخل السلك (الإلكترونات)

بفرض ان طول السلك (L) ومساحة مقطعه (s) والكثافة الحجمية للإلكترونات الحرة فيه (n) يكون عدد الإلكترونات الحرة فيه $N = n \times s \times L$

وعند تطبيق فرق كمون بين طرفي السلك فإن الإلكترونات الحرة تتحرك بسرعة ثابتة وتخضع هذه الإلكترونات إلى تأثير القوة المغناطيسية فتكون القوة الكهرطيسية مساوية جداء عداد الإلكترونات في القوة المغناطيسية أي:

$$F_{\text{كهرطيسية}} = N.F_{\text{مغناطيسية}}$$

$$F_{\text{كهرطيسية}} = N.e.v.\mathrm{B}.\sin\theta$$

لكن $q = N.e$ ، $v = \frac{L}{\Delta t}$

$$F = \frac{q}{\Delta t}\ L.B.\sin\theta$$

لكن $I = \frac{q}{\Delta t}$

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

$\hat{\theta} = (I\vec{L}, \vec{B})$, $I\vec{L}$: شعاع التيار حامله الناقل وجهته بجهة التيار

ملاحظة : حجم ناقل اسطواني : $V = S \times L$ والكثافة الإلكترونية للإلكترونات في حجم ما : $n = \frac{N}{V}$ وبالتالي $N = n \times V = n \times s \times L$ عدد الإلكترونات الحرة في ناقل اسطواني

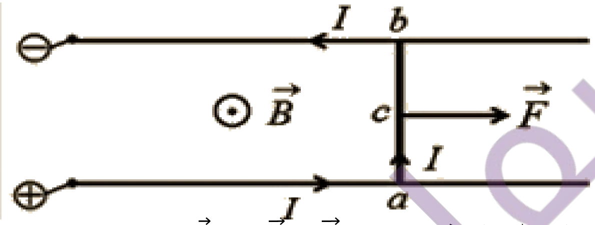
س٤ ـعدد العوامل التي تتعلق بها شدة القوة الكهرطيسية (قوة لابلاس) ثم اكتب العلاقة التي تجمع بين هذه العوامل:

الجواب: تبين التجربة أن شدة القوة الكهرطيسّية تتناسب طردا" مع :

١- شدة التيار الكهربائي I
٢- شدة الحقل المغناطيسي المؤثَرة (B)
٣- طول جزء الناقل الخاضع للحقل المغناطيسي (L)
٤- $\sin\theta$ حيث (θ)الزاويه بين الناقل وشعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$

علاقة شدة القوه الكهرطيسية : $(F = I.L.B.\sin\theta)$

س٥ـ أكتب العبارة الشعاعية للقوة الكهرطيسية ثم وضح عناصرها في تجربة السكتين الكهرطيسية مع الرسم ؟ و متى تكون عظمى ومتى تكون معدومة ؟ الجواب :

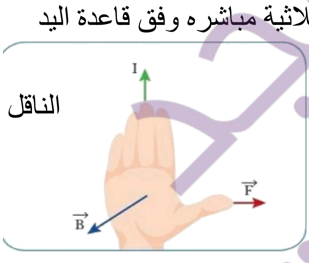


العبارة الشعاعية : $\vec{F} = I\vec{L} \wedge \vec{B}$

نقطة التأثير: منتصف جزء الناقل الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم

الحامل: عمودي على المستوى المحدد بالناقل وشعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$

الجهة: تحقق الأشعة $[I\vec{L}, \vec{B}, \vec{F}]$ ثلاثية مباشره وفق قاعدة اليد اليمنى:



- نجعل اليد اليمنى فوق بحيث يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع
- يخرج الحقل المغناطيسي $\vec{B}$من راحة الكف
- يشير الابهام لجهة القوة الكهرطيسية $\vec{F}$

الشدة : $F = I.L.B.\sin\theta$

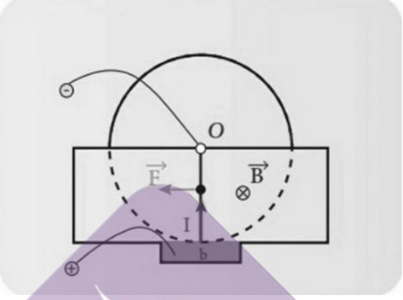
ملاحظة : $\sin\theta = 1 \Rightarrow F_{\text{كهرطيسية}} = I.L.B$ (عظمى)

$$\Rightarrow \left(\theta = \frac{\pi}{2} \Rightarrow I\vec{L} \perp \vec{B}\right)$$

$\sin\theta = 0 \Rightarrow F_{\text{كهرطيسية}} = 0$ (معدومة)

$$\Rightarrow (\theta = 0)\text{أو}(\theta = \pi) \Rightarrow I\vec{L} \mathbin{//} \vec{B}$$

س٦: اكتب العبارة الشعاعية للقوة الكهرطيسية المؤثرة في دولاب بارلو ثم عدد عناصرها بفرض أن نصفه السفلي يخضع لحقل مغناطيسي منتظم يعامد مستويه موضحا" اجابتك بالرسم ؟



١"- العبارة الشعاعية للقوة الكهرطيسية المؤثرة في الدولاب:

$\vec F = I\vec r \wedge \vec B$

٢-العناصر :

نقطة التأثير : منتصف نصف القطر الشاقولي السفلي الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم

الحامل : عمود على المستوى المحدد بنصف القطر الشاقولي السفلي وشعاع الحقلالمغناطيسي المنتظم $\vec B$

الجهة : تحقق الأشعة $[I\vec r, \vec B, \vec F]$ ثلاثية مباشرة وفق قاعدة اليد اليمنى: نجعل اليد اليمنى منبسطة على نصف القطر الشاقولي السفلي يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع

- يخرج شعاع الحقل المغناطيسي $\vec B$ من راحة الكف .
- يشير الإبهام لجهة القوة الكهرطيسية $\vec F$

الشدة : تعطى بالعلاقة : $(F = I.r.B.\sin\theta)$

وبما أن $(I\vec r \perp \vec B)$ أي $\theta = \frac{\pi}{2}$ فإن $\sin\theta = 1$ فإن $(F = I.r.B)$

ملاحظة تجريبية هامة: عند إغلاق دارة الدَولاب فإنه يدور بتأثير عزم القوة الكهرطيسية وعندما تنعكس جهة التيار أو جهة الحقل المغناطيسي فإن جهة الدًوران تنعكس أيضا".

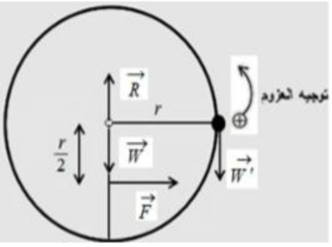
ملاحظات للمسائل لدولاب بارلو :

❶-عزم القوه الكهرطيسيه التي يخضع لها الدولاب حول محور الدوران: $\Gamma_{\vec F/\Delta} = d.F = \frac{r}{2}.F$

❷- لحساب الإستطاعة الدورانية: $= \Gamma_{\vec F/\Delta} \times \omega$ حيث $\omega =$ $2.\pi.f = \frac{2\pi}{T}$

❸ - حساب الكتله الواجب تعليقها على طرف نصف القطر الافقي لمنع الدولاب من الدوران :

القوى الخارجية المؤثرة :



- ثقل الدولاب $\vec w$ ، - القوه الكهرطيسية $\vec F$
- رد فعل محور الدوران $\vec R$ ،- ثقل الكتلة المعلقة $\overrightarrow{W`}$
- شرط التوازن الدوراني: $\sum \Gamma_{\vec F/\Delta} = 0$

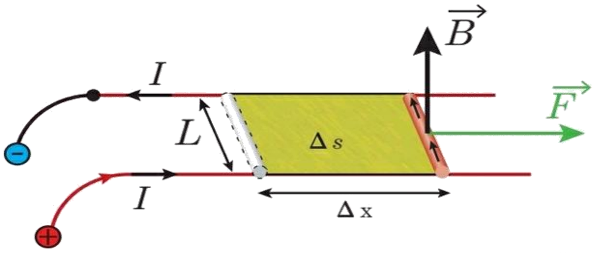
$$\bar{\Gamma}_{\vec W/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec R/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\overrightarrow{W`}/\Delta} + \bar{\Gamma}_{\vec F/\Delta} = 0$$

نختار جهة موجبة للدوران جهة معاكسة لدوران عقارب الساعة

عزوم $\bar{\Gamma}_{\vec W/\Delta} = \bar{\Gamma}_{\vec R/\Delta} = 0$

حواملها تلاقي محور الدوران ونتابع $-r \times m`.g + \frac{r}{2} \times F = 0$

س٧ : استنتج عبارة عمل القوة الكهرطيسية (نظرية مكسويل) واذكر نص النظرية موضحا" اجابتك بالرسم من خلال تجربة السكتين الكهرطيسية وبفرض أن شعاع الحقل المغناطيسي يعامد مستوي السكتين ؟ الجواب :



تنتقل الساق موازيه لنفسها مسافة Δxفتمسح سطحا" قدره:

- $\Delta S = L.\Delta x$
- تنتقل نقطة تأثيرها على حاملها وبجهتها مسافة Δx
- فتقوم بعمل محرك (موجب) $(W > 0)$

$W = F.\Delta x$

$F = I.L.B.\sin\theta$ وبفرض أن $\sin\theta = 1$

$F = I.L.B$

وبالتالي

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

$W = I.B.\Delta S$ وبما أن $\Delta\emptyset = B.\Delta S > 0$

$(W = I.\Delta\emptyset > 0)$

نص نظرية مكسويل : إذا انتقلت داره أو جزء من داره في منطقه يسودها حقل مغناطيسي فإن عمل القوة الكهرطيسية المسبّبة لذلك الإنتقال يساوي جداء شدة التيار في تزايد التدفق المغناطيسي الذي يجتازها .

ملاحظة للمسائل في تجربة السكتين الكهرطيسية:

$W = F.\Delta x$ أو على حسب المعطيات وتذكر أن $\Delta x = v.\Delta t$

لحساب الإستطاعة الميكانيكية : $P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{F.\Delta x}{\Delta t} = F.v$

ثانيا"- اختر الإجابة الصحيحة مما يلي :

❶ - العلاقة المعبرة عن العبارة الشعاعية للقوة الكهرطيسية

a	$\vec{F} = I\vec{L}\,.\vec{B}$	b	$\vec{F} = I\vec{L} \wedge \vec{B}$
c	$\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$	d	$\vec{F} = q\vec{v}\,.\vec{B}$

❷ - عندما تتدحرج الساق في تجربة السكتين الكهرطيسية تحت تأثير القوة الكهرطيسية، فإن التدفق المغناطيسي:

a	يبقى ثابتاً	b	يزداد
c	يتناقص	d	ينعدم

❸ - يعبّر عن نظرية ماكسويل بالعلاقة:

a	$\Phi = B\,\Delta S$	b	$W = B\,\Delta S$
c	$W = I\,\Delta\,\Phi$	d	$W = I\,\Delta\,B$

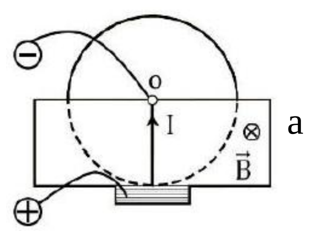
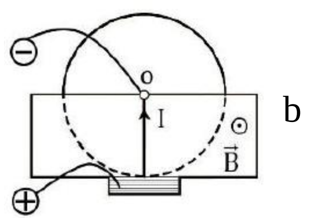
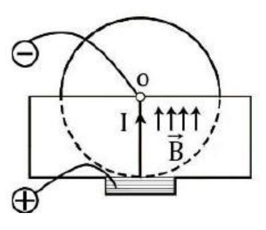
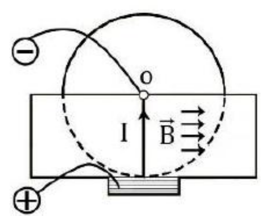
❹ - تكون شدة القوة الكهرطيسية بنصف قيمتها العظمى عندما تكون الزاوية بين $(I\vec{L},\vec{B})$ مقدرة بالراديان:

a	$\frac{\pi}{6}$	b	$\frac{\pi}{4}$
c	$\frac{\pi}{2}$	d	$\frac{\pi}{3}$

❺ - تيار كهربائي شدته $(5\ A)$ يمر في سلك طوله $(10\ cm)$ فإذا وضع السلك كاملاً"في حقل مغناطيسي شدته(4×10^{-3}) وكان السلك يصنع مع خطوط الحقل المغناطيسي زاوية 30^0 فإن شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة في السلك مقدرة بالنيوتن (N) هي :

a	10^{-3}	b	10^{-4}
c	10^{-2}	d	2×10^{-3}

❻ - دولاب بارلو يخضع نصفه السفلي لحقل مغناطيسي منتظم شدته B، فإن الرسم الصحيح الذي يمثل شكلاً تخطيطياً لدارة و هو يدور عكس جهة دوران عقارب الساعة عند إمرار تيار كهربائي شدته I هو:

a		b	
c		d	

❼ - دولاب بارلو نصف قطره (r) نمرر فيه تيار كهربائي متواصل شدته (I) ويخضع نصف القطر السفلي لحقل مغناطيسي منتظم أفقي منتظم عمودي على مستوي الدولاب الشاقولي شدته (B) ،

① :فإن العبارة الشعاعية للقوة الكهرطيسية المؤثرة في الدولاب :

a	$\vec{F} = I\vec{L}\,.\vec{B}$	b	$\vec{F} = I\vec{r} \wedge \vec{B}$
c	$\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$	d	$\vec{F} = q\vec{v}\,.\vec{B}$

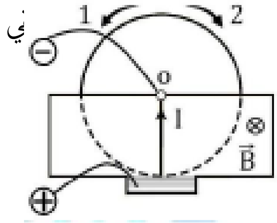
② :و تكون شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة :

a	$F = ILB\cos\theta$	b	$F = IrB$
c	$F = qvB.\sin\theta$	d	$F = qvB$

③ :وعزم القوة الكهرطيسية المسببة للدوران :

a	$\Gamma_{\vec{F}/\Delta} = r.F$	b	$\Gamma_{\vec{F}/\Delta} = \frac{r}{2}.F$
c	$\Gamma_{\vec{F}/\Delta} = 2r.F$	d	$\Gamma_{\vec{F}/\Delta} = \frac{r}{4}.F$

❽ - دولاب بارلو يخضع نصفه السف ي عمودي على مستويه الشاقولي كما هو بالشكل، فعند إغلاق الدارة فإن الدولا الكهرطيسية شدتها:



a	$F = I\ r\ B$ يدور بالاتجاه (١)	b	$F = I\ r\ B$ يدور بالاتجاه (٢)
c	$F = I\ s\ B$ يدور بالاتجاه (١)	d	$F = I\ s\ B$ يدور بالاتجاه (٢)

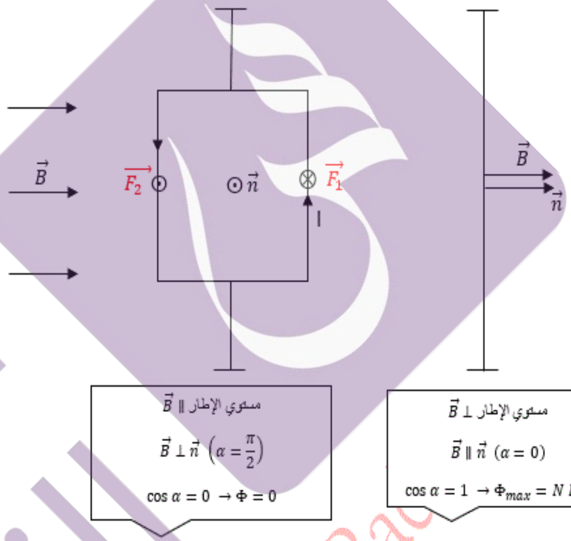
لسما المجد التعليمية

س٨: اذكر قاعدة التدفق الأعظمي ؟

الجواب : قاعدة التدفق الأعظمي : إذا أثر حقل مغناطيسي في داره كهربائية مغلقة حرة الحركة تحركت بحيث يزداد التدفق المغناطيسي الذي يجتازها من وجهها الجنوبي وتستقر في وضع يكون فيه التدفق المغناطيسي أعظميا" .

ملاحظة :(توازن مستقر $\alpha = 0$) ,

توضيح :


$\vec{B}$
$\vec{F_2}$
$\odot \vec{n}$
$\vec{F_1}$
I
$\vec{B}$
$\vec{n}$
مستوي الإطار $\parallel \vec{B}$
$\vec{B} \perp \vec{n}$ $\left(\alpha = \frac{\pi}{2}\right)$
$\cos\alpha = 0 \rightarrow \Phi = 0$
مستوي الإطار $\perp \vec{B}$
$\vec{B} \parallel \vec{n}$ $(\alpha = 0)$
$\cos\alpha = 1 \rightarrow \Phi_{max} = N\,B\,S$

س ٩ــاستنتج علاقة عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة المؤثرة في إطار طول ضلعه الأفقي (d) والشاقولي (L)

$\Gamma_\Delta = d`.F$ (*)

$(d`)$ : طول ذراع المزدوجة الكهرطيسية $(d` = d.\sin\alpha)$

α : الزاوية المحصورة بين شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ والنّاظم على سطح الإطار $\vec{n}$

إن شدّة القوة الكهرطيسية من أجل (N) لفة :

$$F = F_1 = F_2$$

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

$F = N.I.L.B$ نعوض في العلاقة (*) فنجد :

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

وبما أن $(S = L.d)$ مساحة سطح الإطار فإن :

$$(\Gamma_\Delta = \mathrm{N.S.I.B.\sin\ \alpha})$$

حيث α الزاوية بين شعاع الحقل المغناطيسي وشعاع الناظم

ملاحظة : يمكن كتابة عبارة عزم المزدوجة الكهرطيسية بدلالة العزم المغناطيسي:

$\Gamma_\Delta = M.B.\sin\alpha$ حيث $M = NSI$

وتكون العلاقة المعبرة عن عوم المزدوجة شعاعيا":

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

س ١٠ : اكتب عبارة شعاع العزم المغناطيسي وعدد عناصره

$$\vec{M} = N.I.\vec{S}$$

جهته : بجهة إبهام يد يمنى تلتف أصابعها بجهة التيار (يخرج من الوجه الشمالي)

حامله : الناظم

شدته : $M = N.I.S$ وواحدته : $(A.m^2)$

((المقياس الغلفاني ذو الإطار المتحرك)) جهاز يستخدم لقياس الشدات الصغيرة للتيار والإستدلال عليها

وصفه: يتألف من ملف على شكل إطار مربع أو مستطيل عدد لفاته (N) معلق من الأعلى والأسفل بسلكين يشكلان محور دوران شاقولي يمر من منتصف الضلعين الأفقيين إحداهما سلك فتل ، نضع الإطار في منطقة يسودها حقل مغناطيسي خطوطه توازي مستوي الإطار

مبدأ عمله: عندما يمر في سلك الإطار تيار فإنه يدور ضمن الحقل بتأثير مزدوجة كهرطيسية حول محوره فيتولد في سلك الفتل مزدوجة فتل تحاول إعادته إلى وضعه الأصلي فيتوازن الإطار بعد أن يدور زاوية $(\theta`)$ ثم يتوازن ويشير مؤشر المقياس الى قيمة التيار.

س ١١ : في المقياس الغلفاني ذو الإطار المتحرك , انطلاقا" من شرط توازن الإطار استنتج العلاقة بين زاوية دوران الإطار θ والتيار المار فيه I ، كيف نزيد من حساسية المقياس ؟ الجواب :

يدور الإطار بفعل المزدوجة الكهرطيسية فتنشأ في سلك الفتل مزدوجة فتل $\vec{\eta}$ تقاوم الدوران فيدور الإطار زاويه θ' ويتوازن:

شرط التوازن:

$$\sum \Gamma_\Delta = 0$$

$$\bar{\Gamma}_\Delta + \bar{\Gamma}_{\Delta/\vec{\eta}} = 0$$

$$N.S.I.B.\sin\alpha - K.\theta` = 0$$

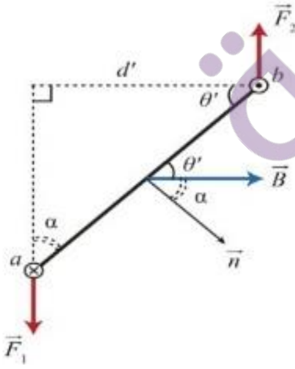
$$\alpha + \theta` = \frac{\pi}{2} rad$$

$$\sin\alpha = \cos\theta`$$

$$N.S.I.B.\cos\theta` = k.\theta`$$

في حال $(\theta`)$ زاوية صغيرة فإن $\cos\theta` \approx 1$ وبالتالي تصبح العلاقة كما يلي:

$$N.S.I.B. = k.\theta`$$


$\vec{F_2}$
d'
b
θ'
θ'
$\vec{B}$
α
α
a
$\vec{n}$
$\vec{F_1}$

$$\theta` = \frac{N.S.B}{K}.I$$

$$\theta` = G.I$$

حيث $G = \frac{N.S.B}{K}$

ثابت حساسية المقياس الغلفاني وتزداد حساسية المقياس بزيادة G وذلك عمليا" بإستبدال سلك الفتل بسلك أرفع منه من المادة نفسها لتصغير قيمة K (من الفضة)

G: ثابت المقياس الغلفاني $((rad.A^{-1})$

ثالثا" -اختر الإجابة الصحيحة مما يلي :

①- إذا كانت خطوط الحقل المغناطيسي توازي مستوى إطار فإن الزاوية بين شعاع الحقل المغناطيسي وشعاع الناظم على سطح الإطار:

a	$\alpha = 0$	b	$\alpha = \pi$
c	$\alpha = \frac{\pi}{2}$	d	$\alpha = \frac{\pi}{3}$

②- مقياس غلفاني ثابت فتل سلكه (k) نزيد حساسية المقياس لخمس أمثال ما كان عليه فيصبح ثابته الجديد (k):

a	10 K	b	5 K
c	0.2 K	d	ليس أي ما سبق

③– مقياس غلفاني ثابت فتل سلك التعليق فيه هو $5 \times 10^{-6} m.N.rad^{-1}$ نزيد حساسية المقياس 100 مرة فيكون ثابت فتل سلك التعليق بالوضع الجديد من اجل التيار نفسه هو

a	5×10^{-4}	b	5×10^{-8}
c	5×10^{-5}	d	5×10^{-7}

④- ملف مستطيل مساحته $(100\ cm^2)$ يتكوّن من (200) لفّة يمر فيه تيار شدّته $(4\ A)$ ، وضع في حقل مغناطيسي منتظم شدّته $(0.2\ T)$ فإن عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثّرة عليه عندما يكون مستوي الملف يصنع زاوية (60^0) مع خطوط الحقل المغناطيسي مقدرة ب$(m.N)$ يساوي:

a	0.8	b	1.6
c	0.4	d	0.6

⑤ - تعطى شدة العزم المغناطيسي M بالعلاقة:

a	NBS	b	NIK
c	NIS	d	$K\ IS$

⑥- إطار مستطيل عدد لفاته (N) ومساحة سطحه (S) يمر فيه تيار كهربائي متواصل شدته (I) فإن شعاع العزم المغناطيسي $\vec{M}$ يعطى بالعلاقة:

a	$\vec{M} = \vec{N}.s.\vec{I}$	b	$\vec{M} = N.S.\vec{I}$
c	$\vec{M} = N.S.\vec{n}$	d	$\vec{M} = N.I.\vec{S}$

⑦- يعبر عن علاقة عزم المزدوجة الكهرطيسية شعاعيا" المؤثرة في إطار مساحة سطحه (s) يجتازه تيار كهربائي متواصل ويخضع لحقل مغناطيسي منتظم بالعلاقة:

a	$\vec{\Gamma} = \vec{M} \Lambda \vec{B}$	b	$\vec{\Gamma} = I.\vec{L} \Lambda \vec{B}$
c	$\vec{\Gamma} = \vec{L} \Lambda \vec{B}$	d	$\vec{\Gamma} = q\vec{v} \Lambda \vec{B}$

لاحظة هامة : جهاز المقياس الغلفاني متعدد الأغراض (آفومتر)

يستخدم في قياس : ① توتر مستمر ومتناوب ② تيار مستمر ومتناوب ③ مقاومات أومية .

تجربة١ : نصل دارة إنبوب الأشعة المهبطية فتتولد حزمة الكترونيه :

١ـ ما شكل مسار هذه الحزمة؟

٢ـماذا يحدث عند عند تقريب القطب الشمالي لمغناطيس من الإنبوب؟

٣ـماذا يحدث إذا قربنا القطب الجنوبي للمغناطيس من الإنبوب ؟

٤ـ فسر ذلك باستخدام العلاقة الرياضة المناسبة ؟

الحل : ١ـ مسار الحزمة الالكترونية مستقيم

٢ـ تنحرف الحزمة الالكترونية

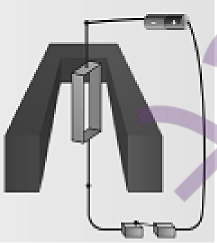
٣– تنحرف الحزمة الالكترونية باتجاه معاكس لانحرافها الأول

٤ـ يؤثر الحقل المغناطيسي في الجسيمات المتحركة المشحونة بقوه مغناطيسيه تغير مسار الحركة : $\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$ وتتغير جهة هذه القوه بتغير جهة الحقل المغناطيسي المؤثر .

تجربه٢ : في تجربة ملفي هلمهولتز تتولد حزمه الكترونيه مسارها دائري فسر ذلك ؟

يتولد بين الملفين حقل مغناطيسي منتظم يؤثر في الحزمه الالكترونيه بقوه مغناطيسيه عموديه على شعاع سرعتها فتكسبها تسارع ناظمي ثابت (جاذب) مركزي لذلك تكون الحركه دائريه منتظمه أي يحدث تغير في حامل و جهة شعاع السرعه وليس في شدتها (قيمتها).

تجربه٣ : لديك في الشكل المجاور إطار مستطيل الشكل معلق بسلك عديم الفتل يخضع لحقل مغناطيسي منتظم خطوطه توازي مستوى الإطار:



❶- اشرح ما يحدث عند إمرار التيار الكهربائي وفسر ذلك ؟ ثم استنتج علاقة عزم المزدوجة الكرطيسية المؤثرة في الإطار

❷- اكتب نص قاعدة التدفق الأعظمي ؟

❸- فسر ما يحدث إذا استبدلنا السلك عديم الفتل بسلك فتل ثابت فتله k ثم اذكر مبدأ عمل المقياس الغلفاني ذو الإطار المتحرك ؟

❶ نلاحظ دوران الإطار ويستقر عندما تصبح خطوط الحقل المغناطيسي عمودية على مستويه **وتفسير ذلك** :

يؤثر الحقل المغناطيسي المنتظم في الإطار بمزدوجة كهرطيسية **تنشأ** عن القوتين الكهرطيسيتين المؤثرتين في الضلعين الشاقوليين (تعمل على تدوير الإطار حول محور دورانه)من موضعه حيث التدفق معدوم إلى وضع يصبح فيه التدفق المغناطيسي الذي يجتاز سطح الإطار أعظمي)

ملاحظة : الإستنتاج مر في النظري

❷- قاعدة التدفق الأعظمي : إذا أثر حقل مغناطيسي في داره كهربائية مغلقة حرة الحركة انتقلت بحيث يزداد التدفق المغناطيسي الذي يجتازها من وجهها الجنوبي وتستقر في وضع يكون فيه التدفق أعظميا" . (توازن مستقر $\alpha = 0$)

❸- يدور الإطار بفعل المزدوجة الكهرطيسية فتنشأ في سلك الفتل مزدوجة فتل$\vec{\eta}$تقاوم الدوران فيدور الإطار زاويه θ'ويتوازن المبدأ: عندما يمر تيار كهربائي في الإطار فإنه يدور بزاويه θ' فيشير مؤشر المقياس إلى قراءه معينه عندما يتوازن الإطار دالاً على قيمة التيار المار .

ملاحظة هامة :

لحساب عمل المزدوجة الكهرطيسية عند دوران إطار

$$W = I\Delta\emptyset$$

$$W = I(\emptyset_2 - \emptyset_1)$$

$$W = I(NBS.\cos\alpha_2 - NBS.\cos\alpha_1)$$

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

تذكر دائما" : عندما تكون خطوط الحقل توازي مستوي إطار فإن $\left(\alpha = \frac{\pi}{2}\right)$ (تدفق معدوم)

خطوط الحقل تعامد مستوي إطار $(\alpha = 0)$ (توازن مستقر أو تدفق أعظمي)

حل أسئلة الدرس النظري ص100:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة في كل ممّا يأتي:

٢- إن واحدة قياس النسبة بين شدة الحقل الكربائي والحقل المغناطيسي $\frac{E}{B}$ هي:

الشرح: $F = qE \rightarrow E = \frac{F}{q} \rightarrow E: \frac{N}{C}$

$$F = qvb\ sin\theta \rightarrow B = \frac{F}{qv\sin\theta} \rightarrow B = \frac{N}{C \times m.s^{-1}}$$

وبالتالي تكون واحدة النسبة:

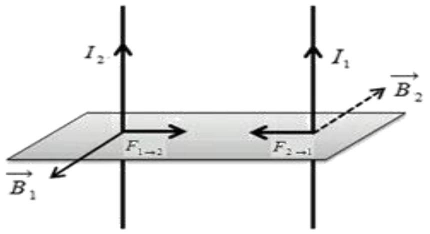
$$\frac{E}{B} = \frac{\frac{N}{C}}{\frac{N}{C \times m.s^{-1}}} = m.s^{-1}$$

((باقي الإختيارات موجودين في أوراق العمل))

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

①: ادرس التأثير المتبادل بين سلكين نحاسيين شاقوليين طويلين يمر بهما تياران متواصلان لهما الجهة نفسها واستنتج عبارة القوة الكهرطيسية المؤثرة في أحد السلكين نتيجة وجود السلك الآخر.

١- مطلوب إيجاد علاقة $(F = ?)$ قوّة تأثير أحّد السلكين على طول (L) من السلك الآخر.



الحل: يولّد التيّار المستقيم I_1 حقل مغناطيسي B_1 يؤثّر في كافة نقاط الجزء L_2 شدّته:

$$B_1 = 2 \times 10^{-7}\frac{I_1}{d} \qquad (1)$$

- يؤثّر الحقل B_1 في جزء الناقل L_2 الذي يجتازه تيّار I_2 بقوى كهرطيسيّة لها محصلة شدّتها:

$$F_{1\to2} = I_2L_2B_1\sin\frac{\pi}{2} \qquad (2)$$

نعوّض ١ بـ ٢ فنجد: $F_{1\to2} = 2 \times 10^{-7}\frac{I_1I_2}{d}L_2$

وبدراسة مماثلة لتأثير السلك الثاني بالسلك الأول نجد:

$$F_{2\to1} = 2 \times 10^{-7}\frac{\mathrm{I_1I_2}}{\mathrm{d}}\mathrm{L_1}$$

②استنتج عبارة شدة الحقل المغناطيسي المؤثرة في شحنة كهربائية تتحرك في حقل مغناطيسي منتظم بسرعة $\vec{v}$ تعامد شعاع الحقل المغناطيسي ثم عرف التسلا.

الحل:

٢- مطلوب استنتاج عبارة (B) مؤثّرة في شحنة متحركة $[\vec{v} \perp \vec{B}_{\text{منتظم}}]$ ، ثمّ تعريف التسلا.

الحل: يؤثّر الحقل المغناطيسي المنتظم في الشحنة الكهربائيّة المتحرّكة بسرعة $\vec{v}$ بقوّة مغناطيسيّة (بإهمال قوّة ثقل الشحنة)

$$\vec{F}_{\text{مغناطيسية}} = \mathrm{q}\vec{v} \wedge \vec{B}$$

تعطى شدّتها بالعلاقة: $F = qv\ B\ Sin\theta$

لكن: $\theta = \frac{\pi}{2}(\vec{v} \perp \vec{B})$ ، $sin\frac{\pi}{2} = 1 \Rightarrow B = \frac{F}{qv}$

ومنه نعرّف التسلا:

التسلا: شدّة حقل مغناطيسي منتظم في نقطة إذا تحركت فيها شحنة قدرها كولون واحد وبسرعة قدرها $(v = 1\ m.s^{-1})$ وكان شعاع سرعتها عمودياً على شعاع الحقل تأثرت بقوّة مغناطيسيّة شدتها نيوتن واحد.

٣-: حله ضمن شرح المقياس الغلفاني

مسألة $\frac{1}{102}$:

في تجربة السكتين الكهرطيسية تستند ساق نحاسية كتلتها 16g إلى سكتين أفقيتين حيث يؤثر على 4cm من الجزء المتوسط منها حقل مغناطيسي منتظم شاقولي شدته 0.1 T ويمر بهار تيار شدته 40 A والمطلوب:

① حدد بالكتابة وبالرسم عناصر شعاع القوة الكهرطيسية ثم احسب شدتها.

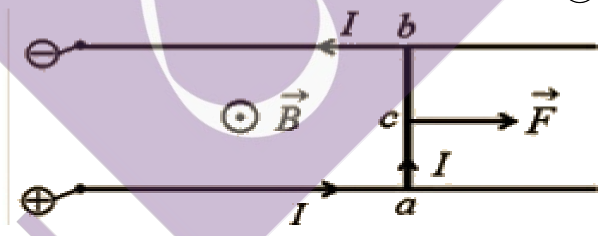
② احسب قيمة العمل الذي تنجزه القوة الكهرطيسية عندما تنتقل الساق مسافة 15cm

③ احسب قيمة الزاوية التي يجب إمالة السكتين بها عن الأفق حتى تتوازن الساق والدارة (بإهمال قوى الاحتكاك).

$$I = 40\ A \text{ ، } L = 4cm = 4 \times 10^{-2} m$$
$$B = 10^{-1}\text{T} \text{ ، } m = 16g = 16 \times 10^{-3} kg$$

الحل :

①



((العناصر))

نقطة التأثير: منتصف جزء الناقل الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم

الحامل: عمودي على المستوى المحدد بالناقل وشعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$

الجهة: تحقق الأشعة $[I\vec{L}, \vec{B}, \vec{F}]$ ثلاثية مباشره وفق قاعدة اليد اليمنى:

- نجعل اليد اليمنى فوق الناقل بحيث يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع
- يخرج الحقل المغناطيسي $\vec{B}$من راحة الكف
- يشير الابهام لجهة القوة الكهرطيسية $\vec{F}$

الشدة: $F = ILB sin\theta$

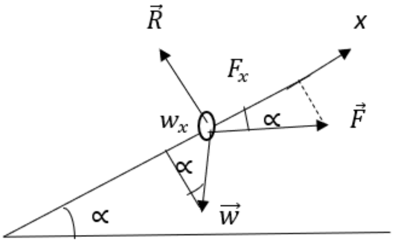
$$= 40 \times 4 \times 10^{-2} \times 10^{-1} \times 1$$

حيث $\theta = \frac{\pi}{2}$ لأن الساق أفقية والحقل الشاقولي

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

② $\Delta x = 15cm = 0.15m = 15 \times 10^{-2} m$

$$W = F.\Delta x = 16 \times 10^{-2} \times 15 \times 10^{-2}$$
$$W = 240 \times 10^{-4}\ \text{J} = 24 \times 10^{-3}\ \text{J}$$



القوة الخارجية المؤثرة: $\vec{F}$ قوة لا بلاس

$\vec{R}$ رد الفعل ، $\vec{w}$ ثقل الساق

شرط التوازن الإنسحابي: $\Sigma\vec{F} = \vec{0}$

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

بالإسقاط على محور $o\vec{x}$

$$-w_x + F_x + 0 = 0$$
$$F_x = w_x \Longrightarrow F cos\alpha = w sin\alpha$$
$$\Longrightarrow F = w\ \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$$
$$F = mg \tan\alpha \Longrightarrow \tan\alpha = \frac{F}{mg}$$
$$\Longrightarrow \tan\alpha = \frac{16 \times 10^{-2}}{16 \times 10^{-3} \times 10}$$
$$= 1$$
$$\alpha = 45°$$

سما المجد التعليمية

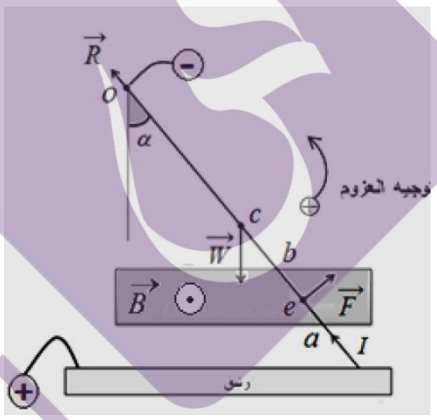
مسألة $\frac{2}{102}$:

نعلق سلكاً نحاسياً ثخيناً طوله 60cm وكتلته 50g من طرفه العلوي شاقولياً ونغمس طرفه السفلي في حوض يحتوي الزئبق ثم نمرر تياراً كهربائياً متواصلاً شدته 10A فينحرف السلك عن الشاقول زاوية α ثابتة ثم يتوازن حيث يؤثر حقل مغناطيسي منتظم أفقي شدته $B = 3 \times 10^{-2}T$ على قطعة منها طولها 4cm يبعد منصفها عن نقطة التعليق 50cm
استنتج العلاقة المحددة لزاوية انحراف السلك عن الشاقول α بدلالة أحد نسبها المثلثية ثم احسبها.

طول السلك 60cm ، $m = 50g = 50 \times 10^{-3}kg$

$B = 3 \times 10^{-2}T$ ، $I = 10$

الحل:



القوى الخارجية المؤثرة

$\vec{F}$ قوة لا بلاس تؤثر في منتصف الجزء الخاضع للحقل.

$\vec{R}$ رد فعل محور الدوران.

$\vec{w}$ ثقل السلك تؤثر في منتصف السلك.

شرط التوازن $\Gamma_{\vec{F}/\Delta} = 0$

$$\Gamma_{\vec{w}/\Delta} + \Gamma_{\vec{R}/\Delta} + \Gamma_{\vec{F}/\Delta} = 0$$

لأن حامل $\vec{R}$ يلاقي محور الدوران $\Gamma_{\vec{R}/\Delta} = 0$

عزم قوة لا بلاس: $\Gamma_{\vec{F}/\Delta} = oD \times F$

عزم قوة الثقل:

$$\Gamma_{\vec{w}/\Delta} = -\acute{d} \times w = -oc \times sin\alpha . mg$$

$$-OC . \sin\alpha . mg + 0 + OM \times F = 0$$

$$OC . mg . \sin\alpha = OM \times F$$

$$\sin\alpha = \frac{OM \times F}{OC . mg}$$

لكن $F = I\,L\,B\sin\theta$

حيث $\sin\theta = 1 \Leftarrow F = I\,L\,B$

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

$$\sin\theta = \frac{12 \times 10^{-3}}{3 \times 10^{-1}}$$

حيث:

$$oc = \frac{L}{2} = 30 \times 10^{-2}\, m$$

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

بما أن $\alpha < 0.24rad \quad \Longrightarrow$

$$\alpha = \sin\alpha = 0.04rad$$

$$\alpha = 0.04\, rad$$

مسألة $\frac{3}{102}$:

إطار مستطيل الشكل يحتوي *100* لفة من سلك نحاسي معزول مساحته $4\pi cm^2$

a. نعلق الإطار بسلك عديم الفتل شاقولي ونخضعه لحقل مغناطيسي منتظم أفقي شدته $B = 4 \times 10^{-2}T$ خطوطه توازي مستوي الإطار الشاقولي نمرر في الإطار تياراً شدته $\frac{1}{10\pi}A$، والمطلوب حساب :

1. عزم المزدوجة الكهرطيسية التي يخضع لها الإطار لحظة إمرار التيار.

2. عمل المزدوجة الكهرطيسية عندما يدور الإطار من وضعه السابق إلى وضع التوازن المستقر.

b. نقطع التيار ونستبدل سلك التعليق بسلك فتل شاقولي ثابت فتله *K* بحيث يكون مستوي الإطار يوازي خطوط الحقل المغناطيسي السابق ونمرر تياراً شدته *2mA* فيدور الإطار زاوية *30°* ثم يتوازن.

المطلوب:

1. احسب التدفق المغناطيسي في الإطار عندما يتوازن.

2. استنتج العلاقة المحددة لثابت فتل سلك التعليق انطلاقاً من شرط التوازن الدوراني ثم احسب قيمته.

(يُهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي).

الحل:

$N = 100$ لفة
$S = 4\pi cm^2 = 4\pi \times 10^{-4}m^2$
$B = 4 \times 10^{-2}\, T$
$I = \frac{1}{10\pi}\, A$

(1 $\quad \Gamma_{\Delta} = NISB\sin\alpha$

لحظة إمرار التيار $= \frac{\pi}{2}$

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

$$\Gamma_\Delta = 16 \times 10^{-5} m.N$$

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

$$W = INSB[cos\alpha_2 - cos\alpha_1]$$

$$= 16 \times 10^{-5}[1 - 0]$$

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

حيث: $\alpha_1 = \frac{\pi}{2}$

وضع التوازن المستقر $\alpha_2 = 0$

b. $I = 2mA = 2 \times 10^{-3}\ A$

$$\grave{\theta} = 30° = \frac{\pi}{6} rad$$

$$\Phi = NSBcos\alpha$$

$$= \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{3} rad$$

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

$$= 8\pi \times 10^{-4} = 25 \times 10^{-4} weber$$

②

$$\Sigma\Gamma = 0$$

$$\Gamma_\Delta + \Gamma_{\vec{\eta}/\Delta} = 0$$

$$NISBsin\alpha - K\grave{\theta} = 0$$

$$+\ \grave{\theta} = \frac{\pi}{2} \Longrightarrow \sin\alpha = \cos\grave{\theta}$$

$$NISB\cos\grave{\theta} = K\grave{\theta}$$

$$K = \frac{NISB\cos\grave{\theta}}{\grave{\theta}}$$

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

$$= 96\sqrt{3} \times 10^{-7} m.Nrad^{-1}$$

مسألة $\frac{4}{103}$:

دولاب بارلو قطره 20cm يمرر فيه تيار كهربائي متواصل I ويخضع نصف القرص السفلي لحقل مغناطيسي أفقي منتظم عمودي على مستوي الدولاب الشاقولي شدته $B = 10^{-2}T$ فيتأثر الدولاب بقوة كهرطيسية شدتها $F = 4 \times 10^{-2}N$

المطلوب:

١. بيّن بالرسم جهة كل من $(I\vec{r}, \vec{B}, \vec{F})$

٢. احسب شدة التيار المار في الدولاب.

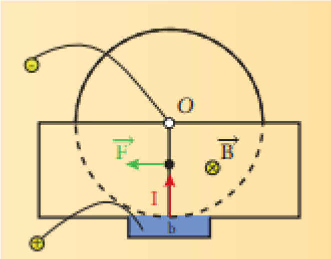
٣. احسب عزم القوة الكهرطيسية المؤثرة في الدولاب.

٤. احسب قيمة الكتلة الواجب تعليقها على طرف نصف القطر الأفقي للدولاب لمنعه عن الدوران.

$$2r = 20cm \Longrightarrow r = 10cm = 0.1m$$

$$B = 10^{-2}\mathrm{T} \quad ، \quad F = 4 \times 10^{-2}N$$

الحل:



① :

$$F = IrBsin\theta$$

$$sin\theta = 1 \Longrightarrow F = IrB \Longrightarrow I = \frac{F}{r.B}$$

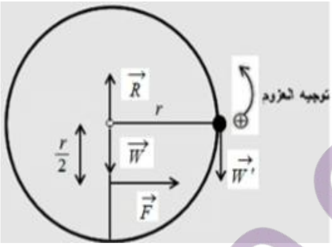
$$\Longrightarrow I = \frac{4 \times 10^{-2}}{10^{-1} \times 10^{-2}} = 40A$$

② :

$$\Gamma_{\vec{F}/\Delta} = \frac{r}{2} \times F$$

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

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



③ :

- حساب الكتله الواجب تعليقها على طرف نصف القطر الافقي لمنع الدولاب من الدوران :

القوى الخارجية المؤثره :

- ثقل الدولاب $\vec{w}$ القوه الكهرطيسية $\vec{F}$

- رد فعل محور الدوران $\vec{R}$ ،- ثقل الكتلة المعلقة $\overrightarrow{W`}$

- شرط التوازن الدوراني: $\sum \Gamma_{\vec{F}/\Delta} = 0$

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

نختار جهة موجبة للدوران جهة معاكسة لدوران عقارب الساعة

عزوم $\bar{\Gamma}_{\vec{W}/\Delta} = \bar{\Gamma}_{\vec{R}/\Delta} = 0$

حواملها تلاقي محور الدوران

$$-r \times m`.g + \frac{r}{2} \times F = 0$$

$$\frac{F}{2} = mg \Longrightarrow \grave{m} = \frac{F}{2g}$$

$$\grave{m} = \frac{4\times10^{-2}}{2\times10} = 2 \times 10^{-3} kg$$

مسألة (15) عامة

إطار مربع الشكل مساحة سطحه $s = 25cm^2$ يحوي 50 لفة من سلك نحاسي معزول نعلقه بسلك رفيع عديم الفتل وفق محوره الشاقولي ونخضعه لحقل مغناطيسي منتظم خطوطه أفقية $B = 10^{-2}T$ بحيث يكون مستوي الإطار يوازي منحى الحقل $\vec{B}$ عند مرور تيار نمرر في الإطار تياراً كهربائياً شدته $I = 5A$ المطلوب:

① :احسب شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة في كل من الضلعين الشاقوليين لحظة مرور التيار.

② :احسب عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الإطار لحظة إمرار التيار السابق.

③ :احسب عمل المزدوجة الكهرطيسية عندما ينتقل الإطار من وضعه السابق إلى وضع التوازن المستقر.

④ :نستبدل سلك التعليق بسلك فتل ثابت فتله k لنشكل مقياساً غلفانياً ونمرر في الإطار تياراً كهربائياً شدته $2mA$ فيدور الإطار بزاوية $0.02rad$ ويتوازن. استنتج بالرموز علاقة ثابت فتل السلك k واحسب قيمته ثم احسب قيمة ثابت المقياس الغلفاني G

⑤ :نزيد حساسية المقياس 10 مرات من أجل التيار نفسه احسب ثابت فتل السلك التعليق بالوضع الجديد. (يهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي).

الحل:

$$S = 25cm^2 = 25 \times 10^{-4}m^2$$

$N = 50$ لفة ، $B = 10^{-2}\ T$ ، $I = 5A$

خطوط الحقل توازي مستوي الملف $= \frac{\pi}{2}rad$

1) $F = NILBsin\,\theta$

$$= 50 \times 5 \times 5 \times 10^{-2} \times 10^{-2} \times 1$$

$$F = 125 \times 10^{-3}N$$

2) $\Gamma = NISBsin\,\alpha$

$$= 50 \times 5 \times 25 \times 10^{-4} \times 10^{-2} \times 1$$

$$= 625 \times 10^{-5}m.N$$

حيث $= \frac{\pi}{2}rad$ في لحظة إمرار التيار

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

$$W = INSB[cos\alpha_2 - cos\alpha_1]$$

$\alpha_1 = \frac{\pi}{2}$ وضع بدائي

$\alpha_2 = 0$ وضع التوازن المستقر

$$W = 50 \times 5 \times 25 \times 10^{-4} \times 10^{-2}[1 - 0]$$

$$W = 625 \times 10^{-5}\ \mathrm{J}$$

4) $I = 2mA = 2 \times 10^{-3}\ A$

$$= 0.02rad$$

استنتج k:

$\Sigma\Gamma = 0$ توازن دوراني

$$\Gamma_\Delta + \Gamma_{\vec{\eta}/\Delta} = 0$$

$$NISBsin\alpha - K\grave{\theta} = 0$$

$$+ \grave{\theta} = \frac{\pi}{2}$$

$$\sin\alpha = \cos\grave{\theta}$$

$$NISB\cos\grave{\theta} = K\grave{\theta}$$

$\cos\grave{\theta} = 1$ بما أن $\grave{\theta}$ صغيرة

$$NISB = K\grave{\theta}$$

$$K = \frac{NISB}{\grave{\theta}}$$

$$= \frac{50 \times 2 \times 10^{-3} \times 25 \times 10^{-4} \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-2}}$$

$$K = 125 \times 10^{-6}m.Nrad^{-1}$$

حساب G:

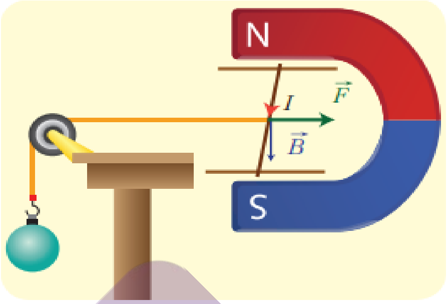
$$G = \frac{\grave{\theta}}{I} = \frac{2 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-3}} = 10rad.A^{-1}$$

5) $$\left.\begin{aligned} G &= \frac{NSB}{K} \\ \grave{G} &= \frac{NSB}{\grave{K}} \end{aligned}\right\} \Longrightarrow \frac{G}{\grave{G}} = \frac{\grave{K}}{K}$$

$$\Longrightarrow \frac{G}{10G} = \frac{\grave{K}}{K} \Longrightarrow \grave{K} = \frac{K}{10}$$

$$\Longrightarrow \grave{K} = 125 \times 10^{-7}m.N.rad^{-1}$$

مسألة $\frac{12}{273}$ عامة :



في الشكل المجاور تستند ساق نحاسية طولها *10cm* وكتلتها *20g* على سكتين نحاسيتين أفقيتين وتخضع بكاملها لحقل مغناطيسي منتظم شاقولي شدته $B = 8 \times 10^{-2}T$ ويمر فيها تيار كهربائي متواصل شدته $25A$ وللحفاظ على توازن هذه الساق نعلق في مركز ثقلها خيطاً لا يمتط كتلته مهملة مربوط بكتلة،

المطلوب:

١. احسب كتلة الجسم المعلق.
٢. احسب شدة قوة رد فعل السكتين على الساق.

الحل:

(1 - دراسة الكتلة المعلقة:

القوى الخارجية المؤثرة على الكتلة:

- $\vec{w}$ ثقل الكتلة.
- $\vec{T}$ توتر السلك.

الكتلة ساكنة $\Sigma\vec{F} = \vec{0}$

$$\vec{w} + \vec{T} = \vec{0}$$

بالإسقاط على محور شاقولي موجه نحو الأسفل:

$$\grave{w} - T = 0 \Longrightarrow \boxed{\grave{w} = T} \quad ①$$

- دراسة الساق:

القوى الخارجية المؤثرة على الساق:

$\vec{w}$ ثقل الساق.

$\vec{T}$ توتر السلك.

$\vec{F}$ قوة لا بلاس.

$\vec{R}$ رد فعل السكتين

الساق ساكنة: $\Sigma\vec{F} = \vec{0}$

$$\vec{w} + \vec{F} + \vec{T} + \vec{R} = \vec{0}$$

بالإسقاط على محور أفقي موازٍ للسكتين وبجهة $\vec{F}$:

$$0 + F + 0 - T = 0$$

$$\Longrightarrow \boxed{F = T} \quad ②$$

من و نجد:

$$F = \grave{w}$$

$$I\,L\,B\,\sin\theta = \grave{m}g$$

$$\grave{m} = \frac{I\,L\,B\,\sin\theta}{g}$$

$$= \frac{25 \times 10^{-1} \times 8 \times 10^{-2} \times 1}{10}$$

$$= 2 \times 10^{-2}\,kg$$

(2 حساب R:

$$\vec{w} + \vec{T} + \vec{R} + \vec{F} = \vec{0}$$

بالإسقاط على محور شاقولي موجه نحو الأسفل:

$$w + 0 - R + 0 = 0$$

$$w = R \;\Longrightarrow R = mg = 2 \times 10^{-1}\,N$$

مسألة $\frac{16}{274}$ عامة:

ملف مستطيل مساحته *200cm2* يتكون من *100* لفة يمر فيه تيار شدته 3A وضع في حقل مغناطيسي منتظم شدته $(0.1\,T)$ والمطلوب :

احسب عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة عليه عندما يكون مستوي الملف يصنع زاوية *60°* مع خطوط الحقل المغناطيسي.

الحل:

$$S = 200cm^2 = 200 \times 10^{-4}m^2$$

$$S = 2 \times 10^{-2}m^2$$

$$I = 3A \quad ، \quad B = 0.1T$$

مستوي الملف يصنع زاوية 60° مع خطوط الحقل ⟸

$$\alpha = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{6}rad$$

$$\Gamma_\Delta = NISB\sin\alpha$$

$$\Gamma_\Delta = 100 \times 3 \times 2 \times 10^{-2} \times 10^{-1} \times \frac{1}{2}$$

$$\Gamma_\Delta = 3 \times 10^{-1}m.N$$

مسألة $\frac{14}{274}$ عامة:

نخضع إلكتروناً يتحرك بسرعة $8 \times 10^3 Km.s^{-1}$ إلى تأثير حقل مغناطيسي منتظم ناظمي على شعاع سرعته شدته $B = 5 \times 10^{-3}$ T

المطلوب:

1. وازن بالحساب بين شدة ثقل الالكترون وشدة القوة المغناطيسية المؤثرة فيه. ماذا تستنتج؟

2. برهن أن حركة الإلكترون ضمن المنطقة التي يسودها الحقل المغناطيسي هي حركة دائرية منتظمة، ثم استنتج العلاقة المحددة لنصف قطر المسار الدائري، واحسب قيمته.

3. احسب دور الحركة.

$$(e = 1.6 \times 10^{-19} C \ , m_e = 9 \times 10^{-31} kg$$

$$, g = 10 m.s^{-2})$$

الحل:

$$v = 8 \times 10^3 km.s^{-1} = 8 \times 10^6 m.s^{-1}$$

$B = 5 \times 10^{-3}$ T ، $\vec{v} \perp \vec{B}$

1) $w_e = m_e g = 9 \times 10^{-31} \times 10 = 9 \times 10^{-30} N$

$$F = evB sin(\vec{v} \hat{,} \vec{B})$$

$$F = 16 \times 10^{-20} \times 8 \times 10^6 \times 5 \times 10^{-3} \times 1$$

$$F = 64 \times 10^{-16} N$$

$F \gg w_e$ نلاحظ أن شدة القوة المغناطيسية أكبر بكثير من شدة الثقل.

لذلك تهمل قوة الثقل أمام القوة المغناطيسية.

2) القوى الخارجية: $\vec{F}$ قوة لورنز

حيث $\vec{F} = e\, \vec{v} \wedge \vec{B}$

بإهمال ثقل الالكترون:

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

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

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

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

حسب خواص الجداء الشعاعي $\vec{a} \perp \vec{v}$

$$\Rightarrow a = a_c = \frac{v^2}{r}$$

$$evB \sin\theta = m_e a_c$$

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

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

بما أن $\left[\begin{matrix} r = const \\ a = a_c \end{matrix}\right. \Rightarrow$ الحركة دائرية منتظمة]

فعلاقة نصف القطر: $r = \frac{m_e v}{eB}$

$$r = \frac{mv}{eB} = \frac{9 \times 10^{-31} \times 8 \times 10^6}{16 \times 10^{-20} \times 5 \times 10^{-3}}$$

$$r = 9 \times 10^{-3} m$$

3) $T = \frac{2\pi\, m_e}{eB}$

$$= \frac{2\pi \times 9 \times 10^{-31}}{16 \times 10^{-20} \times 5 \times 10^{-3}} = \frac{18\pi \times 10^{-31}}{80 \times 1^{-23}}$$

$$T = \frac{18\pi}{80} \times 10^{-8}$$

$$T = \frac{18\pi}{8} \times 10^{-9} \ (s)$$

سما المجد التعليمية

((تدريبات خارجية))

مسألة خارجية (١): في تجربة دولاب بارلو المؤلف من قرص نحاسي شاقولي قطره $(10cm)$ تخضع نصفه السفلي لحقل مغناطيسي منتظم خطوطه أفقية تعامد مستوي القرص شدته (B) نمرر تيار متواصل شدته $(12A)$. فإذا كان عزم هذه القوة الكهرطيسية بالنسبة لمحور الدوران $75 \times 10^{-4} m.N$ والمطلوب حساب شدة الحقل المغناطيسي المؤثر في الدولاب

مسألة خارجية (٢) أقرأ النص الآتي واجب عن الأسئلة المرافقة :اطار مربع الشكل مساحة سطحه $S = 16\ Cm^2$ يحوي (١٠٠) لفة نعلقه بسلك رفيع عديم الفتل وفق محوره الشاقولي ونخضعه لحقل مغناطيسي منتظم خطوطه افقية شدته $B = 10^{-2}T$ بحيث يكون مستوى الاطار يوازي خطوط الحقل قبل امرار التيار نمرر تياراً شدته $I = 4A$ في الاطار والمطلوب:

١ -حساب شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة في كل من الضلعين الشاقوليين لحظة مرور التيار .

٢ - حساب عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الاطار السابق لحظة امرار التيار .

٣ – حساب عمل المزدوجة الكهرطيسية عندما ينتقل الاطار من وضعه السابق الى وضع يصنع فيه مستوي الاطار زاوية $\frac{\pi}{6} rad$ مع خطوط الحقل .

سما المجد التعليمية