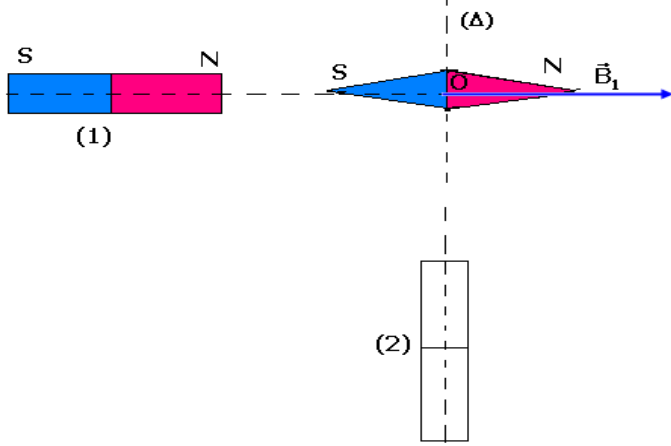


تمارين حول المغنطيسية

تمرين 1

نضع إبرة ممغنطة ، بحيث يكون مركزها O على محور قضيب مغنطيسي (1) ، فنلاحظ أنها تتوجه على هذا المحور حسب متجهة المجال \vec{B}_1 شدتها $B_1=5.10^{-3}T$.



عند وضع قضيب مغنطيسي (2) ، كما يبين الشكل أسفله ، تنحرف الإبرة بزاوية $\theta=25^\circ$ في منحنى دوران عقارب الساعة .

1 - عين مميزات المتجهة \vec{B}_2 ، الممثلة للمجال المغنطيسي الذي يحدثه المغنطيس (2) في النقطة O ووضح قطبية المغنطيس (2) .

2 - أحسب قيمة الزاوية α التي يجب أن ندير بها المحور (A) للمغنطيس (2) ، حول O ، لتتخذ الزاوية θ القيمة $\theta'=20^\circ$ ، ووضح منحنى هذا الدوران .

تمرين 2

نضع في نقطة من المجال المغنطيسي الأرضي إبرة ممغنطة تدور حول محور رأسي يمر بمركزها O .

1 - نضيف إلى المجال المغنطيسي الأرضي المجال الذي يحدثه مغنطيس مستقيمي بحيث يمر من النقطة O محوره (A) ، الأفقي والعمودي على الاتجاه البدئي للإبرة الممغنطة (أنظر الشكل) .

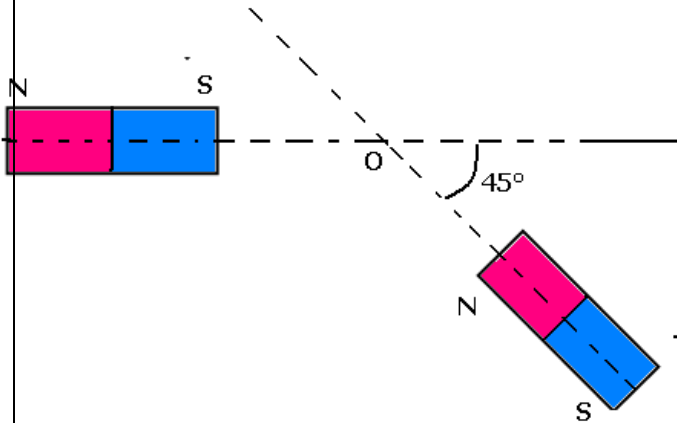
عندما يوجد القطب الشمالي N للمغنطيس المستقيمي على مسافة d من النقطة O ، تدور الإبرة بزاوية 60° .

أ - في أي منحنى تدور الإبرة ؟
ب - أعط الشدة B للمجال المغنطيسي الذي يحدثه المغنطيس في النقطة O .
نعطي $B_H=2.10^{-5}T$.

2 - ندير بعد ذلك المحور (A) للمغنطيس ، في المستوى الأفقي ، بزاوية $\theta=60^\circ$ بحيث يبقى القطب N على نفس المسافة d من النقطة O . ما الزاوية التي تدور بها الإبرة الممغنطة ؟

تمرين 3

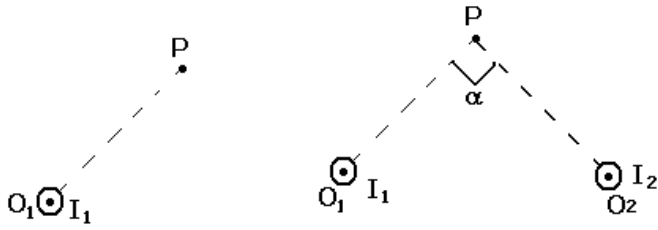
نضع مغنطيسين مستقيمين مماثلين (A) و (B) كما يبين الشكل أسفله بحيث توجد النقطة O على نفس المسافة من المغنطيسين .
علما أن شدة المجال المغنطيسي الذي يحدثه كل مغنطيس في النقطة O هو $B_A=B_B=B_0=20mT$.



حدد مميزات المتجهة \vec{B} للمجال المغنطيسي المحصل في النقطة O .

تمرين 4

نعتبر سلكا موصلا لا متناه في الطول ، متعامد مع الورقة ويتقاطع معها في النقطة O_1 . يمر في السلك تيار كهربائي شدته $I_1=10A$.



1 - أعط مميزات متجهة المجال المغنطيسي المحدث من طرف السلك في النقطة P تبعد عنه بمسافة

$$O_1P=10cm \text{ نعطي } (\text{SI}) \mu_0=2\pi \cdot 10^{-7}$$

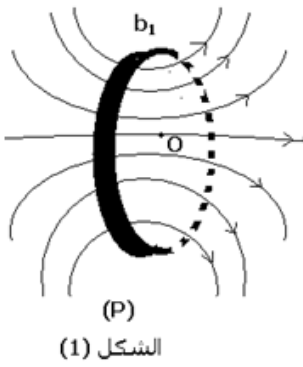
2 - نعتبر الآن سلكين لا متناهيين في الطول ، متعامدين مع الورقة ويتقطعان معها في النقطة O_1 و O_2 ويمر فيهما

تياران كهربائيان لهما نفس المنحى ونفس الشدة $I_1=I_2=10A$. أوجد منظم متجهة المجال المغنطيسي \vec{B} المحدث من طرف السلكين في النقطة P بحيث

$$O_1P=O_2P=10cm \text{ و } \alpha=90^\circ$$

تمرين 5

1 - نعتبر وشيعة مسطحة دائرية (b_1) عدد لفاتها $N_1=10$ وشعاعها R_1 . نمرر بهذه الوشيعة تيارا كهربائيا ، فتحدث مجالا مغناطيسيا . يبين الشكل بعض خطوط هذا المجال في مستوى (P) متعامد مع مستوى الوشيعة ، ويمر في مركزها O .



الشكل (1)

2 - يمثل المبيان الشكل 2 تغيرات الشدة B_1 للمجال المغنطيسي المحدث في النقطة O من

طرف الوشيعة (b_1) ، وذلك بدلالة الشدة I للتيار .

1 - 2 أوجد مبيانيا تعبير B_1 بدلالة I .

2 - 2 استنتج قيمة الشعاع R_1 للوشيعة (b_1) .

$$\text{نعطي نفادية الوسط } (\text{S.I.}) \mu_0=4\pi \cdot 10^{-7}$$

3 - نعتبر وشيعة مسطحة ودائرية (b_2) ، عدد لفاتها $N_2=N_1$

$$\text{وشعاعها } R_2 = \frac{R_1}{2}$$

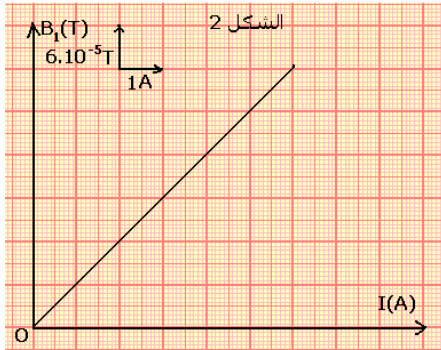
نضع الوشيعتين (b_1) و (b_2) بحيث يكون مستواهما في خط الزوال المغنطيسي ، ويكون لهما نفس المركز O ، الذي توجد فيه إبرة ممغنطة ، قابلة للدوران بدون احتكاك ، في مستوى أفقي ، حول محور رأسي (الشكل 3)

عندما نمرر في الوشيعتين تيارين لهما نفس المنحى ونفس الشدة I ، تنحرف الإبرة عن اتجاهها البدئي (اتجاه \vec{B}_H) بزاوية $\alpha=80^\circ$ ،

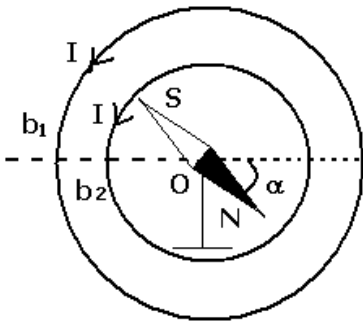
3 - 1 أوجد شدة المجال المغنطيسي الكلي المحدث من طرف الوشيعتين في مركزهما O . نعطي منظم المركبة الأفقية للمجال

$$\text{المغنطيسي الأرضي : } B_H = 2 \cdot 10^{-5} T$$

3 - 2 استنتج الشدة I للتيار الكهربائي .



الشكل (3)



تمرين 6

يتكون ملف لولبي من خمس طبقات ذي لفات متصلة أنجزت بواسطة سلك مغلف بواسطة عازل قطر السلك المغلف هو 1mm .

نوجه الملف اللولبي بحيث يكون محوره في مستوى أفقي و عمودي على خط الزوال المغناطيسي أي المركبة الأفقية \vec{B}_H للمجال المغناطيسي الأرضي في مكان التجربة .
نضع إبرة ممغنطة ، يمكنها الدوران حول محور رأسي ، بمركز الملف اللولبي .
أحسب زاوية انحراف الإبرة الممغنطة عندما نمرر تيارا كهربائيا شدته 5mA في الملف اللولبي .
نعطي $B_H=2.10^{-5}T$.

تمرين 7

شدة المجال المغناطيسي في مركز وشيعة طولها l وشعاعها r ، وعدد لفاتها N ويمر فيها تيار كهربائي شدته I ، نعبر عنها بالعلاقة التالية :

$$B = 4\pi 10^{-7} \frac{N.I}{\sqrt{l^2 + 4r^2}}$$

1 - أستنتج من هذه العلاقة تعبير شدة المجال المغناطيسي لملف لولبي طوله l وشعاعه r (بالنسبة للملف اللولبي $l \gg r$)

2 - وشيعة مسطحة قطرها $d=30\text{cm}$ وعدد لفاتها $N=200$ لفة (بالنسب لوشيعة مسطحة $l \ll r$)

2 - 1 استنتج من خلال العلاقة أعلاه أن شدة المجال المغناطيسي في مركز الوشيعة هو

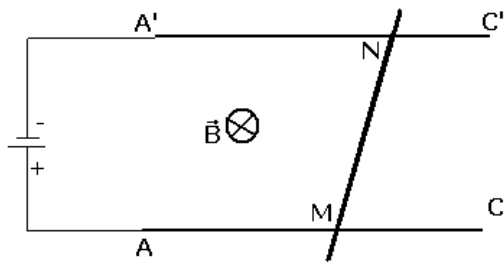
$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N.I}{r}$$

بـ حيث أن شعاع الوشيعة .

2 - 2 نضع الوشيعة على أساس أن محورها أفقي ومتعامد مع خط الزوال المغناطيسي . ونضع في مركزها إبرة ممغنطة قابلة للدوران حول محور رأسي . عندما نمرر في الوشيعة تيارا كهربائيا مستمرا شدته $I=5\text{mA}$ تنحرف الإبرة عن موضعها البدئي بزاوية α . أحسب هذه الزاوية

2 - 3 احسب شدة المجال المغناطيسي الكلي المحدث بمركز الوشيعة .

تمرين 8



نضع ساقا MN كتلتها $m=5\text{g}$ فوق سكتين $A'C'$ و AC متوازيتين وأفقيتين تفصل بينهما المسافة $l=10,0\text{cm}$.
نربط طرفي السكتين A و A' بمولد كهربائي ، فيمر تيار كهربائي في الساق MN شدته $I=10\text{A}$.

توجد هذه الدارة الكهربائية في مجال مغناطيسي منتظم متجهته \vec{B} رأسية نحو الأسفل وشدته

$B=0,1\text{T}$. أنظر الشكل

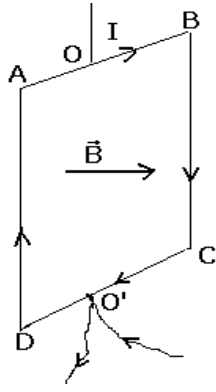
1 - عين مميزات قوة لبلاص المطبقة على الساق MN .

2 - نميل السكتين بزاوية α بالنسبة للمستوى الأفقي إلى أن تبقى الساق في توازن بدون احتكاك فوق السكتين .

2 - 1 أرسم شكلا موضحا موضع السكتين بالنسبة للمستوى الأفقي .

2 - 2 أحسب الزاوية α .

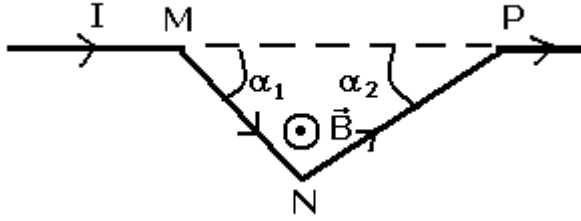
تمرين 9



نعتبر إطارا ABCD يمر فيه تيار كهربائي شدته $I=5,0A$ وموجود في مجال مغناطيسي شدته $B=450mT$ نعطي : $AB=BC=CD=DA=10cm$ - أعط مميزات قوى لبلاص المطبقة على كل ضلع ، ثم مثلها .
2 - هل يتحرك الإطار تحت تأثير هذه القوى ؟ علل جوابك .

تمرين 10

يمثل الشكل أسفله جزءا من سلك موصل يتكون من قطعتين مستقيمتين NM و NP طولهما L_1 و L_2 ، ويكونان مع الاتجاه MP الزاويتين α_1 و α_2 .



نضع السلك في مجال مغناطيسي منتظم عمودي على مستوى السلك ونمرر في هذا الأخير تيارا كهربائيا شدته I .

1 - عين المتجهتين \vec{F}_1 و \vec{F}_2 الممثلين للقوتين المطبقتين على جزئي السلك MN و NP . مثل هاتين المتجهتين .

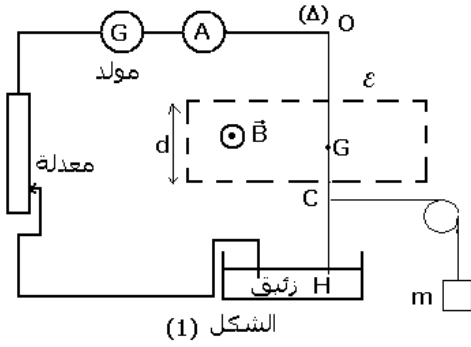
2 - نسمي \vec{F} مجموع المتجهتين \vec{F}_1 و \vec{F}_2 . عين

إحداثيتي المتجهة \vec{F} على الاتجاه MP وعلى الاتجاه العمودي عليه . ما منظم المتجهة \vec{F} ؟

3 - قارن متجهة القوة التي نحصل عليها لو عوضنا MNP بسلك مستقيمي يصل النقطتين P و M .

تمرين 11

نعتبر سلكا نحاسيا متجانسا OH طوله L يمكنه الدوران حول محور أفقي (Δ) يمر من النقطة A . يوجد جزء من السلك داخل حيز \mathcal{E} عرضه $d=10cm$ ، وبه مجال مغناطيسي منتظم شدته B . السلك OH غير قابل للتشويه .



الشكل (1)

نمرر في السلك تيارا كهربائيا شدته I ، فينحرف

بالنسبة لموضع توازنه الرأسي . لإعادة السلك إلى موضع توازنه الرأسي نطبق عليه في

النقطة C حيث $OC = \frac{2}{3}L$ ، قوة أفقية بواسطة خيط غير قابل

الامتداد كتلته مهملة ، يمر عبر مجرى بكرة كتلتها مهملة ويحمل كتلة معلمة m . أنظر الشكل (1)

1 - حدد مميزات قوة لبلاص ؛ ثم استنتج منحى التيار الكهربائي في السلك OH .

2 - باستعمال مبرهنة العزم أوجد تعبير الكتلة m بدلالة B و d و I و g . شدة الثقالة .

3 - لتعيين الشدة B ، نغير قيم الكتلة المعلمة m ، ونقيس

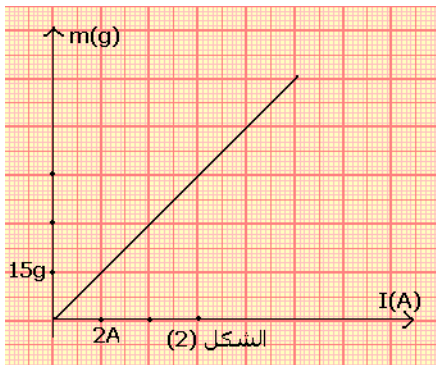
بالنسبة لكل قيمة شدة التيار الكهربائي اللازمة للحفاظ على التوازن الرأسي للسلك . يمثل الشكل (2) منحى تغيرات m بدلالة I .

3 - 1 انطلاقا من المنحنى ، أوجد تعبير m بدلالة I .

3 - 2 استنتج قيمة الشدة B .

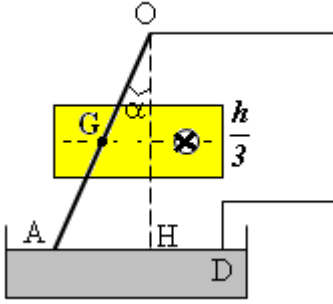
نعطي $g=10N/kg$

تمرين 12



الشكل (2)

سلك نحاسي OA طوله $\ell = 30,5\text{cm}$ ووزنه $P = 0,100\text{N}$ يمكنه الدوران بدون احتكاك حول النقطة O . نغمز الطرف الحر A للسلك في إناء به زيتيق . المسافة الفاصلة بين النقطة والمستوى الحر للزيتيق $OH=h=30\text{cm}$. ننجز دائرة كهربائية بربط النقطة O والنقطة D من الزيتيق بمولد كهربائي للتيار المستمر . يمر السلك في تفرجة لمغناطيس على شكل U عرض فرعيه $\frac{h}{3}$ في منتصف OH .



نعتبر أن المجال المغناطيس يحدث بين فرعيه مجالا مغناطيسيا منتظما (أنظر الشكل) .

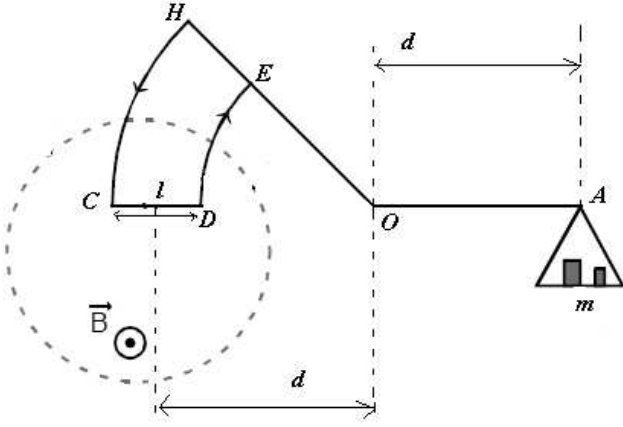
نمرر في السلك تيارا شدته $I = 8,80\text{A}$. فينحرف السلك بزواوية α في الاتجاه المبين في الشكل .

- 1 - حدد منحى التيار في السلك
- 2 - أوجد تعبير شدة المجال B واحسب قيمته

تمرين 13

لقياس شدة مجال مغناطيسي \vec{B} نستعمل ميزان كوتون (أنظر الشكل) نعطي $g = 10\text{N/kg}$; $CD = \ell = 2\text{cm}$

- 1 - نعتبر الميزان في توازن أفقي , مثل على الشكل :



- 1 - 1 متجهات القوى المطبقة على الميزان
- 1 - 2 منحى التيار المار عبر الدارة HCDE .

- 2 - بتطبيق مبرهنة العزوم أوجد تعبير الكتلة m بدلالة g ; I ; B .

- 3 - عندما نغير شدة التيار الكهربائي I المار عبر الدارة HCDE يفقد

الميزان توازنه , ولإعادة هذا التوازن نغير الكتل المعلمة . فنحصل على

النتائج المدونة في الجدول التالي :

I(A)	0,50	0,70	1	1,25	1,50	1,70
m(g)	0,25	0,35	0,50	0,62	0,75	0,85

- 3 - 1 ارسم منحى الدالة $m = f(I)$ السلم $1\text{cm} \Leftrightarrow 0,2\text{A}$

$$1\text{cm} \Leftrightarrow 0,2\text{g}$$

- 3 - 2 أوجد مبيانيا :

- قيمة المعامل الموجه K باستعمال الوحدات العالمية للقياسات واستنتج شدة المجال \vec{B} .

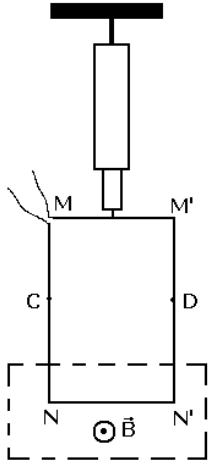
- قيمة الكتلة المعلمة عندما تكون شدة التيار هي $I=0,8\text{A}$

تمرين 14

نعلق بديناوموتر إطارا مربعا غير قابل للتشويه $MM'N'N$ ومكونا من سلك موصل .

الضلع NN' موجود في مجال مغناطيسي منتظم متجهته \vec{B} عمودية على الضلع NN' . أنظر الشكل .

- 1 - عندما يكون التيار منعذما بالإطار يشير الدينامومتر إلى القيمة 2N . ماذا تمثل هذه القيمة؟



2 - نمرر بالإطار تيارا كهربائيا شدته $I=5A$ ، فيشير الينامومتر إلى القيمة $2,5N$.

1 - أرسم الإطار على ورقتك ممثلا عليه بدون سلم ، متجهة القوة الكهرمغناطيسية \vec{F} المطبقة على الضلع NN' ومبينا عليه منحى التيار المار بالإطار . علل جوابك .

2 - أوجد شدة المجال المغناطيسي \vec{B} .
نعطي $NN'=20cm$

3 - بين أنه إذا غمرنا الإطار في المجال المغناطيسي إلى النقطتين C و D فإن إشارة الدينامومتر لا تتغير .

3 - نعكس شدة التيار الكهربائي المار بالإطار دون تغيير شدته .

3 - 1 أوجد القيمة التي يشير إليها الدينامومتر .

3 - 2 ما هي القيمة التي سيشير إليها الدينامومتر إذا انعدمت شدة المجال المغناطيسي ؟ علل الجواب .

تمرين 15

نضع ساقا موصلتين فوق سكتين موصلتين أفقيتين تفصل بينهما المسافة d ومتعامدتين مع الساق ومربوطتين بمولد التيار المستمر الذي يطبق توترا U . لتكن I شدة التيار الذي يمر من الدارة عند تشغيل المولد . نسمي مقاومة جزء الساق المحصور بين السكتين ب R ، بينما نهمل مقاومة السكتين . يمكن للساق أن تنزلق بدون احتكاك فوق السكتين ، ونضع الدارة داخل مجال مغناطيسي منتظم رأسي .

نربط الساق بواسطة خيط غير مدود يمر عبر مجرى بكرة تحول الحركة الأفقية للساق إلى حركة رأسية للكتلة M (أنظر

الشكل)

نعتبر أن الكتلة M تتحرك بسرعة ثابتة V .

1 - أنجز حصيلة طاقة للمحرك المكون من الساق .

2 - استنتج أن التوتر U وشدة التيار I تربطهما علاقة على النحو التالي :

$U=RI+E$ واعط صيغة E بدلالة d و B و V .

3 - عبر عن شدة التيار I بدلالة M و g و B و d .

تمرين 16

تولّد الطاقة الكهربائية في محطة كهرومائية بواسطة منوب . يتحرك هذا المنوب تحت تأثير الماء الذي يسقط من خزان يوجد على ارتفاع $100m$ بالنسبة إليه .

1 - ما هو التحول الطاقي الذي يحدث ؟

2 - أحسب الطاقة الكهربائية المولّدة عندما تسقط كتلة $M=10t$ من الماء على المنوب .

نعطي $g=10N/kg$. علما أن مردود التحول هو 60% وأن الماء يغادر المنوب بسرعة منعدمة .

3 - في بعض محطات توليد الطاقة ، وخلال الفترات التي يقل فيها الطلب على الطاقة ، يتم

استغلال الطاقة الكهربائية المتوفرة لإرجاع الماء إلى الخزان .

ما هو التحول الطاقي الذي يحدث ؟

تصحيح تمارين حول المغنطيسية

تمرين 1

1 - مميزات متجهة المجال المغنطيسي \vec{B}_2 :

الأصل : النقطة O

المنحى : بما أن الإبرة الممغنطة تنحرف

في منحى دوران عقارب الساعة ، فإن

منحى \vec{B}_2 سيكون من الأعلى نحو الأسفل

على الورقة (أنظر الشكل)

الاتجاه : عمودي على متجهة المجال

المغنطيسي \vec{B}_1 .

المنظم :

$$\tan \theta = \frac{B_2}{B_1} \Rightarrow B_2 = B_1 \tan \theta = 2,33 \cdot 10^{-3} \text{ T}$$

2 - نعتبر α الزاوية التي يجب أن ندير بها

المغنطيس (2) لكي تتخذ الزاوية بين \vec{B} و \vec{B}_1 القيمة θ' (أنظر الشكل)

نختار محورين متعامدين ونسقط عليهما

العلاقة المتجهية $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ فنحصل

على المحور الأفقي $X'Ox$

$$B \cos \theta' = B_1 + B_2 \sin \alpha$$

على المحور الرأسي $Y'Oy$

$$-B \sin \theta' = -B_2 \cos \alpha$$

من العلاقتين نستنتج أن :

$$\tan \theta' = \frac{\sin \theta'}{\cos \theta'} = \frac{B_2 \cos \alpha}{B_1 + B_2 \sin \alpha}$$

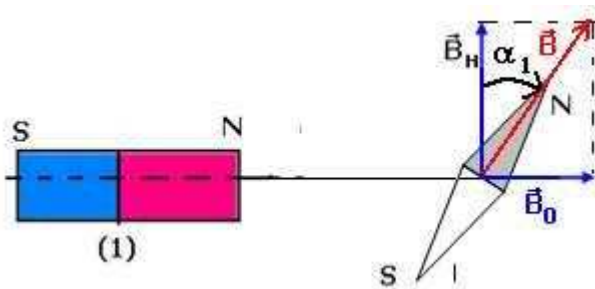
لحل هذه المعادلة نضع $\tan \frac{\alpha}{2} = t$ وبالتالي يكون $\sin \alpha = \frac{2t}{1+t^2}$ و $\cos \alpha = \frac{1-t^2}{1+t^2}$ وتصح

المعادلة السابقة على الشكل التالي :

$$\tan \theta = \frac{B_2(1-t^2)}{B_1(1+t^2) + 2B_2t}$$

$$(B_1 \tan \theta' + B_2)t^2 + 2B_2 \tan \theta' + (B_1 \tan \theta' - B_2) = 0$$

حل المعادلة يؤدي إلى حلين موجب وسالب ونأخذ الموجب $t=0,100$ وبالتالي $\alpha=11,5^\circ$



تمرين 2

1 - أ - أنظر الشكل

المغنطيس سيجذب القطب الجنوبي للإبرة

الممغنطة . وستدور الإبرة في منحى دوران

عقارب الساعة .

ب - شدة المجال المغنطيسي B_0 المحدث من طرف المغنطيس في النقطة O :

$$\tan \alpha_1 = \frac{B_0}{B_H} \Rightarrow B_0 = B_H \tan \alpha_1 = 3,46 \cdot 10^{-5} T$$

2 - عند إدارة المحور (Δ) للمغنطيس بزاوية $\theta = 60^\circ$

نحصل على الشكل التالي :

بما أن القطب N للمغنطيس يوجد على نفس المسافة d من النقطة O ، فسيحتفظ المجال المغنطيسي المحدث من طرف المغنطيس على نفس الشدة

نسقط العلاقة المتجهية $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ على المحور

$$B \sin \alpha = B_0 \cos \theta \quad : x'Ox$$

على المحور $y'Oy$ $B \cos \alpha = B_H - B_0 \sin \theta$

ومن العلاقتين نستنتج

$$\tan \alpha = \frac{B_0 \cos \theta}{B_H - B_0 \sin \theta}$$

تطبيق عددي : $B_0 = 3,46 \cdot 10^{-5} T$ و

$$B_H = 2 \cdot 10^{-5} T$$

$$\alpha = 60,05^\circ$$

تمرين 3

مميزات متجهة المجال المغنطيسي

\vec{B} في النقطة O :

المغنطيسين مماثلين ويوجدان على

نفس المسافة من النقطة O أي أن

شدة المجال المحدث من طرف كل

مغنطيس ستكون متقايسة وتساوي

$$B_0 = 20 mT$$

حسب العلاقة المتجهية :

$$B^2 = B_0^2 + B_0^2 + 2B_0^2 \cos \frac{\pi}{4} \Rightarrow B^2 = 2B_0^2 + B_0^2 \sqrt{2}$$

$$B^2 = B_0^2 (2 + \sqrt{2}) \Rightarrow B = B_0 \sqrt{(2 + \sqrt{2})} = 36,95 mT$$

تمرين 4

بالنسبة للتيانة نعتبر السلك متعامد مع مستوى الورقة

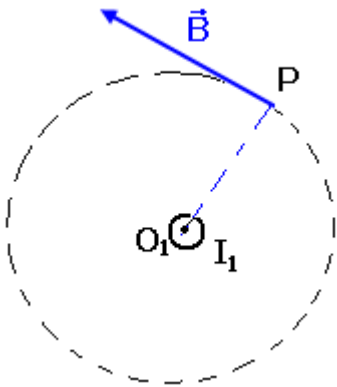
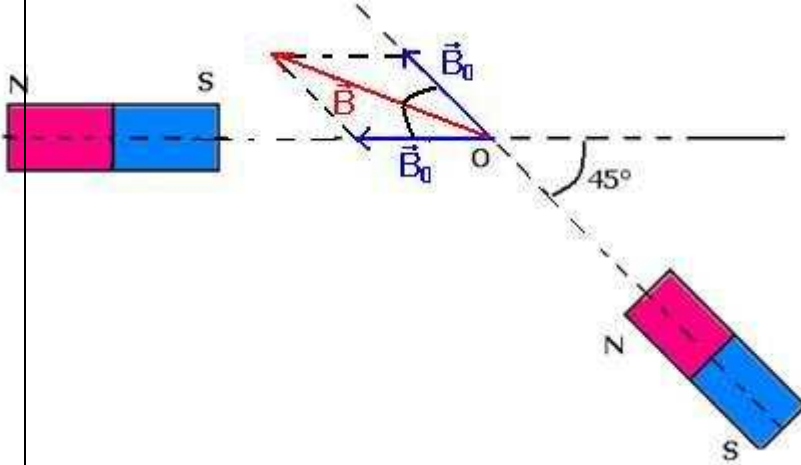
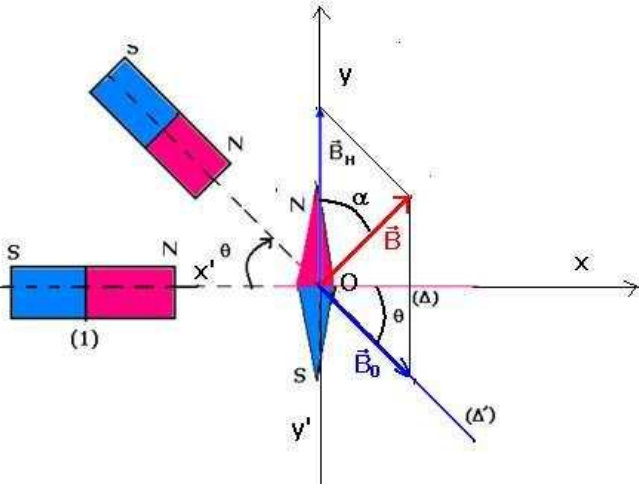
1 - مميزات متجهة المجال المغنطيسي المحدث من طرف السلك

في النقطة P :

- الأصل : P

- المنحى نحدده بواسطة ملاحظ أمبير (أنظر الشكل)

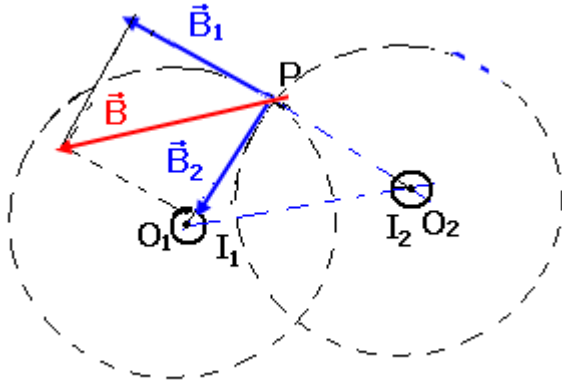
- الاتجاه عمودي على شعاع خط المجال الدائري مركزه نقطة



تقاطع المستوى والسلك

الشدة :

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi \cdot O_1 P} = 2 \cdot 10^{-5} T$$



2 - منظم متجهة المجال المحدث من طرف السلكين :

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

$$\vec{B}_1 \perp \vec{B}_2 \Rightarrow B^2 = B_1^2 + B_2^2$$

$$B = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi O_1 P} \sqrt{2} = 2\sqrt{2} \cdot 10^{-5} T$$

تمرين 5

1 - تعيين منحى التيار في الوشيعية :

بتطبيق ملاحظ أمبير يكون منحى التيار في الوشيعية كما يلي :

2 - 1 تعبير B_1 بدلالة I :

بما أن المنحنى $B_1 = f(I)$ عبارة عن مستقيم يمر من أصل المحورين فإن معادلته تكتب على الشكل : $B_1 = k \cdot I$ حيث

$$k = \frac{\Delta B}{\Delta I} = 6 \cdot 10^{-5} T / A$$

وبالتالي : $B_1 = 6 \cdot 10^{-5} I$.

2 - 2 استنتاج قيمة الشعاع R_1 :

بمقارنة التعبيرين التاليين :

شدة المجال المحدث من طرف الوشيعية في مركزها :

$$B_1 = \frac{\mu_0 N I}{2 \cdot R_1}$$

$$B_1 = k \cdot I$$

نستنتج أن

$$R_1 = \frac{\mu_0 N}{2k} = 10,5 \text{ cm}$$

3 - 1 تحديد شدة المجال المغنطيسي الكلي المحدث من طرف الوشيعتين B :

الوشيعتين يوجدان في مستوى الورقة .

$$\tan \alpha = \frac{B}{B_H} \Rightarrow B = B_H \tan \alpha = 1,13 \cdot 10^{-4} T$$

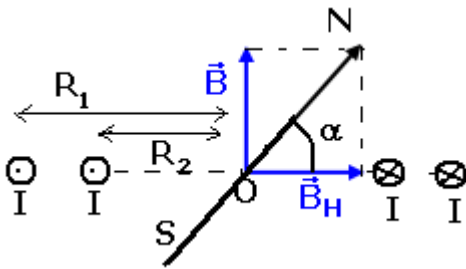
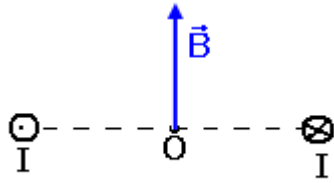
3 - 2 استنتاج شدة التيار الكهربائي I :

يحدث التيار الكهربائي المار في الوشيعية (b_1) المجال B_1 شدته هي : $B_1 = \frac{\mu_0 N I}{2 \cdot R_1}$

يحدث التيار الكهربائي المار في الوشيعية (b_2) المجال B_2 شدته هي : $B_2 = \frac{\mu_0 N I}{2 \cdot R_2}$

وبما أن للتيار نفس المنحنى في الوشيعتين فإن \vec{B}_1 و \vec{B}_2 لهما نفس المنحنى أي أن :

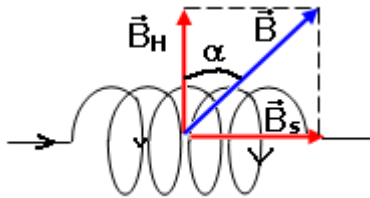
$B = B_1 + B_2$ وبالتالي :



$$B = \frac{\mu_0 NI}{2} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$R_1 = 2R_2$$

$$B = \frac{3\mu_0 NI}{2R_1} \Rightarrow I = \frac{2R_1 \cdot B}{3\mu_0 N} = 0,63A$$



تمرين 6

بما أن الملف يتكون من 5 طبقات ولغاته متصلة فإن طول الملف هو طول طبقة واحدة وهو : $\ell = N_1 \cdot d$ حيث N_1 عدد لفات طبقة واحدة وبالتالي فعدد اللغات بالنسبة لخمس طبقات هو : $N = 5N_1$

وبالتالي فإن عدد اللغات هو : $N = \frac{5 \cdot \ell}{d}$

شدة المجال المحدث من طرف الملف اللولبي عندما يمر فيه تيار كهربائي هو :

$$B_S = \mu_0 \frac{5 \cdot I}{d}$$

إذن زاوية انحراف الإبرة عندما نمرر تيار كهربائي هي :

$$\tan \alpha = \frac{B_S}{B_H} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{5\mu_0 I}{d \cdot B_H} = 1,57$$

$$\alpha = 57,5^\circ$$

تمرين 7

1 - تعبير شدة المجال المغنطيسي في مركز ملف لولبي هو :

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N \cdot I}{\sqrt{\ell^2 + 4r^2}} = \mu_0 \frac{N \cdot I}{\ell}$$

2 - بما أن $\ell \ll r$ في العلاقة التالية :

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N \cdot I}{\sqrt{\ell^2 + 4r^2}} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N \cdot I}{\sqrt{4r^2}} = \frac{\mu_0 N \cdot I}{2 \cdot r}$$

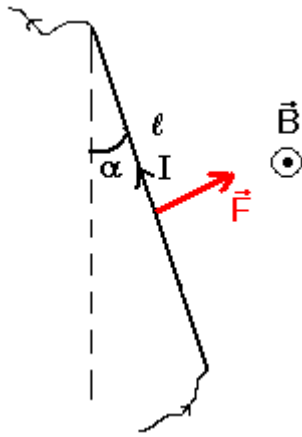
من خلال هذه المقاربة نتوصل إلى شدة المجال المغنطيسي في مركز وشيعة .

2 - بنفس الطرق السابقة في التمارين نتوصل إلى

$$\tan \alpha = \frac{B_b}{B_H} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{\mu_0 NI}{2 \left(\frac{d}{2} \right) \cdot B_H} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} 200 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 15 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 10^{-5}} = 0,209$$

$$\alpha = 11,8^\circ$$

2 - 3 نحسب



$$\cos \alpha = \frac{B_h}{B_T} \Rightarrow B_T = \frac{B_h}{\cos \alpha} = \frac{2.10^{-5}}{0,978} = 2,04.10^{-5} \text{ T}$$

تمرين 8

1 - لدينا حسب قانون لبلاص :

$$F = I \ell B \sin \beta \quad \text{بحيث أن } (\vec{I}, \vec{B}) = \frac{\pi}{2} \text{ أي أن } \sin \beta = 1$$

وبالتالي $F = I \ell B$

تطبيق عددي : $F = 10^{-2} \text{ N}$

2 - إذا تضاعفت شدة التيار أي أن $I_1 = 2I$ فإن

$$F' = 2I \ell B = 2.10^{-2} \text{ N}$$

تمرين 9

1 - مميزات قوة لبلاص المطبقة على الساق MN :

الأصل : مركز الساق MN

المنحى : حسب قاعدة اليد اليمنى أنظر

الشكل (انتقال الساق نحو اليسار)

الاتجاه : عمودي على الساق والمتجهة

\vec{B} أي تنتمي إلى المستوى A'AMN

الشدة : $F = I \ell B \sin \beta$ بحيث أن

$$(\vec{I}, \vec{B}) = \frac{\pi}{2} \text{ أي أن } \sin \beta = 1 \text{ وبالتالي}$$

$$F = I \ell B$$

$$F = 0,1 \text{ N}$$

2 - نميل السكتين بزاوية α بالنسبة

للمستوى الأفقي إلى أن تبقى الساق في حالة توازن بدون احتكاك فوق السكتين :

1 - أنظر الشكل

2 - بما أن العارضة في حالة توازن ، نطبق شروط توازن جسم تحت تأثير عدة قوى .

جهد القوى المطبقة على العارضة :

$$\vec{P}, \vec{R}, \vec{R}', \vec{F}$$

$$\vec{P} + \vec{F} + \vec{R} + \vec{R}' = \vec{0} \quad \text{بحيث أن}$$

نسقط العلاقة على Ox :

$$-F \cos \alpha + P \sin \alpha = 0 \Rightarrow \tan \alpha = \frac{F}{mg}$$

تطبيق عددي : $\alpha = 63,4^\circ$

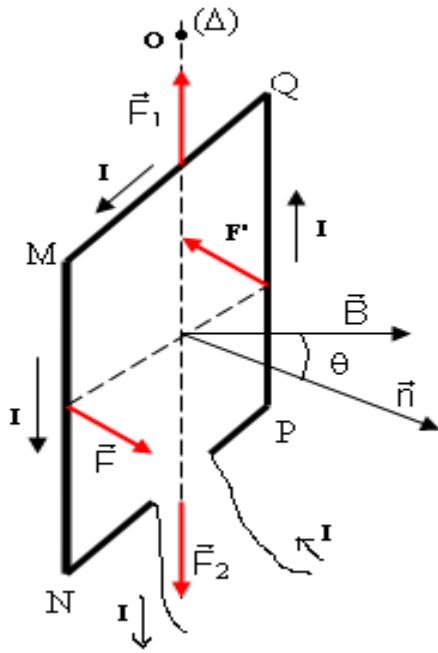
تمرين 10 (أنظر الدرس)

تعيين قوى لبلاص المطبقة على كل ضلع من أضلاع الإطار :

* على الضلع MQ يوجد تحت تأثير قوة لبلاص ممثلة بالمتجهة \vec{F}_1 .

خط تأثيرها المحور (Δ)

منحائها : نحو الأعلى



شدتها : $F_1 = NI\ell \left| \sin \left(\theta + \frac{\pi}{2} \right) \right|$

عزم هذه القوة بالنسبة للمحور (Δ) منعدم .
* الضلع NP تمثل قوة لبلاص بالمتجهة \vec{F}_2
خط تأثيرها المحور (Δ)
منحائها نحو الأسفل

شدتها : $F_2 = NI\ell \left| \sin \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right) \right|$

كذلك عزم هذه القوة منعدم .
* الضلع MN تمثل القوة بالمتجهة \vec{F}
خط تأثيرها عمودي على MN وعلى متجهة المجال
المغناطيسي \vec{B} .

منحائها باستعمال قاعدة اليد اليمنى أي نحو الأمام .
الشدة : $F = NI\ell B$ لكون أن $\theta = 0$ وبالتالي $\sin \theta = 1$

* على الضلع PQ تمثل القوة بالمتجهة \vec{F}'
خط تأثيرها عمودي على الضلع MN وعلى \vec{B}

منحائها : يعين باستعمال قاعدة اليد اليمنى وهو نحو الخلف
شدتها : $F' = NI\ell B$

من خلال الشكل يلاحظ أن \vec{F} و \vec{F}' يكونان مزدوجة قوتين (نفس الشدة ، منحاهما متعاكسان ، لهما نفس خط التأثير)
عزمها بالنسبة للمحور (Δ) : $\mathcal{M}_\Delta = F \cdot d$

بحيث أن $d = \ell \sin \theta$ إذن $\mathcal{M}_\Delta = N \cdot I \cdot S \cdot B \cdot \sin \theta$ و $S = L \cdot \ell$

من خلال هذه النتيجة يتبين أن $\sum \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_i) = N \cdot I \cdot S \cdot B \cdot \sin \theta$

أي أن الإطار يدور حول المحور (Δ)

تمرين 11

2 - إحداثيات \vec{F} على الاتجاه MP :

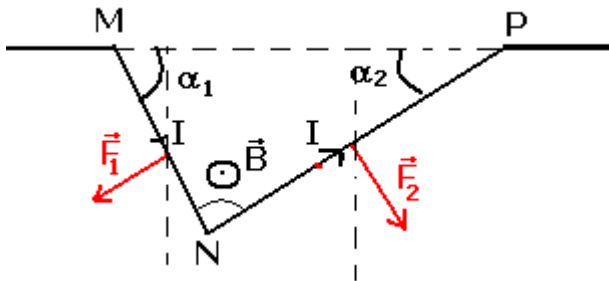
$$F_2 \sin \alpha_2 - F_1 \sin \alpha_1 = F_x$$

إحداثيات \vec{F} على الاتجاه العمودي :

$$-F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 = F_y$$

منظم المتجهة \vec{F} :

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$



$$F_x^2 = F_2^2 \sin^2 \alpha_2 + F_1^2 \sin^2 \alpha_1 + 2F_1F_2 \sin \alpha_1 \cdot \sin \alpha_2$$

$$F_y^2 = F_2^2 \cos^2 \alpha_2 + F_1^2 \cos^2 \alpha_1 + 2F_1F_2 \cos \alpha_1 \cdot \cos \alpha_2$$

$$F^2 = F_x^2 + F_y^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos(\alpha_1 + \alpha_2)$$

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos(\alpha_1 + \alpha_2)}$$

$$F_1 = IL_1B, F_2 = IL_2B$$

$$F = IB\sqrt{L_1^2 + L_2^2 + 2L_1L_2 \cos(\alpha_1 + \alpha_2)}$$

3 - متجهة القوة المطبقة على الجزء المستقيمي

: MP

الجزء MP يخضع لقوة لبلاص \vec{F}' بحيث أن

$$\vec{F}' = \overline{IMP} \wedge \vec{B}$$

$$\overline{MP} = \overline{MN} + \overline{NP}$$

وحسب الجداء السلمي لدينا :

$$MP^2 = MN^2 + NP^2 + 2MN \cdot NP \cdot \cos(\overline{MN}, \overline{NP})$$

نضع $MP=L$ ولدينا حسب الشكل ان $(\overline{MN}, \overline{NP}) = (\alpha_1 + \alpha_2)$ وبالتالي :

$$F' = ILB = IB\sqrt{L_1^2 + L_2^2 + 2L_1L_2 \cos(\alpha_1 + \alpha_2)} = F$$

تمرين 12

1 - مميزات قوة لبلاص

بما أن قوة لبلاص تساهم في توازن السلك OH فمميزاتها كالتالي :

- نقطة التأثير : G

- خط التأثير : المستقيم الأفقي المار من G أو

العمودي على السلك

- المنحى : المنحى المعاكس لتأثير الخيط أي من

G نحو اليسار .

- الشدة : $F=IBd$

2 - إثبات العلاقة :

عند التوازن يخضع السلك إلى القوى التالية : \vec{P} وزن

السلك ، \vec{F} قوة لبلاص ، \vec{T} تأثير الخيط .

بتطبيق مبرهنة العزم لتوازن السلك OH نكتب :

$$M_{\Delta}(\vec{F}) + M_{\Delta}(\vec{P}) + M_{\Delta}(\vec{T}) = 0$$

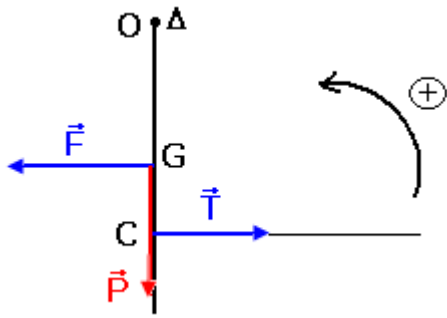
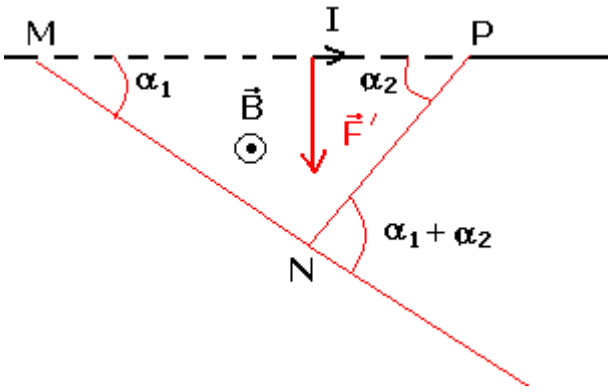
المحور Δ متطابق مع النقطة O وأن $M_{\Delta}(\vec{P}) = 0$

وحسب المنحى المحدد في الشكل نكتب :

$$M_{\Delta}(\vec{T}) = \frac{2}{3} mgL$$

$$M_{\Delta}(\vec{F}) = -\frac{1}{2} IdBL$$

وبالتالي تصبح العلاقة :



$$M_{\Delta}(\vec{F}) + M_{\Delta}(\vec{T}) = 0 \Rightarrow -\frac{1}{2}IdBL + \frac{2}{3}mgL = 0$$

$$m = \frac{3}{4} \cdot \frac{Bd.I}{g}$$

3 - 1 تعبير m بدلالة I

بما أن المنحنى $m=f(I)$ عبارة عن جزء من مستقيم يمر من أصل المحورين ، فإن معادلته تكتب على الشكل التالي : $m=K.I$

حيث K المعامل الموجه للجزء من المستقيم مبيانيا نجد $K=7,5.10^{-3}S.I$

ومنه : $m=7,5.10^{-3}.I$

3 - 2 استنتاج قيمة الشدة B :

بناء على العلاقتين المحصل عليهما في السؤالين 2 و 3 - 1 نجد :

$$B = \frac{4g.K}{3d} = 1T$$

تمرين 13

1- منحى التيار في السلك

حسب قوة لبلاص $\vec{F} = \overline{ICD} \wedge \vec{B}$ بحيث أن قوة لبلاص \vec{F} متعامدة مع \vec{OA} و \vec{B} أي أن ويكون المتجهات الثلاث ثلاثي الأوجه مباشر . حسب خاصيات الجداء المتجهي $\vec{B} \wedge \vec{F} = \overline{ICD}$ أي أن

منحى التيار من A نحو O

2 - تعبير شدة المجال \vec{B}

القضيب في حالة توازن تحت تأثير القوى التالية :

\vec{P} ، \vec{R} ، \vec{F} قوة لبلاص $\vec{F} = \overline{ICD} \wedge \vec{B}$ وبما أن \vec{B} عمودية

على \overline{CD} فإن $(\overline{CD}, \vec{B}) = \frac{\pi}{2}$

حسب شروط التوازن : $\vec{P} + \vec{F} + \vec{R} = \vec{0}$

$$(1) \sum \mathcal{M}_o(\vec{F}_i) = 0 \Leftrightarrow \mathcal{M}_o(\vec{P}) + \mathcal{M}_o(\vec{F}) + \mathcal{M}_o(\vec{R}) = 0$$

$$\text{و } \mathcal{M}_o(\vec{P}) = +P \cdot \frac{\ell}{2} \cdot \sin \alpha \text{ و } \mathcal{M}_o(\vec{R}) = 0$$

$$\cos \alpha = \frac{h}{\ell} \text{ وبما أن } \mathcal{M}_o(\vec{F}) = -I \frac{h}{3 \cdot \cos \alpha} \cdot B \cdot \frac{\ell}{2}$$

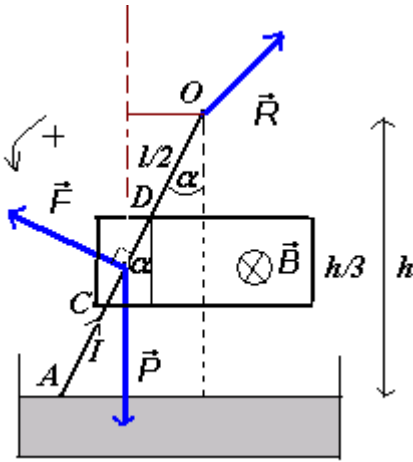
$$P \frac{\ell}{2} \sin \alpha = I \cdot B \cdot \frac{\ell^2}{6} \text{ في العلاقة (1) } \mathcal{M}_o(\vec{F}) = -I \frac{\ell}{3} \cdot B \cdot \frac{\ell}{2}$$

$$B = \frac{3P \sin \alpha \cos \alpha}{Ih} = \frac{3P \sin 2\alpha}{2I \cdot h} \text{ أي أن } B = \frac{3P \sin \alpha}{I \cdot \ell} \text{ أو كذلك التعبير التالي صحيح}$$

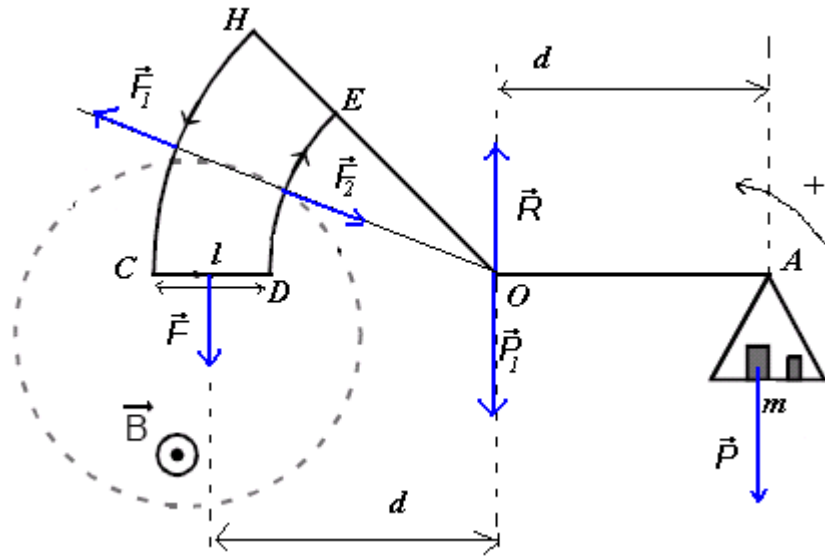
نحسب قيمة B

حساب α نطبق العلاقة السابقة $\cos \alpha = \frac{h}{\ell}$ فنحصل على $\alpha = 10,23^\circ$ ومنه فإن

$$B = 2,02.10^2 T$$



تمرين 14



1 - تمثيل متجهات القوى المطبقة على الميزان

1 - 2 حسب ملاحظ أمبير يكون منحى التيار الكهربائي في الدارة HCDE من C إلى D .

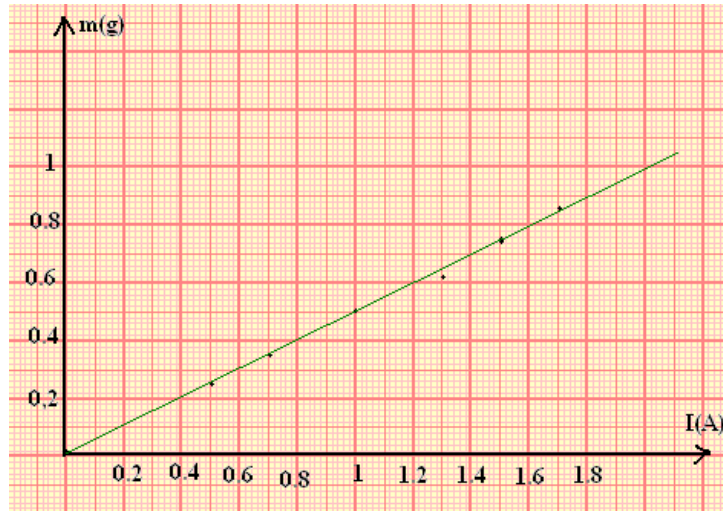
2 - بتطبيق مبرهنة العزوم نجد :

حسب الشكل وبالنسبة لمحور يمر من النقطة O فإن $\mathcal{M}_o(\vec{P}_1) = 0$ و $\mathcal{M}_o(\vec{R}) = 0$ و

$$\mathcal{M}_o(\vec{F}_1) = \mathcal{M}_o(\vec{F}_2) = 0$$

ومنه حسب مبرهنة العزوم : $F \cdot d - mgd = 0$ أي أن $m = \frac{F}{g}$

وبما أن شدة قوة لبلاص تساوي $F = IB\ell$ فإن $m = \frac{IB\ell}{g}$



1 - 3

3 - 2 - أ المعامل الموجه هو $K = \frac{\Delta m}{\Delta I} = 5.10^4 \text{ kg / A}$ حسب العلاقة السابقة $m = \frac{IB\ell}{g}$ وكذلك

حسب المنحنى $m = f(I) = K.I$ نجد أن $K = \frac{B\ell}{g}$ وبالتالي $B = \frac{K.g}{\ell}$ تطبيق عددي نجد

$$B = 0,25T$$

ب - قيمة الكتلة المعلمة التي تناسب شدة التيار $I=0,8A$ هي $m=4.10^{-4}kg$

تمرين 15

1 - عندما يكون التيار الكهربائي منعدما :

تكون القوى المغنطيسية المطبقة على الإطار كذلك منعدمة وبالتالي يشير الدينامومتر في هذه الحالة إلى شدة وزن الجسم (حسب شروط توازن جسم تحت تأثير قوتين) $P=2N$.

2 - 1 تمثيل القوة \vec{F} ومنحنى التيار الكهربائي :

بما أن الدينامومتر يشير إلى القيمة $2,5N$ فإن منحنى القوة المغنطيسية يكون من الأعلى نحو الأسفل وشدتها : $F=2,5-2=0,5N$.

وحسب منحنى متجهة المجال المغنطيسي \vec{B} يكون التيار من N نحو N' .

2 - 2 تحديد شدة المجال \vec{B} :

لدينا حسب قانون لبلاص :

$$\vec{F} = I \overline{NN'} \wedge \vec{B} \Rightarrow F = IB.NN' . \sin \frac{\pi}{2} = IB.NN'$$

$$B = \frac{F}{I.NN'}$$

تطبيق عددي : $B = 0,5T$

2 - 3 لنبين أنه، عندما نغمر الإطار في المجال المغنطيسي إلى النقطتين C و D فإن إشارة الدينامومتر لا تتغير :

عند غمر الإطار في المجال المغنطيسي \vec{B} إلى النقطتين C و D فإن الجزئين CN و $N'D$ يخضعان إلى قوتين مغنطيسيتين :

$$\vec{F}_{CN} = I.CN \wedge \vec{B} , \quad \vec{F}_{N'D} = I.N'D \wedge \vec{B}$$

وبما أن النقطتين توجدان على نفس الخط الأفقي أي أن $CN=N'D$ ، فإن للقوتين نفس الشدة ونفس خط التأثير ومنحيان متعاكسان وبالتالي : $\vec{F}_{CN} + \vec{F}_{N'D} = \vec{0}$ الشيء الذي يبين عدم تغير إشارة الدينامومتر .

3 - 1 تحديد قيمة إشارة الدينامومتر :

عندما نعكس منحنى التيار الكهربائي المار في الإطار دون تغيير شدته ، فإنه يتغير منحنى القوة المغنطيسية \vec{F} المطبقة على الضلع NN' دون تغيير شدتها $F=0,5N$.

وبالتالي تكون شدة التيار الكهربائي هي : $2-0,5=1,5N$.

3 - 2 تحديد إشارة الدينامومتر في حالة $B=0$:

عندما تنعدم الشدة B تنعدم كذلك شدة القوة المغنطيسية أو بالأحرى غياب القوة

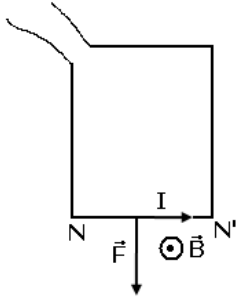
المغنطيسية وبالتالي يشير الدينامومتر إلى وزن الإطار $P=2N$.

تمرين 16

1 - الحصيلة الطاقية للمحرك المكون من الساق :

الطاقة المكتسبة من طرف الساق والتي يمنحها المولد للساق تتحول إلى طاقة ميكانيكية

وطاقة حرارية مبددة بمفعول جول في الساق :



$$W_{th}=RI^2\Delta t \text{ و } W_m=W(\vec{T})=T.x \text{ بحيث } W_e=W_m+W_{th}$$

$$W_m=IBdV\Delta t \text{ وبالتالي } x=V.\Delta t \text{ و } T=F=IBd$$

$$2 \text{ - الطاقة المكتسبة من طرف المحرك (الساق) } W_e=UI \Delta t= IBdV\Delta t+ RI^2\Delta t$$

$$\text{أي أن } U = RI + BdV \text{ وبالتالي : } E' = BdV$$

3 - تعبير شدة التيار الكهربائي :

نفترض أن كتلة البكرة مهملة والخيط غير قابل للإمتداد وكتلته مهملة في هذه الحالة سيكون عندنا :

$$P = Mg = T = IBd$$

$$I = \frac{M.g}{B.d}$$

تمرين 17

1 - تتحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية

2 - حسب مبدأ انحفاظ الطاقة خلال هذا التحول لدينا : $W_m=W_e+W_{th}$

بحيث أن $W_e=0,6W_m$ وأن $W_m=MgH$ أي أن الطاقة الكهربائية المولدة هي :

$$W_e=0,6MgH=6Mj$$

3 - تتحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية