

REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTERE DE L'EDUCATION ***** LYCEE SECONDAIRE DJERISSA 2022 / 2023	Séries d'exercices N°3 : Force de Laplace Date: <b>Novembre 2022</b>	
	Discipline : <i>Sciences physiques</i>	Section : 3 <sup>me</sup> Sciences-Exp 2
	Enseignant : <i>Mr. Hidri Faycel</i>	

**Résumé du cours a retenir :**

**1- Force de Laplace:**

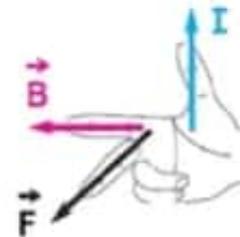
Un élément de circuit rectiligne, de longueur  $\ell$ , parcouru par un courant d'intensité  $I$  et placé dans un champ magnétique  $\vec{B}$ , est soumis à une force magnétique  $\vec{F}$  appelée **force de Laplace**.

**2- Caractéristiques de la force de Laplace :**

**Direction :** Elle est perpendiculaire au plan formé par l'élément de conducteur de longueur  $\ell$  parcouru par le courant électrique d'intensité  $I$  et la direction du vecteur champ magnétique  $\vec{B}$ .

**Sens :** Il est donné par la règle des trois doigts de la main droite :

- Le pouce indique le sens du courant électrique
- L'index indique le sens du vecteur champ magnétique
- Le majeur indique le sens du vecteur force de Laplace.



**Intensité :** Lorsque le champ magnétique est uniforme, elle est donnée par la relation.

$$\|\vec{F}\| = I \cdot \ell \cdot \|\vec{B}\| \sin \alpha \quad ; \quad \alpha = (\text{élément de conducteur}, \vec{B})$$

**3- Origine de la force de Laplace :**

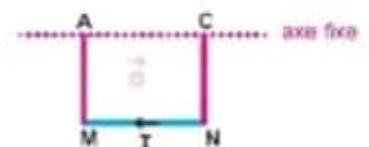
C'est le milieu du segment de longueur  $\ell$  placé dans la région où règne le champ magnétique uniforme.

**A. QUESTIONS POUR VERIFIER VOS ACQUIS :**

Choisir la (ou les) proposition(s) correcte(s) :

1°) Un conducteur rectangle (AMNC), parcouru par un courant continu et pouvant tourner sans frottement autour d'un axe fixe horizontal passant par A et C; un dispositif approprié

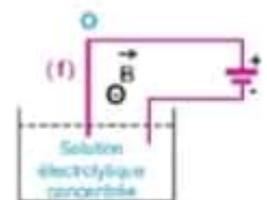
permet de faire circuler un courant  $I$  de N vers M. Placé dans un champ magnétique uniforme, le cadre quitte sa position d'équilibre stable si le vecteur champ magnétique  $\vec{B}$  :



- a - Est parallèle à (MN).
- b - Est vertical.
- c - A une direction perpendiculaire au plan vertical contenant l'axe fixe de rotation et sortant.

2°) (f) est un fil de cuivre rigide et homogène susceptible de se mouvoir dans un plan vertical autour d'un axe horizontal, perpendiculaire au plan de la figure et passant par son extrémité O. Il peut s'écarter de sa position d'équilibre si :

- a)  $I \neq 0$  et  $\|\vec{B}\| = 0$ .
- b)  $I = 0$  et  $\|\vec{B}\| \neq 0$
- c)  $I \neq 0$  et  $\|\vec{B}\| \neq 0$



3°) La force de Laplace :

a - N'est pas toujours perpendiculaire au plan formé par  $\vec{B}$  et l'élément de conducteur parcouru par le courant d'intensité  $I$ .

b - A un sens qui peut être donné par la règle des trois doigts de la main droite. c - Peut être nulle.

4°) Une barre conductrice placée sur deux rails parallèles et baignant dans un champ magnétique uniforme, le déplacement de la barre a lieu :

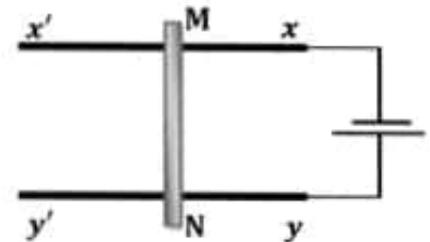
- a - Si le vecteur champ magnétique est parallèle à la barre parcourue par un courant électrique.
- b - Si la barre n'est pas traversée par un courant électrique.
- c - Si la barre est parcourue par un courant électrique, et le vecteur champ magnétique est perpendiculaire au plan formé par la barre conductrice et les rails.

## B. EXERCICES D'APPLICATIONS :

### EXERCICE N°1 :

Préciser la direction et le sens de la force  $\vec{F}$  s'exerçant sur le conducteur (MN) placé dans un champ magnétique uniforme de vecteur  $\vec{B}$  dans les cas suivants.  $MN = 0,1m$ .

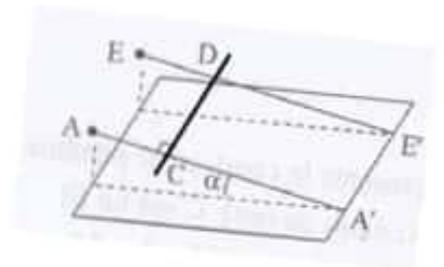
- 1°)  $\vec{B}$  perpendiculaire au plan des rails (sortant).
- 2°)  $\vec{B}$  est dans le plan des rails et de direction parallèle à ceux-ci (on distinguera deux cas).
- 3°)  $\vec{B}$  est dans le plan des rails et de direction fait un angle de  $60^\circ$  avec (MN) (sens de  $\vec{B}$  vers le haut et vers la gauche)



- Dans chaque cas dessiner le montage et les vecteurs  $\vec{B}$  et  $\vec{F}$  et calculer  $\vec{F}$  sachant que :  
 $I = 10A$ ,  $\|\vec{B}\| = 0,05T$ .

### EXERCICE N°2:

Deux rails de cuivre AA' et EE' parallèles sont inclinés par rapport à l'horizontale d'un angle  $\alpha$ . Une tige en 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 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 reste en équilibre lorsqu'un courant passe dans le circuit.

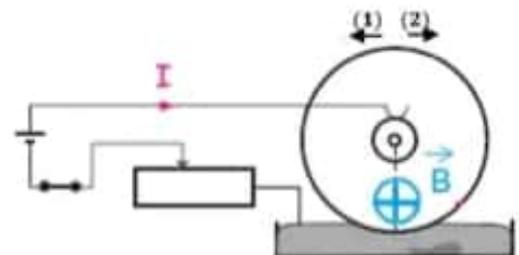
2°) Calculer alors l'intensité du courant. On désigne par m la masse de la tige.

On donne  $\|\vec{g}\| = 9,8N \cdot kg^{-1}$  ;  $\|\vec{B}\| = 9,3 \cdot 10^{-2} T$  ;  $CD = 18cm$  ;  $\alpha = 15^\circ$  et  $m = 10g$

3°) Calculer l'intensité du courant dans le cas où  $\vec{B}$  est perpendiculaire au plan des rails.

### EXERCICE N°3:

Une roue de Barlow, de rayon  $R = 80mm$ , est parcourue par un courant d'intensité  $I = 7A$ . Elle est entièrement placée dans un champ magnétique uniforme, dont la direction est perpendiculaire au plan de la roue.



1°) D'après la figure donnant le sens de  $\vec{B}$ , la roue tourne-t-elle dans le sens (1) ou le sens (2)? Justifier la réponse.

2°) Donner les caractéristiques de la force de Laplace  $\vec{F}$  qui s'exerce sur le rayon vertical de la roue.

On donne  $\|\vec{B}\| = 17,8 \cdot 10^{-3} T$ .

### EXERCICE N°4:

Une tige conductrice AB en cuivre, repose sur deux rails conducteurs parallèles et distants de  $L = 15cm$  disposés dans un plan horizontal. Le circuit ainsi formé, est parcouru par un courant continu d'intensité  $I = 9A$ , l'ensemble est plongé dans un champ magnétique uniforme  $\|\vec{B}\| = 0,5 T$ , perpendiculaire au plan des rails (vertical). (Voir la figure ci après)

1°) Représenter sur la **figure -1-** le sens du champ  $\vec{B}$  pour que la tige se déplace vers la droite, ainsi que la force de Laplace  $\vec{F}$ .

2°) Pour maintenir la tige en équilibre, on l'attache par son milieu à une masse  $M$  à l'aide d'un fil inextensible et de masse négligeable passant par la gorge d'une poulie à axe fixe et de masse négligeable. (voir **figure -2-**). L'ensemble des frottements exercés par les rails sur la tige est

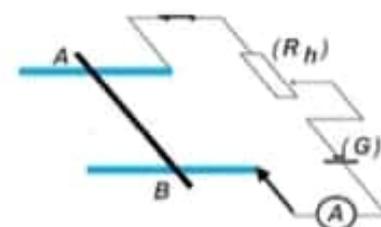


figure -1-

$\|\vec{f}\| = 0,6\text{N}$ .  $\vec{f}$  est colinéaire et opposée au mouvement de la tige AB.

a- Représenter les forces exercées sur la barre AB en équilibre, sur le schéma de la **figure-2-**.

b- Donner la condition d'équilibre de la tige AB.

c- Donner la condition d'équilibre de la masse M.

d- Déterminer la valeur de la masse  $M$  à l'équilibre.

On donne :  $\|\vec{g}\| = 9,8\text{N.kg}^{-1}$

### EXERCICE N°5:

La figure ci-contre représente le conducteur pendule dans sa position initiale. C'est un fil cylindrique et homogène de longueur  $OA = L = 30\text{cm}$  et de masse  $m = 20\text{g}$ . Il est mobile autour d'un axe ( $\Delta$ ) passant par le point  $O$  et soumis sur la distance  $d = 3\text{cm}$  à l'action d'un champ magnétique uniforme tel que  $\|\vec{B}\| = 0,1\text{T}$ . Ce champ s'applique autour du point  $M$  tel que  $OM = 20\text{cm}$ . Le courant qui parcourt le fil est dirigé dans les sens indiqués sur la figure. Son intensité vaut  $I = 6\text{A}$ .

1°) Montrer que le fil dévie en indiquant le sens de déviation.

2°) Calculer la valeur de la force de Laplace exercée sur la tige au point  $M$ .

3°) a- Représenter toutes les forces exercées sur la tige à la nouvelle position d'équilibre.

b- Ecrire la condition d'équilibre de la tige.

c- Déterminer la valeur de l'angle d'inclinaison  $\theta$ .

On supposera que l'inclinaison  $\theta$  est faible de sorte que le fil est soumis à l'action du champ magnétique sur une longueur très voisine de  $d$ .

On supposera que le point d'application de la force de Laplace  $\vec{F}$  se confond avec le point  $M$ .

### EXERCICE N°6:

Deux rails conducteurs AC et DE, parallèles et distants de  $L = 10\text{cm}$  sont disposés dans un plan horizontal. Une tige conductrice MN, de poids  $\|\vec{P}\| = 0,087\text{N}$  glisse sans frottement sur les rails en restant perpendiculaire à ces derniers. Ce dispositif plonge dans un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$ , vertical et orienté vers le haut, de valeur  $\|\vec{B}\| = 0,2\text{T}$  comme l'indique la **figure-1-**.

1°) On fait passer dans le circuit un courant d'intensité  $I_1 = 2\text{A}$ .

a- Sachant que la barre MN se déplace dans le sens de A vers C, déterminer le sens du courant en justifiant la réponse.

b- Représenter les forces exercées sur la barre MN sur le schéma de la **figure-1-**.

c- Déterminer les caractéristiques de la force de Laplace exercée sur la barre.

2°) Les deux rails sont de nouveau dans un plan horizontal. La barre est reliée à un ressort ( $R$ ) de constante de raideur  $K$  (voir **figure-2**). Dans le but de déterminer la valeur de la constante de raideur du ressort ( $R$ ), on fait varier l'intensité  $I$  du courant en utilisant le rhéostat et on mesure l'allongement  $x$  au ressort pour la même intensité  $\|\vec{B}\|$ . On trace alors la courbe  $x = f(I)$ . (voir **figure-3**)

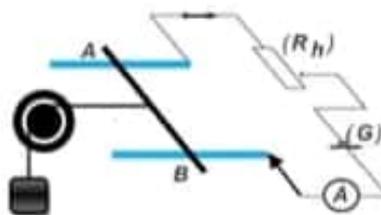
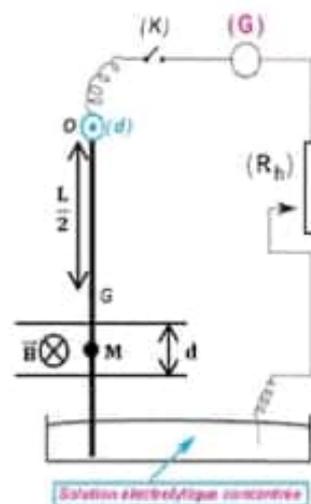


figure -2-



Solution électrostatique condensée

a- Déterminer l'équation de la droite  $x = f(I)$ .

b- Montrer que:  $x = \frac{||\vec{B}|| \cdot l \cdot l}{K}$

c- Déduire la valeur de la constante de raideur  $K$  du ressort.

3°) La tige  $MN$  est isolée du montage précédent, elle est maintenant mobile autour d'un axe horizontal passant par son extrémité  $M$ .

• La tige précédente ( $MN = l$ ) est complètement plongée dans un champ magnétique uniforme  $\vec{B}_2$  perpendiculaire au plan de la figure.

• Lorsqu'un courant d'intensité  $I_2 = 1\text{A}$  traverse la tige  $MN$ , elle dévie d'un angle  $\theta = 10^\circ$  par rapport à la verticale (voir figure-4-)

a- Déterminer, en le justifiant, le sens du vecteur champ magnétique  $\vec{B}_2$ .

b- En appliquant le théorème des moments, déterminer la valeur du vecteur  $\vec{B}_2$ .

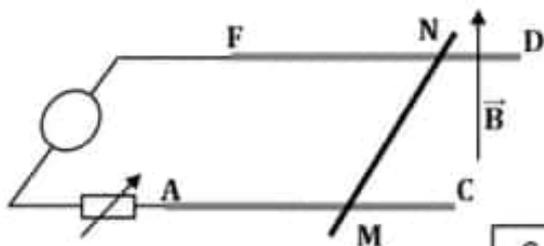


figure-1-

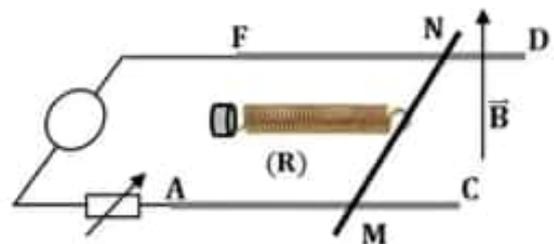


figure-2-

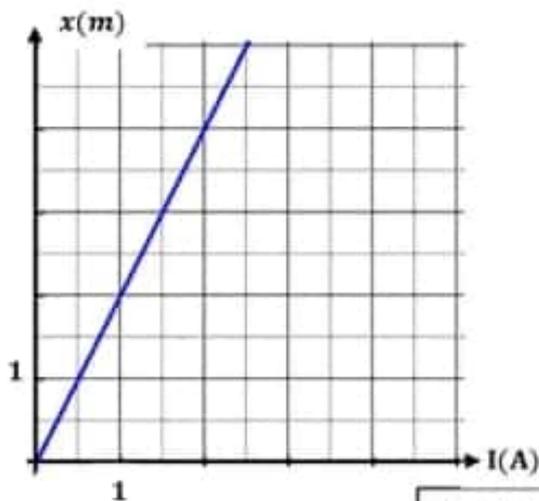


figure-3-

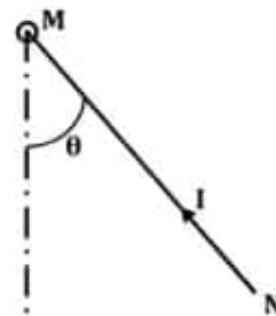


figure-4-