

**Force de Laplace**

**A- Essentiel à retenir**

**1- Moment d'une force :**

$$M_{F/\Delta} = + \| F \| \cdot OA'$$

**1- Force de Laplace**

**F force de Laplace ses caractéristiques :**

\* **Direction :** L'orthogonale au plan contenant le fil conducteur et le vecteur champ magnétique.

\* **Sens :** donné par la règle de bonhomme d'Ampère ou des trois doigts de la main droite

\* **Valeur :**

$$\| \vec{F} \| = I \cdot L \cdot \| \vec{B} \| \cdot \sin \alpha$$

angle formé par le vecteur champ magnétique et la portion du fil.

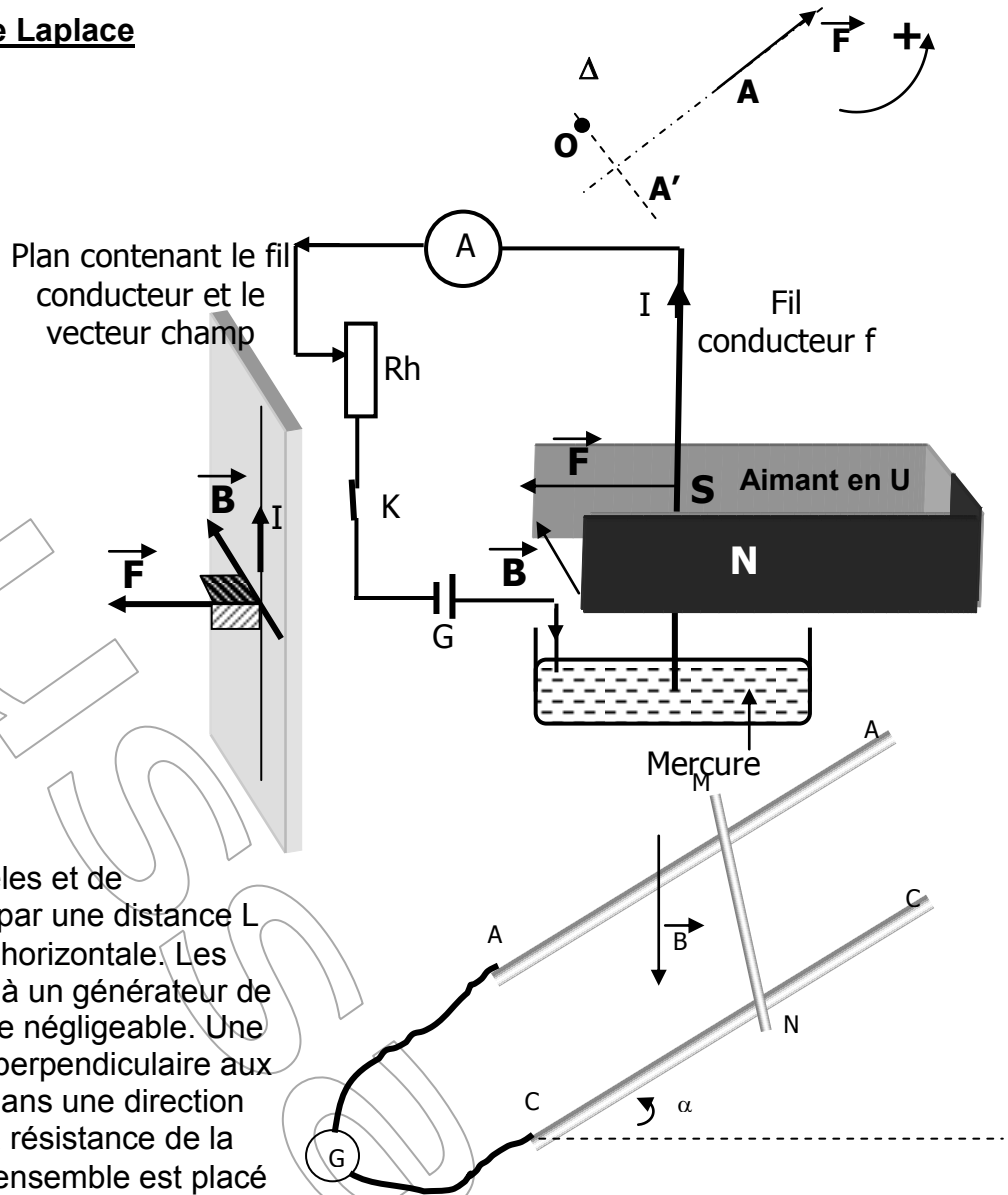
**Exercice : 1**

Deux rails conducteurs (AA') et (CC'), parallèles et de résistances négligeables, séparés par une distance L = 25cm font un angle  $\alpha = 30^\circ$  avec l'horizontale. Les deux extrémités A et C sont reliées à un générateur de f.e.m E=12V et de résistance interne négligeable. Une tige (MN) métallique de masse m, perpendiculaire aux rails, peut glisser sans frottement dans une direction parallèle aux rails. ( Voir figure ). La résistance de la longueur L de la tige est R= 4Ω . L'ensemble est placé dans un champ magnétique uniforme B, vertical dirigé vers le bas et d'intensité  $\| B \| = 1T$ .

- 1- Représenter les forces exercées sur la tige MN pour quelle soit en équilibre.
- 2- Calculer l'intensité du courant I traversant la tige MN. Indiquer son sens.
- 3- Par application de la condition d'équilibre à la tige MN, Etablir l'expression de la masse m en fonction de I, L,  $\| B \|$ ,  $\| g \|$  et  $\alpha$ . Calculer m.
- 4- La tige MN ne peut supporter qu'un courant d'intensité  $I_{max} = 1A$  alors qu'on ne peut pas modifier la valeur du champ magnétique B, faut-il augmenter ou diminuer l'angle  $\alpha$  pour que la tige MN reste en équilibre. Calculer la nouvelle valeur de  $\alpha$ .

**Exercice 2**

Un fil conducteur en cuivre OA rigide et homogène, de masse m, de longueur l, est suspendu par son extrémité supérieure en O à un axe fixe Δ, autour duquel il peut tourner sans frottement ; sa partie inférieure plonge dans une cuve contenant du mercure lui permettant de faire partie d'un circuit électrique comprenant un rhéostat et un générateur de tension continue G qui plonge dans une région où règne un champ magnétique uniforme B orthogonal au plan de la figure. En fermant l'interrupteur K, un courant électrique d'intensité I traverse le fil OA et celui-ci prend la position indiquée par le schéma ci-contre.



- 1- Représenter les forces exercées sur le fil.
- 2- Indiquer sur le schéma le sens du courant électrique.
- 3- En appliquant la condition d'équilibre à la tige, Calculer l'angle  $\alpha$  que fait le fil conducteur avec la verticale.

On donne  $I = 5A$ ,  $l=25\text{ cm}$ ,  $m=8g$  et  $\|B\| = 0,05\text{ T}$ .

### Exercice 3

On considère le dispositif suivant appelé : **Balance de Cotton**.  
Les extrémités du fil conducteur sont reliés à un générateur de tension continue débitant un courant d'intensité  $I$ . On ajoute sur le plateau une masse marquée  $m$  pour équilibrer la balance. Ainsi on remplit le tableau de valeurs suivant :

$I(A)$	0	2	4	6	8	10
$m(g)$	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2

- 1- Tracer la courbe  $m=f(I)$ .
- 2- En appliquant la condition d'équilibre à la balance, établir la relation théorique  $m=f(I)$ .
- 3- Déduire la valeur du champ magnétique  $\|B\|$ . On donne  $L=2\text{cm}$  et  $d' = 5/4.d$
- 4- Peut-on accrocher une masse  $m = 2,45g$ , sachant que le fil conducteur de la balance ne peut supporter qu'une intensité de  $12\text{ A}$ , pour que la balance soit en équilibre.

### Exercice n° 4 ( 7 pts )

On néglige les forces de frottement et le champ magnétique terrestre.

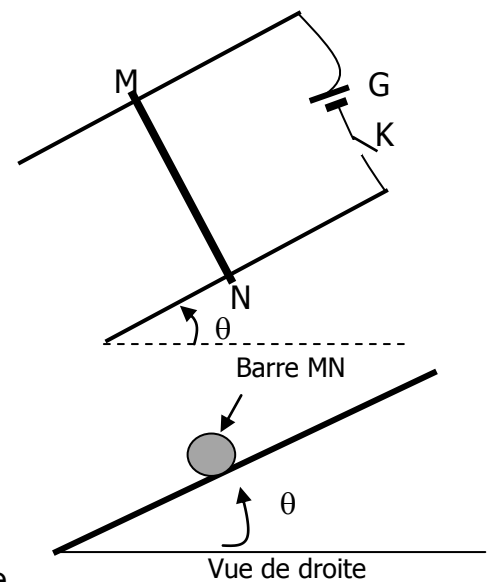
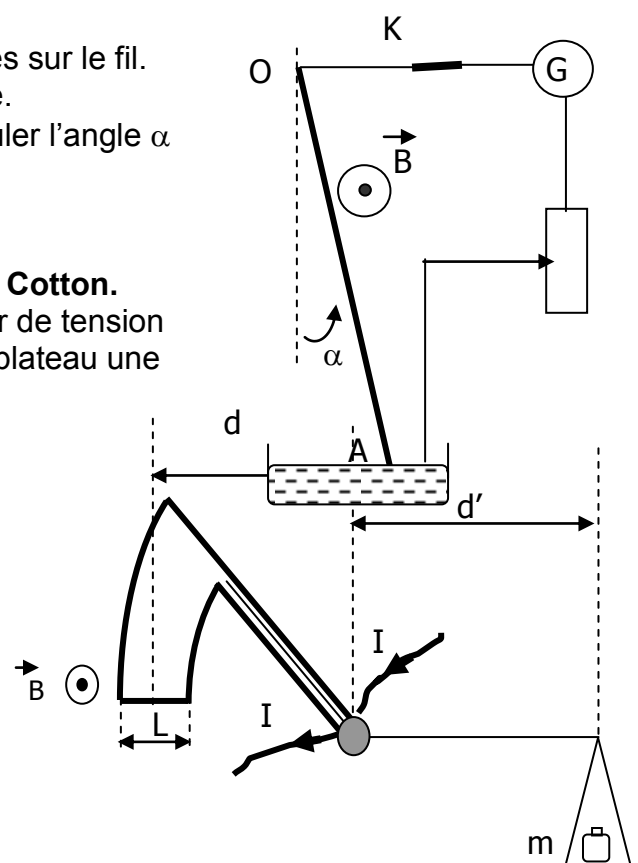
Deux barres conductrices sont disposées parallèlement suivant la ligne de plus grande pente d'un plan incliné d'un angle  $\theta$  sur l'horizontale. Elles sont distantes de  $L$ ; leurs extrémités supérieures sont reliées entre elles par un générateur  $G$  et par un interrupteur  $K$ . Une barre  $MN$  conductrice est posée perpendiculairement sur les deux barres précédentes. Le contact électrique se fait en  $M$  et  $N$ . On crée dans la région où se trouve la barre  $MN$  un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  perpendiculaire au plan des rails. On ferme  $K$ . Un courant d'intensité  $I$  circule dans le montage.

- 1- Représenter les forces exercées sur la barre  $MN$  pour qu'elle puisse être en équilibre (on peut utiliser la vue de droite). Déduire le sens de  $\vec{B}$
- 2- La barre  $MN$  a une masse  $m = 10\text{ g}$  et pour qu'elle soit en équilibre il faut que l'intensité du courant soit égale à  $I_1 = 10\text{ A}$ .
  - a- Etablir la condition la condition d'équilibre de la barre  $MN$ .
  - b- Exprimer la norme de  $\vec{B}$  en fonction de  $I_1$ ,  $L$ ,  $m$ ,  $g$  et  $\theta$  pour que la barre reste en équilibre. Montrer que  $\|\vec{B}\| = 68\text{ mT}$ . On donne :  $\theta = 20^\circ$ ;  $g = 10\text{ N/kg}$  et  $L = 0,05\text{ m}$ .

- 3- L'intensité du courant est  $I_2 = 15\text{ A}$  et on garde le champ magnétique  $\vec{B}$  précédent, on place sous la barre  $MN$  un ressort à spires non jointives, de raideur  $k$  de masse négligeable dont la direction est celle de la plus grande pente du plan incliné ( voir figure ci-contre). lorsque l'interrupteur  $K$  est ouvert la barre  $MN$  est en équilibre. On ferme l'interrupteur  $K$ , la barre  $MN$  prend une nouvelle position d'équilibre  $M'N'$  telque le ressort soit allongé de  $\Delta l = 3,36\text{mm}$ .

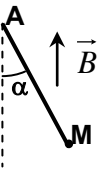
- a- Représenter les forces exercées sur la barre  $MN$  (on peut utiliser la vue de droite).

Etablir la condition d'équilibre de la barre. Déduire la valeur de la constante de raideur  $k$  du ressort.



### Exercice:5

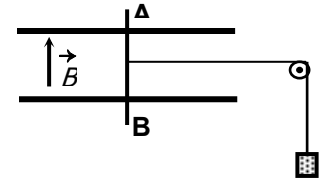
Un conducteur (AMNC) est composé de trois parties rectilignes de même masse  $m = 6g$  et de longueur  $l = 12\text{ cm}$ , formant trois côtés d'un carré pouvant tourner sans frottement autour d'un axe fixe horizontal passant par A et C. Le cadre baigne dans un champ magnétique uniforme de vecteur  $\vec{B}$ , vertical ascendant et de valeur  $0,2T$  (figure ci-contre). Parcouru par un courant continu d'intensité  $I = 1A$ , le cadre occupe la position d'équilibre dont la vue de profil est donnée par la figure ci-contre.



- 1°/Déterminer le sens du courant électrique dans le cadre.
- 2°/Déterminer la valeur de l'angle  $\alpha$ . On donne :  $\|\vec{g}\| = 9,8N.kg^{-1}$ .

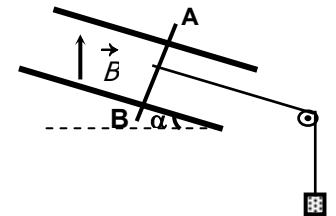
**Exercice:6**

Une tige conductrice AB, homogène, de masse  $m = 20g$  et de longueur  $10\text{ cm}$ , peut coulisser sans frottement sur deux rails parallèles, tout en restant perpendiculaire. La tige parcourue par un courant continu d'intensité  $I = 10\text{ A}$ , baigne dans un champ magnétique uniforme de vecteur  $\vec{B}$ , vertical dirigé vers le haut et de valeur réglable. On attache au milieu de la tige, un fil de masse négligeable, qui passe dans la gorge d'une poulie et qui maintient un solide de masse M.



- 1°/Le plan des rails est horizontal et le système abandonné à lui-même reste en équilibre, lorsque l'intensité du champ magnétique est  $\|\vec{B}_0\| = 0,5T$  (figure ci-contre).

- a-En déduire le sens du courant électrique dans la tige.
- b-Déterminer la valeur de la masse M. On donne :  $\|\vec{g}\| = 10\text{ N.kg}^{-1}$ .

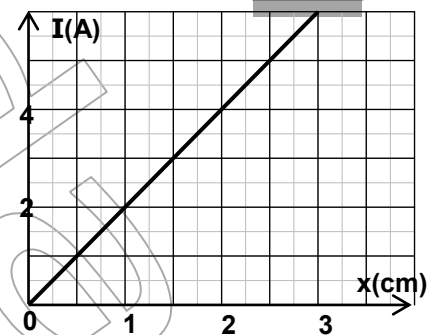
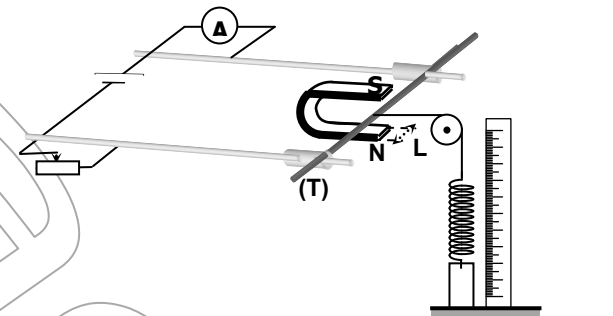


- 2°/On incline le plan des rails de l'angle  $\alpha = 30^\circ$  par rapport au plan horizontal (figure-ci contre). Le système reste en équilibre pour une intensité  $\|\vec{B}_1\|$  du champ magnétique.

Déterminer la valeur de l'intensité  $\|\vec{B}_1\|$ .

**Exercice:7**

**I-** Une tige (T) conductrice et homogène, peut coulisser sans frottement sur deux rails parallèles et horizontaux, tout en restant perpendiculaire. La tige (T) parcourue par un courant continu d'intensité I réglable, baigne dans un champ magnétique uniforme de vecteur  $\vec{B}$ , vertical crée par un aimant en U dont les branches ont une largeur  $L = 10\text{ cm}$ . On attache au milieu de la tige (T), un fil de masse négligeable, qui passe dans la gorge d'une poulie et qui est relié à un ressort vertical de raideur  $k = 10\text{ N.m}^{-1}$  (figure ci-contre). Pour différentes valeurs de l'intensité I, on mesure à l'aide d'une règle graduée l'allongement x du ressort. Les résultats des mesures ont permis de tracer la courbe de la figure ci-contre.



- 1°/Justifier théoriquement l'allure de cette courbe, en établissant la relation  $I = f(x)$
- 2°/Déterminer graphiquement la valeur du champ magnétique  $\vec{B}$  crée par l'aimant.

3°/Expliquer comment peut-on adopter ce dispositif pour pouvoir l'utiliser comme appareil de mesure de l'intensité d'un courant.

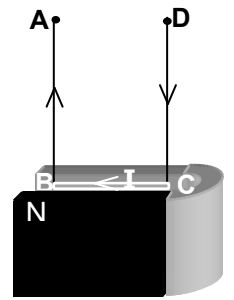
**II-** Une tige BC conductrice de longueur  $l = 10\text{ cm}$  et de masse  $m = 5g$ , est suspendue par deux fils conducteurs identiques AB et BD infiniment flexibles. La tige parcourue par un courant continu d'intensité  $I = 0,1A$ , est placée comme le montre la figure ci-contre, entre les branches d'un aimant en U où règne un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  d'intensité  $0,4T$ .

1°/Déterminer la valeur de la tension  $\vec{T}$  du fil AB. On donne :  $\|\vec{g}\| = 10 \text{ N.kg}^{-1}$ .

2°/On remplace les fils AC et BD par deux autres fils A'C' et B'D' dont la tension maximale de chacun est égale à  $2.10^{-2} \text{ N}$ .

a-Montrer que la tige ne peut pas dans ces conditions, se maintenir en équilibre.

b-Pour les mêmes éléments du dispositif, donner deux modifications possibles permettant de maintenir la tige en équilibre.



### Exercice:8

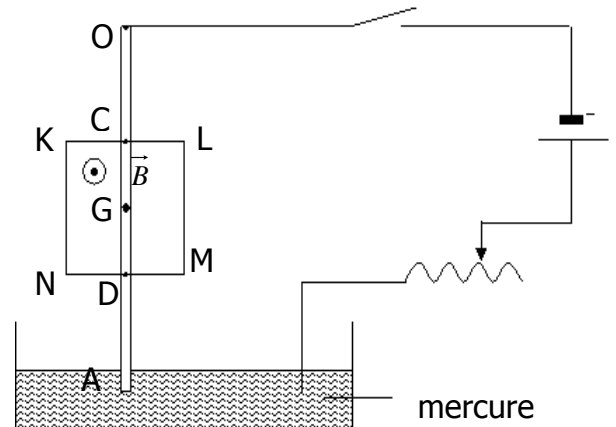
On réalise l'expérience représentée par la figure ci-dessous. La tige OA est un conducteur électrique rigide, homogène, de masse  $m = 50 \text{ g}$  et de longueur  $OA = \ell = 40 \text{ cm}$ . Elle peut osciller, dans le plan vertical, autour d'un axe horizontal passant par le point O.

Une partie CD de cette tige, de longueur  $CD = \frac{\ell}{2}$ , est

plongée dans un champ magnétique uniforme de vecteur  $\vec{B}$  d'intensité  $\|\vec{B}\| = 3,25.10^{-2} \text{ T}$ . Le champ magnétique

est délimité dans le plan vertical par le rectangle KLMN. Le centre d'inertie G de la tige se trouve au milieu de [CD].

On ferme l'interrupteur, un courant d'intensité  $I = 20 \text{ A}$  passe dans le circuit. La tige s'incline d'un angle  $\alpha$  par rapport à la verticale.



On néglige les frottements et on prend  $\|\vec{g}\| = 10 \text{ N.kg}^{-1}$ .

1°/Représenter les forces appliquées à la tige OA lorsqu'elle est en équilibre.

2°/A l'équilibre, déterminer l'angle  $\alpha$ .

### Exercice:9

Schématisons le rotor simplifié d'un moteur à courant continu. On suppose qu'il ne comporte qu'une spire formée par les conducteurs 1 et 2.

On donne :  $\|\vec{B}\| = 0,90 \text{ T}$  ;  $I = 2 \text{ A}$  ;  $L = 25 \text{ cm}$

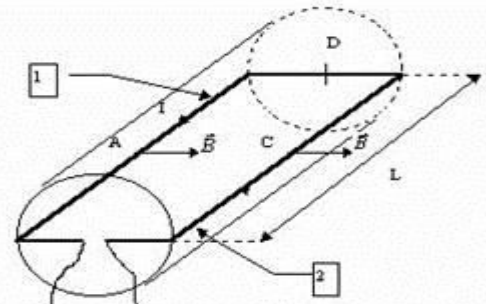
1°/En déduire la direction et le sens des forces électromagnétiques exercées aux points A, C et D, milieux de chaque partie de la spire.

2°/Quelle est l'action de ces forces sur la spire ?

3°/Calculer l'intensité des forces exercées en A, C et D.

Les représenter en précisant l'échelle.

4°/On inverse le sens du courant dans la spire.



### Exercice:10

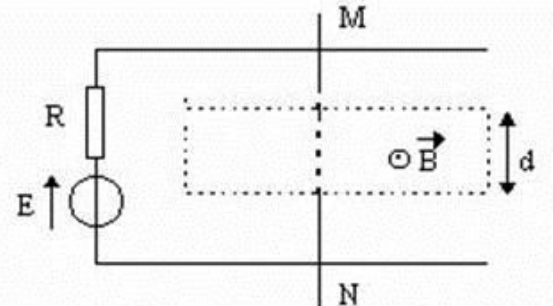
Considérons deux conducteurs parallèles formant un "rail de Laplace" sur lequel peut se déplacer une barre mobile conductrice MN selon le schéma ci-contre (vue de dessus).

Le générateur a une fém  $E = 5 \text{ V}$  et une résistance interne  $R = 5 \Omega$ , la barre MN de longueur totale  $L = 0,12 \text{ m}$  a une résistance négligeable ; elle crée un court-circuit en refermant le circuit entre les deux rails.

On place MN dans l'entrefer d'un aimant en U ( de largeur  $d = 4 \text{ cm}$  ) où règne un champ magnétique uniforme de norme  $\|\vec{B}\| = 0,1 \text{ T}$

1°/Expliquez ( et justifiez à l'aide de quelques mots et d'éventuellement un schéma) comment on doit placer l'aimant en U pour obtenir le champ magnétique tel qu'il est représenté sur la figure par le vecteur  $\vec{B}$ , c'est à dire perpendiculaire au plan du schéma (ou des rails) et dirigé vers le haut.

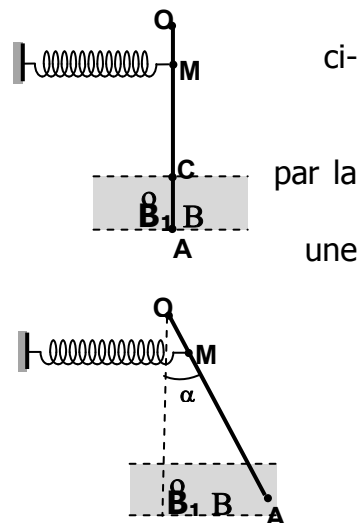
2°/Déterminez le sens et l'intensité du courant dans le circuit.



3°/Déterminez en direction, sens et grandeur la force de Laplace agissant sur la barre MN. (aidez- vous d'un schéma représentant les vecteurs significatifs)

**Exercice:11**

A l'aide d'une tige conductrice OA, de longueur 40 cm, de masse  $m = 3$  g, susceptible de tourner autour d'une axe horizontal ( $\Delta$ ) passant par l'extrémité O, un ressort horizontal, isolant de raideur  $k = 23 \text{ N. m}^{-1}$ , on réalise le dispositif schématisé contre. Le ressort est attaché à la tige en un point M situé à 10 cm de l'extrémité O. La portion AC = 10cm de la tige, baigne dans un champ magnétique qui s'étend dans une zone de largeur AC et de vecteur  $\vec{B}_1$  indiqué figure ci-contre et de valeur 0,1T.



Parcourue par un courant continu d'intensité  $I_1 = 10$  A, la tige dévie et prend nouvelle position d'équilibre faisant l'angle  $\alpha = 8^\circ$  avec la verticale (figure ci-contre). Cette déviation est considérée faible de sorte que la longueur de la portion de la tige baignant dans le champ magnétique reste sensiblement la même et que le ressort allongé reste pratiquement horizontal.

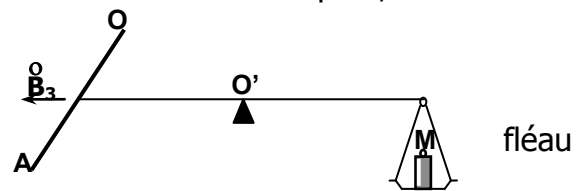
1°/Déterminer le sens du courant électrique dans la tige.

2°/Déterminer l'allongement  $x$  du ressort. On donne :  $\|\vec{g}\| = 10 \text{ N.kg}^{-1}$ .

3°/On enlève le ressort et on superpose au champ magnétique  $\vec{B}_1$ , un champ magnétique de vecteur  $\vec{B}_2$  colinéaire à  $\vec{B}_1$  et de sens opposé. La tige parcourue par le courant d'intensité  $I_1$  et baignant comme précédemment dans le champ  $\vec{B}_1$  et totalement dans le champ  $\vec{B}_2$ , s'immobilise dans la position d'équilibre faisant l'angle  $\beta = 4^\circ$  avec la verticale.

Déterminer l'intensité du champ magnétique  $\vec{B}_2$ .

4°/La tige OA est reliée maintenant, à l'une des extrémités du d'une balance, dont les bras sont isolants et de même longueur (figure ci-contre). Elle est maintenue horizontale et perpendiculaire au plan de la figure. La tige parcourue par un courant continu d'intensité  $I_2$ , baigne complètement dans un champ magnétique de vecteur  $\vec{B}_3$  horizontal, contenu dans le plan de la figure et d'intensité égale à  $5.10^{-2}$  T. Le solide de masse  $M = 4$  g, placée sur le plateau, permet d'établir la position d'équilibre horizontal du fléau.



Déterminer le sens et l'intensité  $I_2$  du courant dans la tige

b-