

**Exercice 1 :**

On considère le dispositif classique **ci-contre** :

G est un générateur de courant continu R est un résistor ;

AA' et CC' sont des tiges conductrices parallèles situées dans le

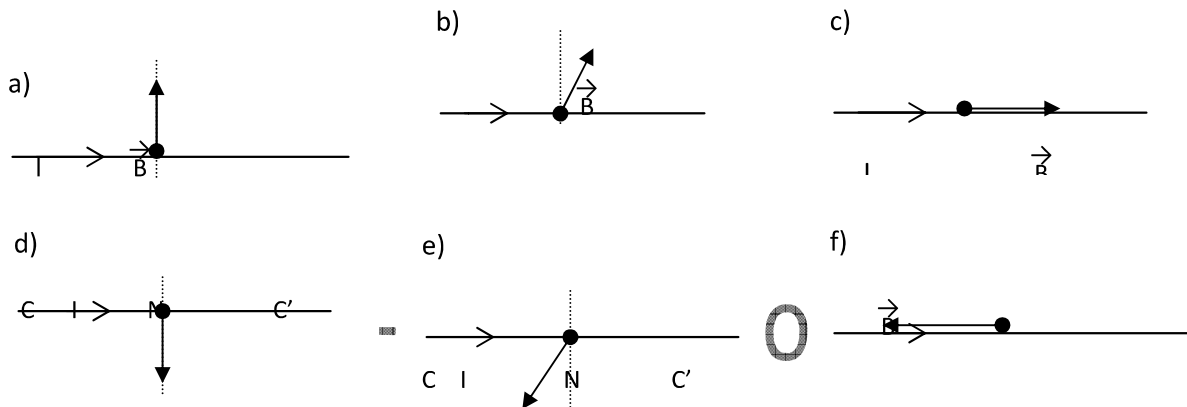
même plan horizontal ; MN est une tige de cuivre posée

perpendiculairement aux deux rails AA' et CC' ; K est un interrupteur.

L'ensemble est placé dans un champ magnétique  $\vec{B}$  uniforme.

On peut modifier la direction et le sens de  $\vec{B}$ . Le vecteur  $\vec{B}$

peut prendre successivement les directions et sens indiqués sur les croquis a, b, c, d, e et f.



1) Représenter sur chaque croquis la force électromagnétique  $F$ .

2) Dans quel (s) cas la tige MN a-t-elle tendance :

- à se déplacer vers la droite ?
- à se déplacer vers la gauche ?
- à demeurer immobile ?

**Exercice 2 :**

Une roue de rayon R plonge légèrement par sa partie inférieure dans du mercure. Elle est

plongée entièrement dans un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  perpendiculaire à son plan.

1) On « lance » dans la roue (**voir figure ci-contre**) un courant d'intensité I.

Le courant arrive par l'axe 0 et sort par le mercure : on constate que la roue tourne.

Expliquer. Préciser le sens de rotation sur une figure très claire.

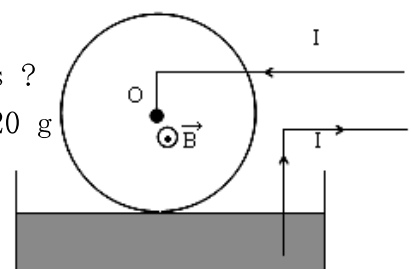
2) La roue atteint au bout d'un certain temps une vitesse constante de 90 tours/min.

Calculer le moment du couple dû aux forces résistantes.

Calculer la puissance de la force électromagnétique qui s'exerce sur la roue.

3) On coupe le courant. Au bout de combien de temps la roue s'immobilise-t-elle si les forces résistantes demeurent constantes ?

On donne :  $R = 5 \text{ cm}$  ;  $I = 5 \text{ A}$  ;  $B = 0,02 \text{ T}$  ; masse de la roue  $m = 20 \text{ g}$

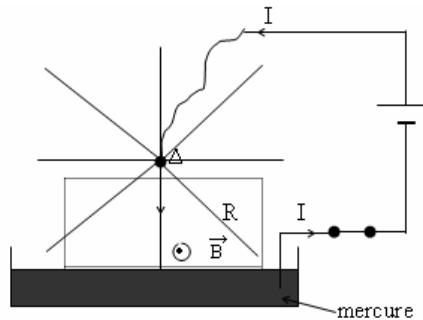


**Exercice 3 :****Roue de Barlow**

La roue est placée dans un champ magnétique uniforme

$\vec{B}$  perpendiculaire au plan de la roue. Le contact en M est ponctuel et le courant traverse la roue suivant le rayon OA.

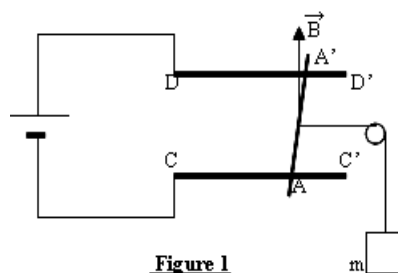
- 1) Calculer la force de Laplace et son moment par rapport à l'axe de rotation.
- 2) Calculer la puissance du moteur ainsi constitué lorsque la roue effectue  $n$  tours par seconde.

**Exercice 4:**

Une barre de cuivre AA' peut rouler sur deux rails de cuivre CC' et DD' horizontaux. C et D sont reliés aux bornes d'un générateur.

La distance entre les rails est  $d$ . Le milieu de AA' est fixé à un fil inextensible de masse négligeable passant sur la gorge d'une poulie. Le fil porte une masse  $m$  à son autre extrémité.

La tige AA' est soumise en son milieu à un champ magnétique uniforme  $B$  sur une longueur  $l = 10$  cm (5 cm de part et d'autre de son milieu).



- 1) Le vecteur  $\vec{B}$  est perpendiculaire au plan des rails (**voir figure 1**).
- 2) Lorsqu'on établit le courant, on constate que la tige AA' demeure immobile.
  - a) Faire l'inventaire des forces qui s'exercent sur la tige.
  - b) Calculer  $m$ .
- 3)  $\vec{B}$  est perpendiculaire à la tige AA' et fait un angle  $\alpha = 30^\circ$  avec la verticale passant par le milieu de AA' (**voir figure 2**). Répondre aux mêmes questions que précédemment.
- 4)  $\vec{B}$  est dans le plan des rails et fait un angle de  $\alpha = 30^\circ$  avec AA' (**voir figure 3**). Peut-on trouver une valeur de  $m$  pour laquelle AA' reste immobile.

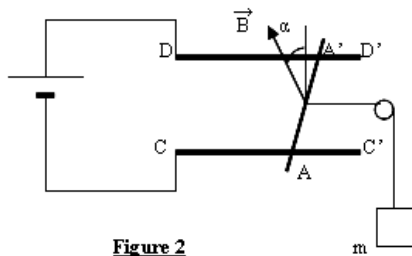


Figure 2

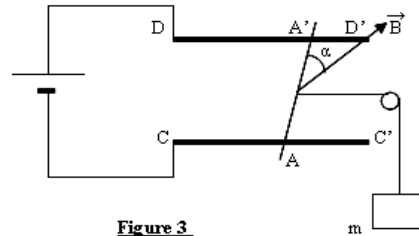


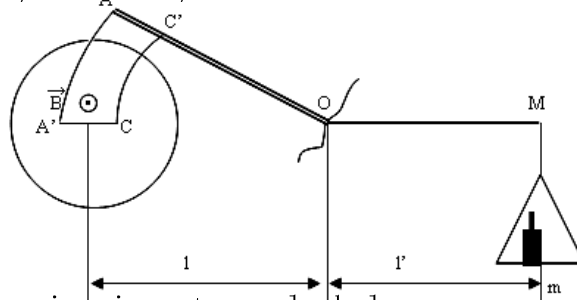
Figure 3

**Exercice 5 :**

La de Cotton était utilisé jadis pour déterminer l'intensité des champs magnétiques uniforme. MOA est un levier qui porte une plaquette isolante AA' CC' . Un fil conducteur est appliqué le long de OAA' CC' 0.

AA' et CC' sont les arcs de cercles de centre O. La balance est mobile autour de O perpendiculairement au plan de la figure et est en équilibre en l'absence de courant.

On donne :  $A'C = 2 \text{ cm}$  ;  $g = 9,8 \text{ S.I}$  ;  $l = OA'$  ; zone d'action du champ magnétique.



- 1) Préciser sur la figure les forces qui agissent sur la balance ;
- 2) Ecrire les conditions d'équilibre de la balance.
- 3) Afin de déterminer la valeur de B, on fait des mesures suivantes : pour différentes de l'intensité du courant, on détermine la valeur de la masse qu'il faut pour rétablir l'équilibre.

I (A)	0	1	2	3	4	5
m (g)	0	0,1	0,4	0,6	0,8	1

Tracer le graphe  $m = f(I)$  en précisant l'échelle. Déterminer le coefficient de la droite obtenue. En déduire B.

**Exercice 6 :**

Un conducteur rectiligne et homogène OA, de masse  $m = 12 \text{ g}$  et de longueur  $l = OA = 36 \text{ cm}$  est suspendu par son extrémité supérieure O à un point fixe.

Le conducteur peut tourner librement autour de O.

Les bornes C et D sont reliées à un générateur qui maintient dans le conducteur un courant d'intensité  $I = 7,5 \text{ A}$ .

- 1) Un champ magnétique uniforme est créé comme l'indique la figure :

la direction de  $\vec{B}$  est horizontal et le sens de l'arrière vers l'avant.

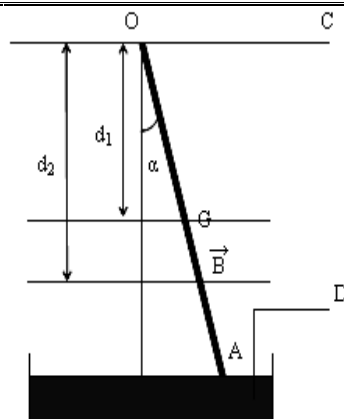
Le conducteur OA s'écarte de sa position d'équilibre d'un angle  $\alpha = 5^\circ$ .

On suppose que A est situé au voisinage de la surface du mercure.

Donner la polarité des bornes C et D.

- 2) Calculer l'intensité du champ magnétique B.

On donne :  $d_1 = 20 \text{ cm}$  ;  $d_2 = 25 \text{ cm}$ .

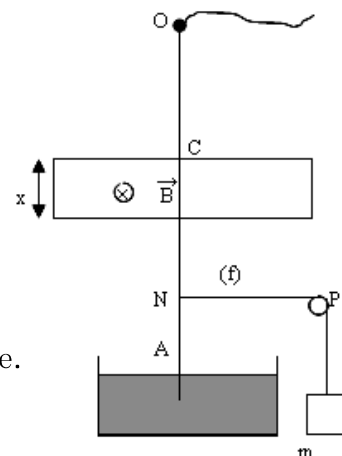


### Exercice 7:

On réalise le dispositif suivant :

- OA est une tige de cuivre de longueur  $l$  mobile autour de O et plongeant en A dans le mercure ;
- la tige est placée dans un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  sur la longueur  $x$
- $f$  est un fil inextensible de masse négligeable ;
- P est une poulie de masse négligeable ;  $m$  est une masse marquée.

La tige est maintenue initialement verticale ;



- 1) On « lance » un courant d'intensité  $I$  dans la tige : elle demeure en équilibre vertical, le entre N et P étant horizontal. Quel est le sens du courant ? Faites l'inventaire des forces qui s'exercent sur la tige et la masse  $m$ . Ecrire la condition d'équilibre de la tige. On posera  $OC = a$  et  $ON = b$

Calculer  $m$ .

- 2) On brûle le fil  $f$ , la tige dévie de  $\alpha$  par rapport à la verticale. Calculer  $\alpha$  (on supposera que la longueur de la tige placée dans le champ reste sensiblement égal à  $x$ )

**Données :**  $I = 10 \text{ A}$  ;  $l = 80 \text{ cm}$  ;  $x = 4 \text{ cm}$  ;  $b = 70 \text{ cm}$  ;  $a = 48 \text{ cm}$  ;  $B = 0,02 \text{ T}$  ; la masse de la tige est  $M = 10 \text{ g}$

### Exercice 8 :

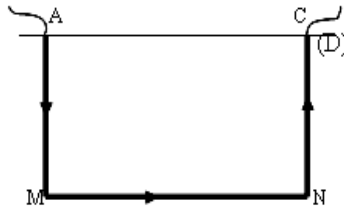
Un conducteur indéformable AMNC est composé de trois parties rectilignes de même section formant trois côté d'un rectangle. Il est mobile sans frottement autour d'un axe horizontal (D) passant par A et C.

Des fils conducteurs et souples relient a et C aux bornes d'un générateur. Le courant circule de A vers C.

- 1)  $I = 0$  : le cadre est en équilibre sous l'action de son poids et de la réaction de l'axe.

Quelle est la position d'équilibre de la tige ?

- 2)  $I$  non nul : en étudiant les forces de Laplace sur les trois côtés du cadre dans un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$ , indiquer dans lequel des trois cas suivants le cadre quitte sa position d'équilibre initial.



- a)  $\vec{B}$  est parallèle à MN, de même sens que le courant dans MN.
- b)  $\vec{B}$  est perpendiculaire au plan vertical contenant l'axe et dirigé de l'arrière vers l'avant.
- c)  $\vec{B}$  est vertical, sens de bas en haut.

Dans le cas où le cadre prend une nouvelle position d'équilibre écartée du plan vertical d'un angle  $\alpha$ , déterminer les caractéristiques de la force magnétique appliquée sur chacun des trois côtés.

Faites l'inventaire de toutes les forces appliquées au cadre. Ecrire que la somme algébrique des moments de ces forces par rapport à l'axe d est nulle ; En déduire  $\alpha$ .

**Données :**

$AM = CN = a = 6 \text{ cm}$  ;  $MN = l = 12 \text{ cm}$  ;  $I = 1 \text{ A}$  ;  $B = 0,2 \text{ T}$  ;  $g = 10 \text{ S.I}$  ;  
 masse du conducteur par unité de longueur  $\mu = 5 \cdot 10^{-2} \text{ kg/m}$ .

**Exercice 9:**

Deux rails de cuivre AA' et EE' sont inclinés par rapport au plan horizontal d'un angle  $\alpha$ . Une tige de cuivre CD peut se déplacer sans frottement le long de ces deux rails.

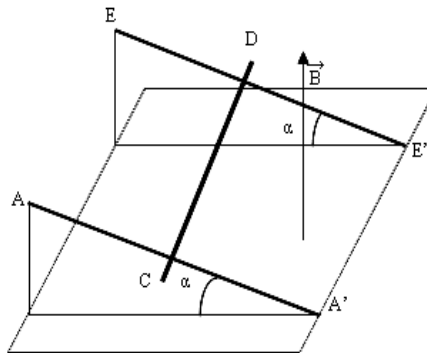
L'ensemble est plongé dans un champ magnétique  $\vec{B}$  uniforme et vertical dont le sens est donné de bas en haut. La tige CD reste perpendiculaire à AA'.

1) Donner la polarité des bornes A et E pour que la tige CD puisse rester immobile lorsqu'un courant passe dans le circuit.

2) Calculer alors l'intensité du courant.

On désigne par m la masse de CD et on donne :

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2 ; \quad B = 9,3 \cdot 10^{-2} \text{ T} ; \quad CD = l = 118 \text{ cm} ; \quad \alpha = 15^\circ ; \quad m = 10 \text{ g}$$

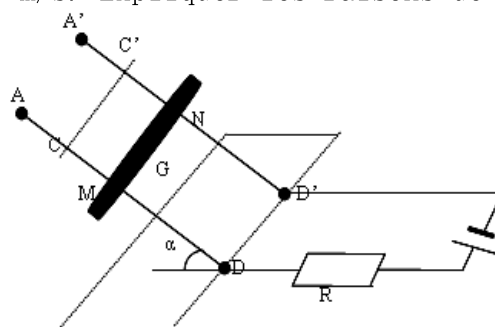


**Exercice 10 :**

Deux rails parallèles AD et A' D' , distants de 12 cm, sont disposés selon des lignes de plus grande pente d'un plan faisant un angle  $\alpha = 8^\circ$  avec le plan horizontal. Les deux rails sont reliés à un générateur électrique ; et le circuit est fermé par une tige T de masse  $m = 32 \text{ g}$  qui peut glisser sans frottement en M et en N sur les rails en restant

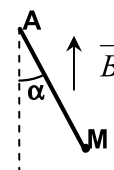
horizontale. Le circuit est alors parcouru par un courant d'intensité  $I = 2 \text{ A}$  (indépendant de la position de la tige).

- 1) Un champ magnétique uniforme et vertical  $\vec{s}$  s'exerce sur la tige
  - a) Représenter les trois forces qui s'exercent sur la barre MN.
  - b) Déterminer le sens et la norme du vecteur champ magnétique  $\vec{B}$  pour que la tige reste immobile ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).
- 2) On supprime instantanément le champ magnétique à une date  $t = 0$ . Indiquer la nature du mouvement du centre d'inertie G de la tige (situé au milieu de MN). Préciser son équation horaire jusqu'aux extrémités D et D' des rails, supposés situées dans un même plan horizontal. Calculer sa vitesse à ce moment si, à l'instant initial, elle occupe la position CC' telle que  $CD = 15 \text{ cm}$ .
- 3) En réalité, la vitesse de G est  $0,60 \text{ m/s}$ . Expliquer les raisons de la différence avec la valeur calculée précédemment.



### Exercice 11 :

Un conducteur (AMNC) est composé de trois parties rectilignes de même masse  $m = 6 \text{ g}$  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  $0,2 \text{ T}$  (figure ci-contre). Parcouru par un courant continu d'intensité  $I = 1 \text{ A}$ , le cadre occupe la position d'équilibre dont la vue de profil est donnée par la figure ci-contre.

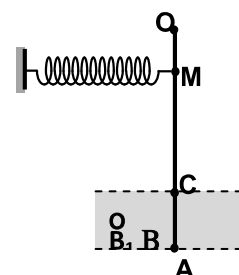


1° / Déterminer le sens du courant électrique dans le cadre.

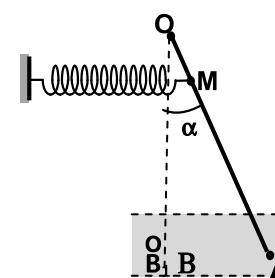
2° / Déterminer la valeur de l'angle  $\alpha$ . On donne :  $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

### Exercice 12 :

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



Parcourue par un courant continu d'intensité  $I_1 = 10 \text{ A}$ , la tige dévie et prend une 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 :  $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$ .

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 fléau 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  $5 \cdot 10^{-2} \text{ T}$ . Le solide de masse  $M = 4 \text{ g}$ , 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

### Exercice 13 :

Une tige conductrice AB, homogène, de masse  $m = 20 \text{ g}$  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  $B_0 = 0,5 \text{ T}$  (figure ci-contre).

a-En déduire le sens du courant électrique dans la tige.

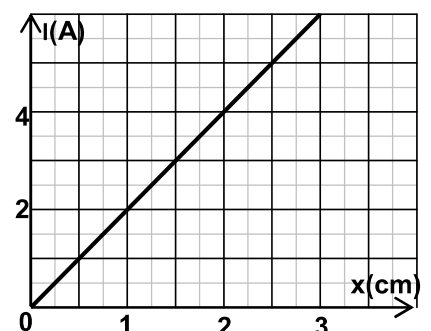
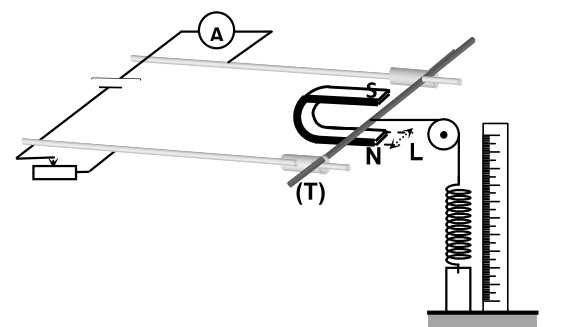
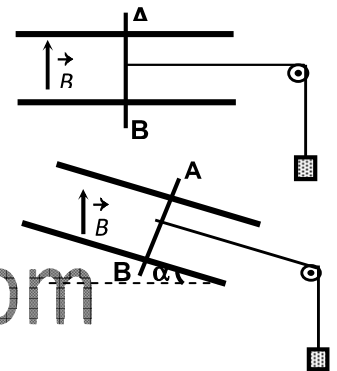
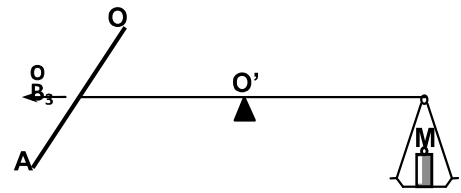
b-Déterminer la valeur de la masse  $M$ . On donne :  $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$ .

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  $B_1$  du champ magnétique.

Déterminer la valeur de l' intensité  $B_1$ .

### Exercice 14 :

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  $\vec{B}$  créé 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.

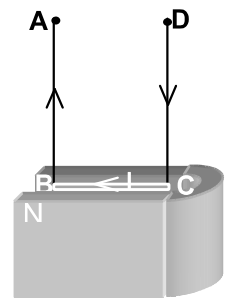
II- Une tige BC conductrice de longueur  $l = 10 \text{ cm}$  et de masse  $m = 5\text{g}$ , est suspendue par deux fils conducteurs identiques AB et BD infiniment flexibles. La tige parcourue par un courant continu d' intensité  $I = 0,1\text{A}$ , est placée comme le montre la figure ci-contre, entre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

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

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 15 :

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  $B = 0,1 \text{ T}$

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.

