سلاسل المنجد - دروس و تمارين

2AS

الشعب العلمية و الرياضية

السلسلة 2-09-1

علوم فيزيائية

مقاربة الأفعال المتبادلة الكهرومغناطيسية

عرض نظري و تمارين

يمكن تحميل نسخة من هذا الملف من الموقع :
www.sites.google.com/site/faresfergani

للمزيد (عرض نظري مفصل – تمارين – فيديوهات .....)
يرجى زيارتنا على صفحة الوحدة في الموقع الإلكتروني

لكي يصلك جديد الموقع تابع صفحة الفايسبوك التالية :
الأستاذ فرقاني فارس أستاذ العلوم الفيزيائية Fergani Fares

الأستاذ فرقاني فارس
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم - الخروب - قسنطينة
fares_fergani@yahoo.fr

الإصدار : أفريل/2022

العلوم الفيزيائية

الأفعال المتبادلة الكهرومغناطيسية

إعداد الأستاذ فرقاني فارس
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم - الخروب - قسنطينة
www.sites.google.com/site/faresfergani

****

السلسلة 2 –09– 01

عرض نظري و تمارين

1- القوة الكهرومغناطيسية - قانون لابلاص

• القوة الكهرومغناطيسية :

- عندما يمر تيار كهربائي في ناقل مستقيم مغمور في حقل مغناطيسي يخضع هذا الناقل لقوة تسمى القوة الكهرومغناطيسية ، و التي تتميز بالخصائص التالية :

نقطة التطبيق : منتصف الناقل المستقيم .

الحامل : عمودي على الناقل المستقيم .

الجهة : تحدد بعدة قواعد نذكر منها قاعدة الأصابع الثلاثة لليد اليمنى كما مبين في الشكل التالي :

الشدة : تتعلق بشدة الحقل المغناطيسي و طول الناقل المغمور في الحقل المغناطيسي و شدة التيار الكهربائي المار بالناقل ، فهي حسب قانون لابلاص تعطى بالعبارة التالية :

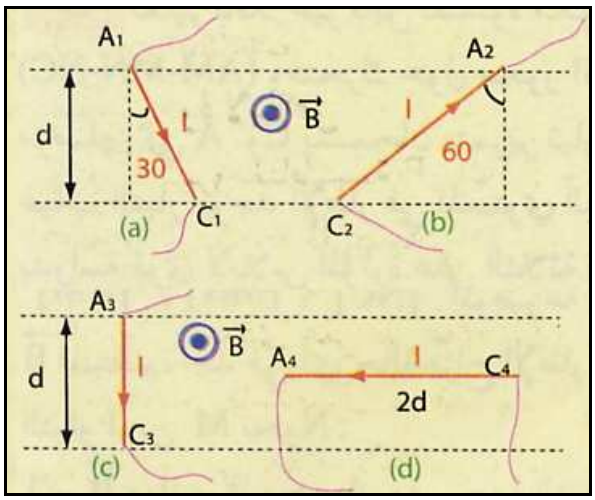
$$F = B\,I\,L\,\sin\theta$$

حيث :

- F : القوة الكهرومغناطيسية ، تقدر بالنيوتن N .
- I : شدة التيار الكهربائي ، تقدر بالأمبير A .
- L : طول الجزء من الناقل المغمور داخل الحقل المغناطيسي ، يقدر بالمتر m .
- θ : الزاوية المحصورة بين الناقل الموجه في اتجاه التيار و الحقل B ، تقدر بالراديان rad .

التمرين (1) : (التمرين : 001 في بنك التمارين على الموقع) (*)

لدينا مجموعة من الأسلاك الناقلة AiCi موضوعة في حقل مغناطيسي منتظم B موجه من خلف الورقة نحو أمامها (عموديا على مستوى الورقة) .

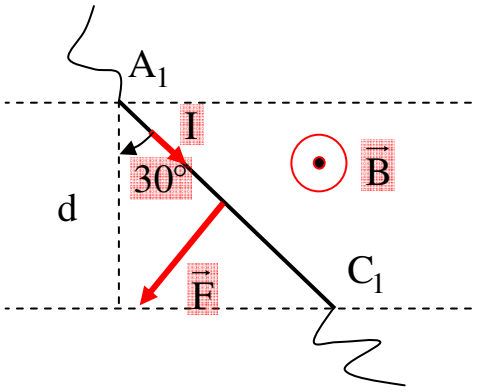


أرسم في كل سلك شعاع القوة الكهرومغناطيسية المطبقة ، أحسب شدتها عند كل سلك إذا كان : d = 20 cm و I = 5 A و B = 40 mT .

الأجوبة :

1- تمثيل شعاع القوة و حساب شدتها :

الحالة (a) :



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

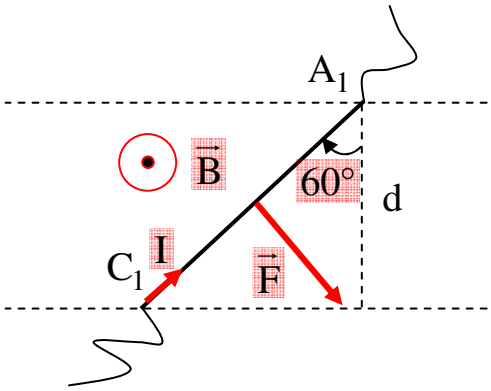
$$\theta = 90 \rightarrow \sin\theta = 1 \quad (\vec{B} \perp I)$$

$$\cos 30° = \frac{d}{L} \rightarrow L = \frac{d}{\cos 30°}$$

ومنه يصبح :

$$F = B\,I\,\frac{d}{\cos 30°} \rightarrow F = 40 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot \frac{0.2}{\cos 30°} = 4.6 \cdot 10^{-2}\ N$$

الحالة (b) :



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

$$\theta = 90 \rightarrow \sin\theta = 1 \quad (\vec{B} \perp I)$$

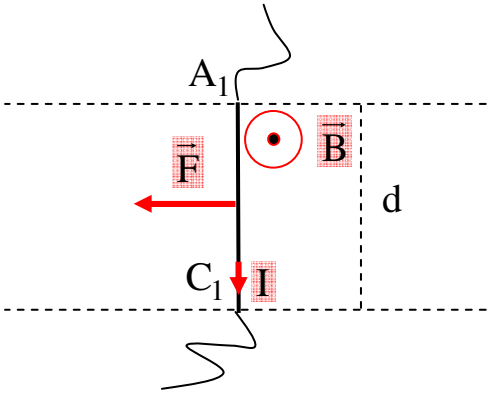
$$\cos 60° = \frac{d}{L} \rightarrow L = \frac{d}{\cos 60°}$$

و منه يصبح :

$$F = B\,I\,\frac{d}{\cos 60°}$$

$$F = 40 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot \frac{0.2}{\cos 60°} = 8.0 \cdot 10^{-2}\ N$$

الحالة (c) :



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

$\theta = 90 \rightarrow \sin\theta = 1 \quad (\vec{B} \perp I)$

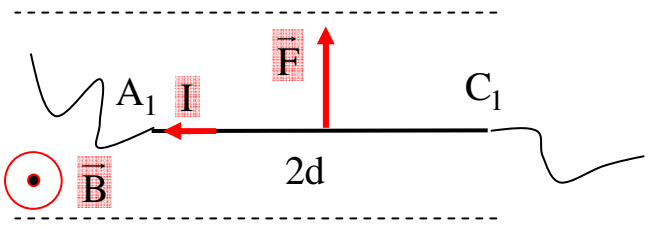
$L = d$

و منه يصبح :

$F = B\ I\ d$

$F = 40 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 0.2 = 4.0 \cdot 10^{-2}\ N$

الحالة (d) :



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

$\theta = 90 \rightarrow \sin\theta = 1 \quad (\vec{B} \perp I)$

$L = 2d$

و منه يصبح :

$F = 2\ B\ I\ d$

$F = 2 \cdot 40 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 0.2 = 8.0 \cdot 10^{-2}\ N$

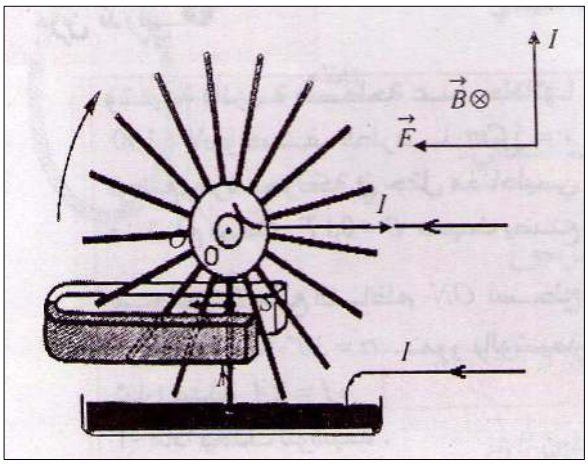
2- الربط الكهرومكانيكي

• تعريف الربط الكهروميكانيكي :

عندما توضع دارة كهربائية (محرك كهربائي ، منوب ، مكبر صوت) ، يجتازها تيار كهربائي ، في حقل مغناطيسي منتظم ، فإنها تخضع لفعل قوة كهرومغناطيسية تؤدي إلى :

- تدوير محرك كهربائي .
- تدوير منوب .
- اهتزاز غشاء مكبر الصوت .

• مبدأ المحرك الكهربائي (دولاب بارلو) :

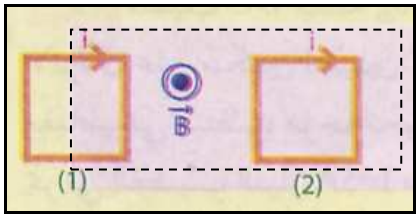


- يتكون دولاب بارلو من قرص نحاسي خفيف قابل للدوران حول محور مار من مركزه (o) نجعله يلامس بأسفله زئبقا و هو موضوع بين فكي مغناطيس .
- عند إمرار تيار كهربائي بالدارة يدور الدولاب حول محوره نتيجة قوة لابلاص المؤثرة عليه في جهة معينة ، و يمكن تفسير الدوران بخضوع جزء من القرص إلى قوة كهرومغناطيسية $\vec{F}$ تكون نقطة تطبيقها في منتصف الجزء المغمور من القرص النحاسي في الحقل المغناطيسي ، و نتيجة الدوران يبتعد هذ الجزء من القطر ليحل محله جزء آخر و هكذا يستمر الدوران .

3- تمارين متنوعة

التمرين (2) : (التمرين : 002 في بنك التمارين على الموقع) (**)

نلف سلكا ناقلا حول إطار مربع الشكل ضلعه $a = 2\ cm$. نمرر في السلك تيار شدته $I = 5\ A$. نضع هذا الإطار في وضعين مختلفين داخل المنطقة الملونة من الشكل و التي يوجد فيها حقلا مغناطيسيا شدته $B = 10\ mT$ متجه نحو الأمام كما في الشكل التالي :

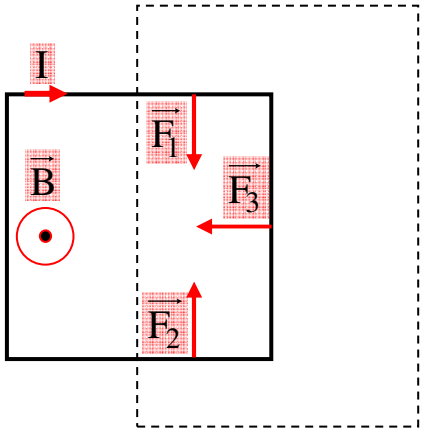


- مثل ثم أكتب بدلالة B ، I ، a شدة القوى الكهرومغناطيسية المؤثرة على الإطار ، ثم أحسب شدة القوة المحصلة للقوى المؤثرة على الإطار في كل من الوضعين (1) ، (2) (خارج هذه المنطقة الملونة نعتبر الحقل المغناطيسي معدوم)

الأجوبة :

تمثيل و حساب شدة القوى :

الحالة (1) :



$$F_1 = B \cdot I \cdot L \cdot \sin\theta = B \cdot I \cdot \frac{a}{2} = 10 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot \frac{0.02}{2} = 5 \cdot 10^{-4}\ T = 0.5\ mT$$

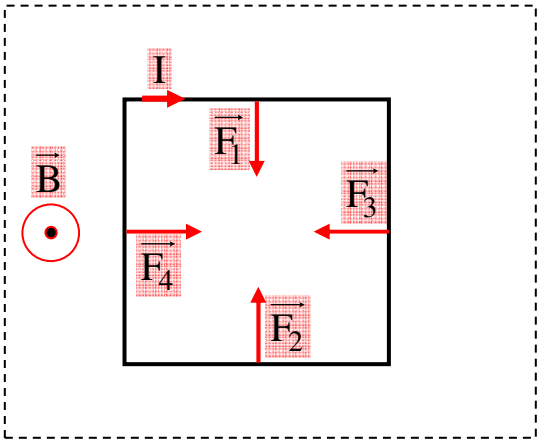
$$F_2 = B \cdot I \cdot L \cdot \sin\theta = B \cdot I \cdot \frac{a}{2} = 10 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot \frac{0.02}{2} = 5 \cdot 10^{-4}\ T = 0.5\ mT$$

$$F_3 = B \cdot I \cdot L \cdot \sin\theta = B \cdot I \cdot a = 10 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 0.02 = 10^{-3}\ T = 1\ mT$$

كون أن $\vec{F}_1$ ، $\vec{F}_2$ لهما نفس الشدة و متعاكسين في الاتجاه يكون $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$ و عليه فإن محصلة القوى المؤثرة على الإطار منطبقة على $\vec{F}_3$ و منه يكون :

$$F = F_3 = 10^{-3}\ T = 1\ mT$$

الحالة (2) :



نلاحظ أن $\vec{F}_1$ ، $\vec{F}_2$ لهما نفس الشدة و متعاكسين في الاتجاه ، كذلك الأمر بالنسبة لـ $\vec{F}_3$ ، $\vec{F}_4$ ومنه نستنتج أن محصلة القوى المؤثرة على الإطار تكون معدومة أي : $F = 0$

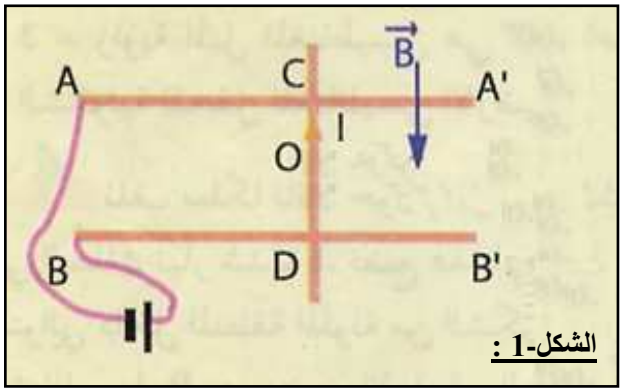
التمرين (3) : (التمرين : 003 في بنك التمارين على الموقع) (**)

قضيب مغناطيسي DC كتلته M و طوله $DC = L = 8cm$ يمكنه الإنزلاق على سكتين أفقيتين AA' و BB' و موضوع في حقل مغناطيسي منتظم ، موجه نحو الأسفل ، شدته $B = 500mT$. يمر في القضيب تيار شدته $I = 5A$ من D إلى C (الشكل-1) . نأخذ في كل التمرين $g = 10\ N/Kg$.

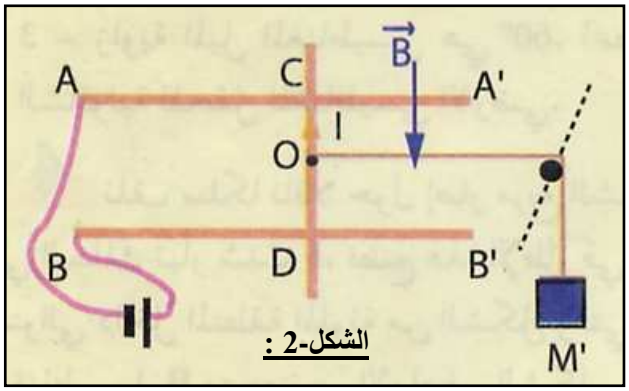
1- مثل القوة الكهرومغناطيسية $\vec{F}_1$ المؤثرة على القضيب DC ، و أحسب شدتها .

2- هل يمكن للقضيب أن يكون متوازنا في هذه الظروف ؟ علل .

3- ما هي شدة القوة $\vec{F}_2$ الموازية للسكتين اللازم تطبيقها في O منتصف DC ليبقى القضيب متوازنا ؟



الشكل-1 :

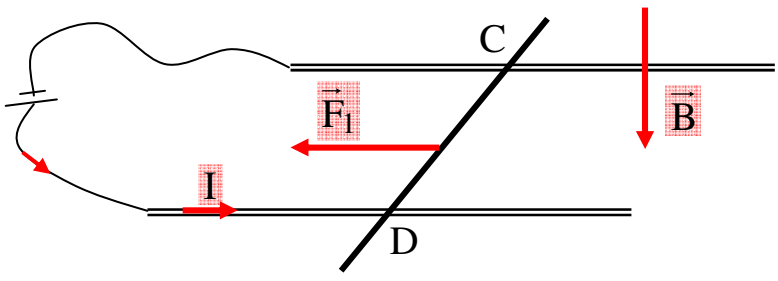


الشكل-2 :

4- نربط في O خيط مهمل الكتلة و عديم الإمتطاط يمر على محز بكرة خفيفة و في طرفه الثاني نعلق جسم كتلته $M' = 15g$ (الشكل-2) . هل يتوازن في هذه الحالة ؟ حدد جهة حركته إذا لم يتوازن .

الأجوبة :

1- تمثيل القوة الكهرومغناطيسية $\vec{F}_1$:



حساب شدتها :

$F_1 = B\ I\ (DC)\ \sin\theta$
$\theta = 90° \rightarrow \sin\theta = 1$
$F_1 = 0.5\ .\ 5\ .\ 0.08 = 0.2\ N$

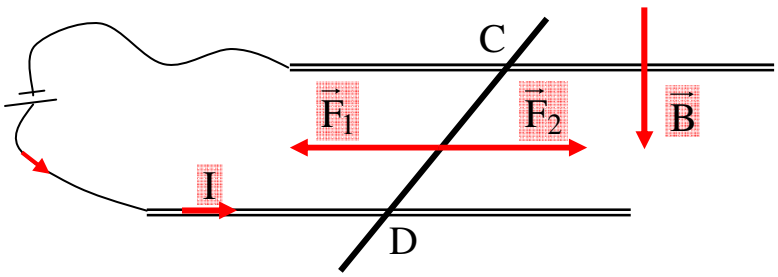
2- امكانية توازن القضيب :

إذا تحرك القضيب المغناطيسي (DC) فإنه يتحرك وفق منحى يوازي السكتين ، و يعاكس القوة $\vec{F}_1$ في الجهة كما يكون لهما نفس المنحى و الجهة و الشدة و عليه :

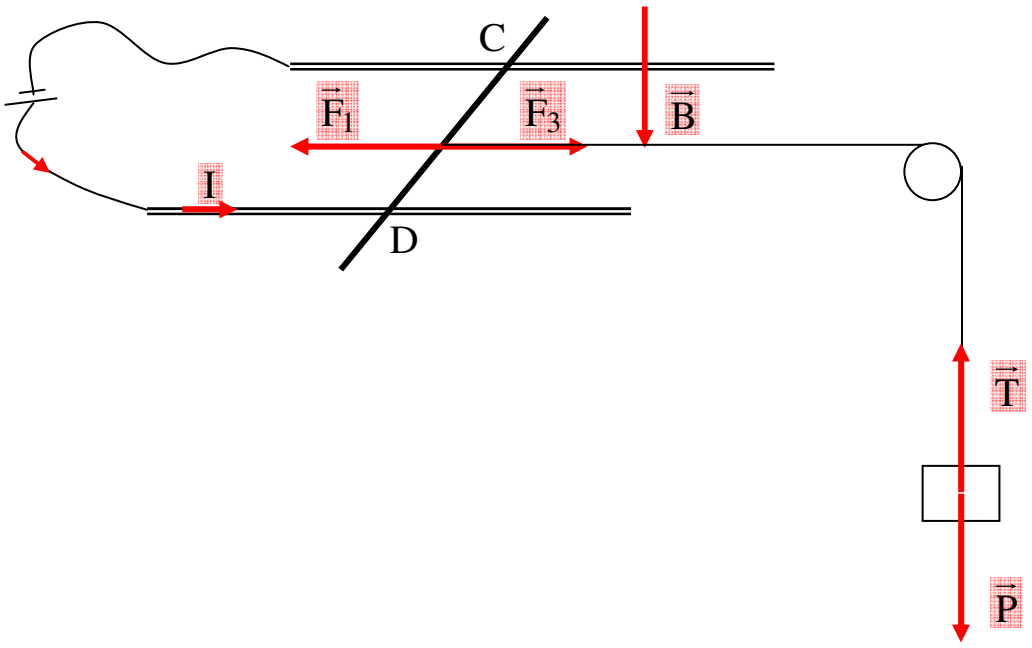
3- شدة القوة $\vec{F}_2$ اللازم تطبيقها ليبقى القضيب متوازنا :

لكي يبقى القضيب (DC) متوازنا يجب تطبيق قوة $\vec{F}_2$ موازية للسكتين بحيث تكون هذه القوة مع القوة $\vec{F}_1$ الكهرومغناطيسية و المذكورة سابقا لهما نفس المنحى و الجهة و الشدة أي :

$F_2 = F_1 = 0.2\ N$



4- امكانية توازن القضيب :



- الخيط مهمل الكتلة و عديم الامتطاط لذا يكون :

$T = F_3$ ..... (1)

- لكي يتوازن الجسم (M) يجب أن يتحقق :

$P = T$ ..... (2)

من (1) ، (2) :

$F_3 = P = M'g$
$F_3 = 0.015\ .\ 10 = 0.15\ N$

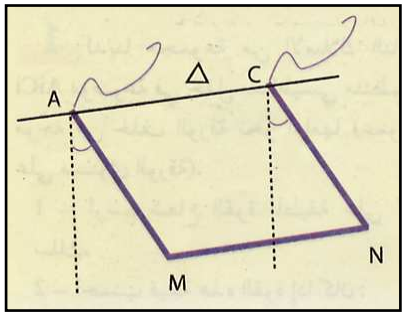
يكون القضيب متوازنا إذا كان $F_3 = F_2$ و حيث أن $F_3 < F_2$ فالقضيب المغناطيسي DC لا يمكنه التوازن في هذه الحالة .

جهة حركة القضيب :

يتحرك القضيب في جهة القوة ذات الشدة الأكبر و بما أن $F_1 > F_3$ فإن القضيب المغناطيسي (DC) يتحرك في جهة $\vec{F}_1$ أي في جهة صعود الجسم (M') .

التمرين (4) : (التمرين : 004 في بنك التمارين على الموقع) (**)

نعتبر ناقلا قابل للتشوه مكون من ثلاث فروع (AM-MN-NC) و يتحرك حول محور أفقي Δ ، يوجد سلكين رقيقين موصولين في A و C يسمحان بتمرير تيار من M نحو N ، في غياب التيار يوجد الإطار في المستوي الشاقولي المار من Δ .



- أدرس إمكانية انزياح الإطار عن توازنه عند مرور التيار I من M نحو N في الحالات التالية :

أ/ $\vec{B}$ موازي للمحور Δ و في جهة التيار .

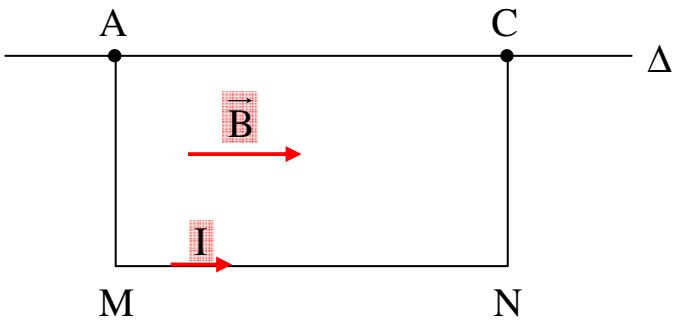
ب/ $\vec{B}$ عمودي على المستوي الشاقولي المار من Δ .

جـ/ $\vec{B}$ شاقولي و موجه من الأسفل إلى الأعلى .

الأجوبة :

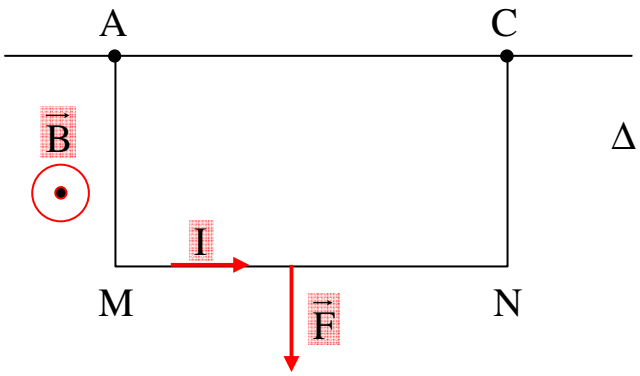
الحالة التي ينزاح فيها الإطار على وضع توازنه :

الحالة (أ) :



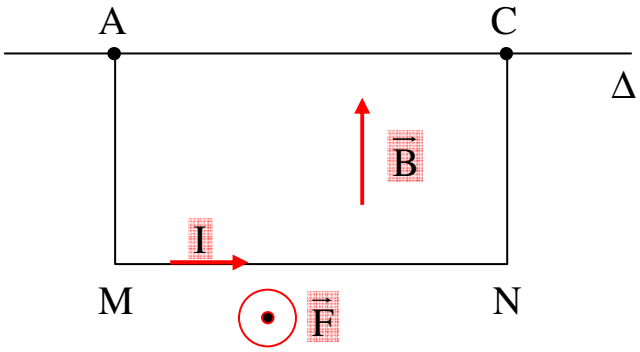
في هذه الحالة $\vec{B}$ يوازي I و عليه لا توجد قوة كهرومغناطيسية أصلا ($\theta = 0 \rightarrow \sin\theta = 0$) و منه الإطار لا ينزاح عند وضع توازنه في هذه الحالة .

الحالة (ب) :



في هذه الحالة تكون القوة الكهرومغناطيسية $\vec{F}$ محمولة على الإطار (موازية له) فلا يمكنها ازاحة الإطار .

الحالة (جـ) :



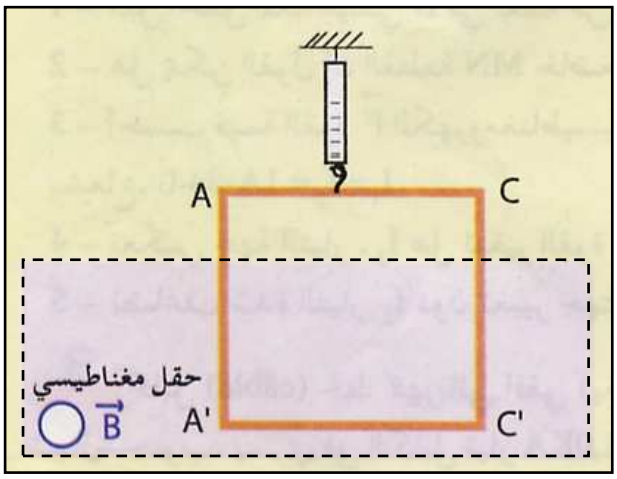
في هذه الحالة تكون القوة الكهرومغناطيسية $\vec{F}$ عمودية على الإطار و بالتالي الإطار ينزاح في جهة هذه القوة .

التمرين (5) : (التمرين : 005 في بنك التمارين على الموقع) (**)

إطار مستطيل يحتوي على 1000 لفة من سلك ناقل ، معلق في ربيعة مدرجة من 0.0 إلى 5.0N . عرض الإطار $AC = 4.0cm$ و علوه $AA' = 12\ cm$.

جزء من هذا الإطار مغمور بين فكي مغناطيس على شكل U حيث الحقل $\vec{B}$ عمودي على مستوي الشكل ، نهمل الحقل المغناطيسي الأرضي .

عند تمرير تيار $I = 0.5A$ من A' إلى C' تتغير إشارة الربيعة من 2.4N إلى 2.7N .



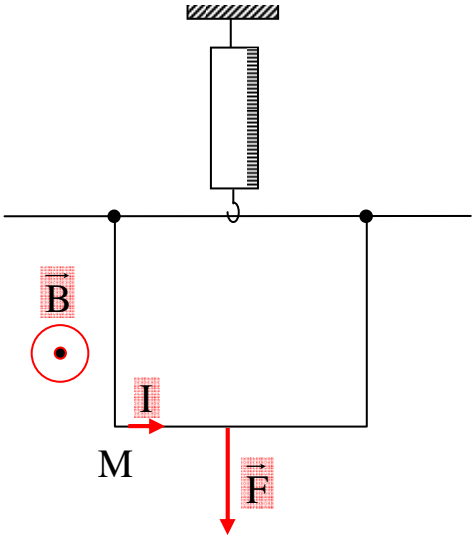
1- إشرح لماذا تزداد القيمة المعطاة في الربيعة .
2- عين جهة $\vec{B}$.
3- ماذا تمثل إشارة الربيعة قبل مرور التيار و ماذا يمثل التغير في القيمتين عند مرور التيار .
4- أحسب شدة الحقل المغناطيسي بين فكي المغناطيس و كذلك كتلة الإطار . يعطى : $g = 10\ N/kg$.
5- ما هي إشارة الربيعة لو نغير جهة التيار ؟

الأجوبة :

1- سبب ازدياد القيمة المعطاة في الربيعة هو نشوء قوة باتجاه الأسفل (جهة تزايد قيمة الربيعة) هذه القوة تتمثل في القوة الكهرومغناطيسية الناتجة عن مرور التيار الكهربائي في الإطار .

2- جهة $\vec{B}$:

3- تمثل إشارة الربيعة قبل إمرار التيار الكهربائي قيمة الثقل $(P = 2.4\ N)$ و لولا الثقل لأشارت الربيعة إلى الصفر .



- التغيير في القيمة التي تشير إليها الربيعة يمثل شدة القوة الكهرومغناطيسية أي :

$$F = 2.7 - 2.4 = 0.3\ N$$

4- شدة الحقل المغناطيسي بين فكي المغناطيس :

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

و حيث أن :

$$\theta = 90° \rightarrow \sin\theta = 1 \quad (\vec{B} \perp I)$$
$$L = A'C' = AC = 4\ cm = 0.04\ m$$

يصبح :

$$F = B\ I\ (AC) \rightarrow B = \frac{F}{I.(AC)} \rightarrow B = \frac{0.3}{0.5\,.\,0.04} = 15\ T$$

كتلة الإطار :

$$P = m\,g \rightarrow m = \frac{P}{g} \rightarrow m = \frac{2.4}{10} = 0.24\ kg = 240\ g$$

5- إشارة الربيعة عند تغيير جهة التيار :

عندما يكون التيار الكهربائي مقطوع تشير الربيعة إلى القيمة (2.4N) و عند تغيير جهة التيار تعكس جهة $\vec{F}$ (القوة الكهرومغناطيسية) لتنقص إشارة الربيعة بمقدار شدة القوة الكهرومغناطيسية السابقة ذات الشدة (0.3N) لتصبح : (2.4 – 0.3 = 2.1) . إذن إشارة الربيعة عند تغيير جهة التيار هي 2.1 N .

** الأستاذ : فرقاني فارس **
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم
الخروب - قسنطينة
Fares_Fergani@yahoo.Fr

نرجو إبلاغنا عن طريق البريد الإلكتروني بأي خلل في الدروس أو التمارين و حلولها .
وشكرا مسبقا

لتحميل نسخة من هذا الملف و للمزيد . أدخل موقع الأستاذ :

www.sites.google.com/site/faresfergani