

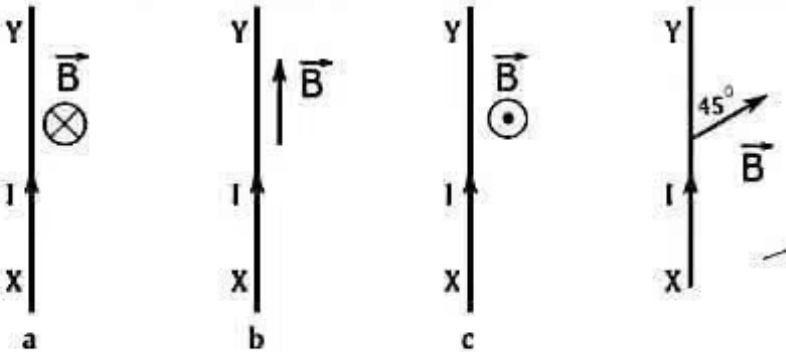
Force de La Place

Exercice 1

Un conducteur XY de longueur $L = 20\text{cm}$, parcouru par un courant d'intensité $I = 1\text{A}$ est placé dans un champ magnétique uniforme, de valeur $B = 0,01\text{ T}$

Dans chacun des cas suivants,

- Représenter la force électromagnétique qui s'exerce sur le conducteur
- Calculer l'intensité de cette force.



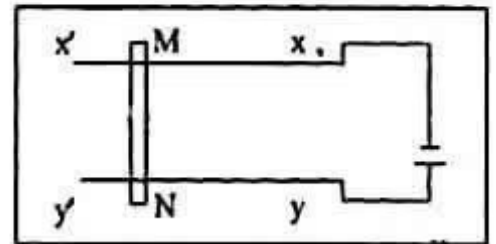
Exercice 2

Une tige conductrice MN peut glisser sans frottement sur deux rails parallèles tout en leur restant perpendiculaire.

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

Un générateur, lié aux rails, permet de faire passer dans la tige

Un courant d'intensité I .



On donne : $I = 10\text{ A}$, $\|\vec{B}\| = 0,05\text{ T}$, $MN = 0,1\text{ m}$.

Dans chaque cas dessiner le montage et les vecteurs $\vec{B}$ et $\vec{F}$ puis déterminer les caractéristiques de la force $\vec{F}$ s'exerçant sur le conducteur MN

1/ $\vec{B}$ perpendiculaire au plan des rails (sortant).

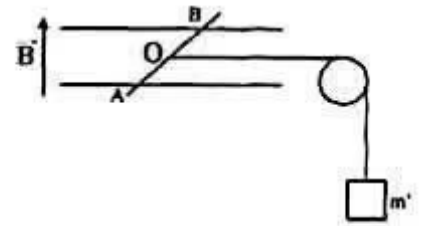
2/ $\vec{B}$ est dans le plan des rails et de direction parallèle à ceux-ci (on distinguera deux cas).

3/ B est dans le plan des rails et sa direction fait un angle de 60° avec (MN)

(sens de $\vec{B}$ vers le haut et vers la gauche).

Exercice 3

Une tige conductrice AB, homogène de masse $m = 20 \text{ g}$ et de longueur $AB = 10 \text{ cm}$, peut glisser sans frottement sur deux rails parallèles tout en leur restant perpendiculaire. L'ensemble est plongé dans un champ magnétique uniforme et vertical $\vec{B}$, orienté vers le haut et d'intensité $\|\vec{B}\| = 0,5 \text{ T}$.



Un générateur, lié aux rails, permet de faire passer dans la tige un courant d'intensité $I = 10 \text{ A}$. On attache au milieu O de la tige un fil de masse négligeable qui passe sur la gorge d'une poulie et qui supporte en sa deuxième extrémité un solide (S) de masse m' .

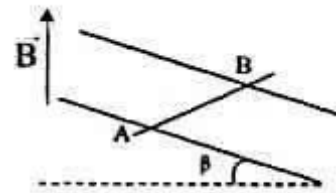
Le système abandonné à lui-même est alors en équilibre.

1/ Le plan des rails étant horizontal :

- Déterminer, les caractéristiques de la force magnétique $\vec{F}$ exercée sur la tige AB.
- En déduire le sens du courant dans la tige.
- Calculer la masse m du solide (S).

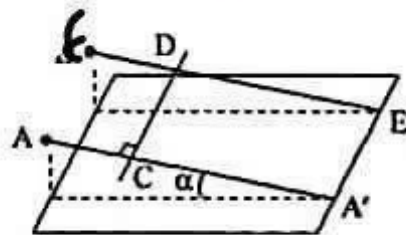
2/ On incline le plan des rails d'un angle $\beta = 30^\circ$ par rapport au plan horizontal et on enlève le fil de la poulie.

- En étudiant l'équilibre de la tige AB, déterminer la valeur de la force de Laplace.
- Déterminer l'intensité que doit avoir le champ magnétique pour que la tige puisse rester en équilibre sur les rails ?



Exercice 4

Deux rails de cuivre AA' et EE' parallèles sont inclinés par rapport à l'horizontale d'un angle α . 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: $\|\vec{g}\| = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ $\|\vec{B}\| = 9,3 \cdot 10^{-2} \text{ T}$ $CD = 18 \text{ cm}$ $\alpha = 15^\circ$ $m = 10 \text{ g}$

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

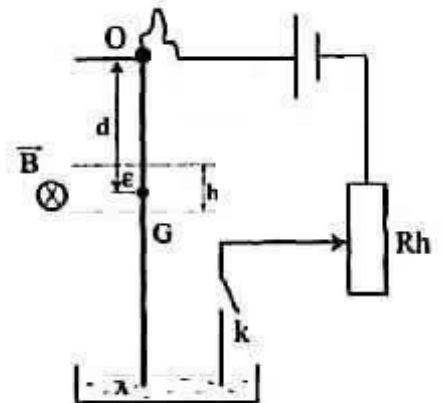
Exercice 5

Un fil conducteur en cuivre rigide et homogène de masse m , de longueur $OA = 25 \text{ cm}$, est suspendu par son extrémité supérieure à un point O autour duquel il peut tourner librement ; sa partie inférieure plonge dans une cuvette de mercure.

Un champ magnétique uniforme horizontal de valeur $\|\vec{B}\| = 10^{-2} \text{ T}$ règne sur une hauteur $h = 5 \text{ cm}$.

Le milieu E de cet espace champ magnétique est à $d = 10 \text{ cm}$ du point O .

(voir figure ci-dessous). Lorsqu'on ferme K , le fil est parcouru par un courant d'intensité $I = 5 \text{ A}$ et il prend une nouvelle position d'équilibre faisant un angle $\alpha = 6^\circ$ avec la verticale.



1/a- Déterminer les caractéristiques de la force de Laplace. b- En déduire le sens de la déviation du fil.

c- Faire un schéma du fil dans cette nouvelle position.

2/

a- Représenter les forces qui s'exercent sur le fil conducteur dans sa nouvelle position d'équilibre.

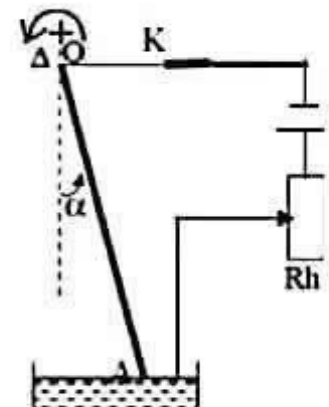
b- Donner l'expression du moment de chaque force exercée sur le fil par rapport à l'axe horizontal passant par O .

c- En appliquant le théorème des moments, déterminer la valeur de la masse m du fil conducteur.

On donne : $\|\vec{g}\| = 10 \text{ N} \cdot \text{Kg}^{-1}$

Exercice 6

Une tige conducteur en cuivre OA rigide et homogène, de masse $m = 8 \text{ g}$ de longueur $L = 25 \text{ cm}$, est suspendu par son extrémité supérieure en O . sa partie inférieure plonge dans une cuve contenant du mercure. La tige est placée dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ orthogonal au plan et de valeur $B = 0,05 \text{ T}$ elle peut tourner librement autour de O . En fermant l'interrupteur K , un courant électrique d'intensité $I = 5 \text{ A}$ traverse la tige OA et celui-ci prend la position indiquée par le schéma ci-contre

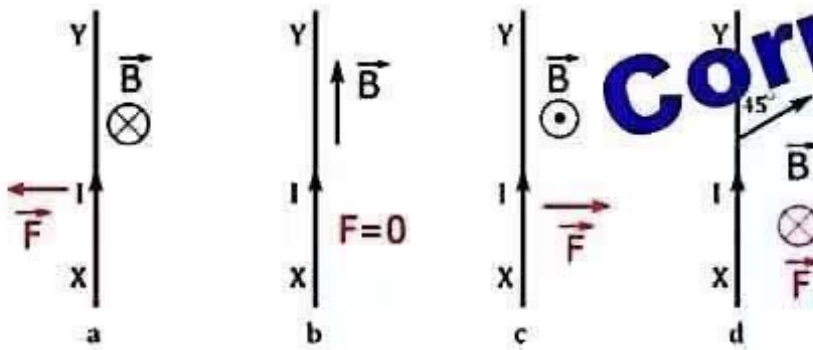


1/Représenter les forces exercées sur la tige

2/Indiquer le sens du vecteur champ magnétique

3/En appliquant la condition d'équilibre à la tige, Calculer l'angle que fait la tige conducteur avec la verticale.

Exercice 1 :



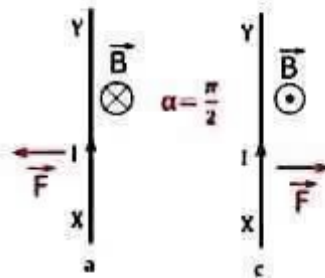
Correction

Calcul de la force électromagnétique $\|\vec{F}\| = L \cdot I \cdot \|\vec{B}\| \sin \alpha$ avec $\alpha = (\vec{L}, \vec{B})$

Pour a et c :

$$\|\vec{F}\| = 0,2 \cdot 0,01 \cdot 1 \cdot \sin \frac{\pi}{2}$$

$$\|\vec{F}\| = 2 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$



Pour d :

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

$$\|\vec{F}\| = 0,2 \cdot 0,01 \cdot 1 \cdot \sin \frac{\pi}{4}$$

$$\|\vec{F}\| = 1,41 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

Pour b :

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

$$\|\vec{F}\| = 0,2 \cdot 0,01 \cdot 1 \cdot \sin 0 = 0$$

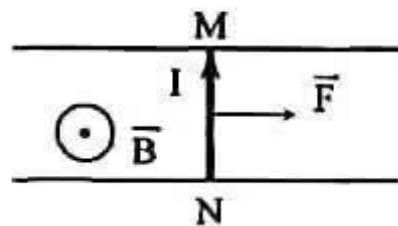
Exercice 2 :

1/

Direction : $\perp$ au plan formé par $\vec{B}$ et $\vec{MN}$

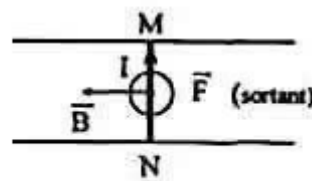
Sens : vers la droite

$$\|\vec{F}\| = I \cdot \|\vec{B}\| \cdot MN \cdot \sin 90^\circ = 10 \cdot 0,05 \cdot 0,1 = 0,05 \text{ N}$$

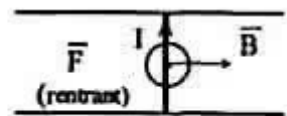


2/

$$\vec{F} \begin{cases} \text{Direction : } \perp \text{ au plan des rails} \\ \text{Sens: 1}^{\text{er}} \text{ cas : sortant} \\ \quad \quad \quad \text{2}^{\text{ème}} \text{ cas : rentrant} \\ \|\vec{F}\| = I \cdot \|\vec{B}\| \cdot MN \cdot \sin 90^\circ = 0,05 \text{ N} \end{cases}$$



Cas 1



Cas 2

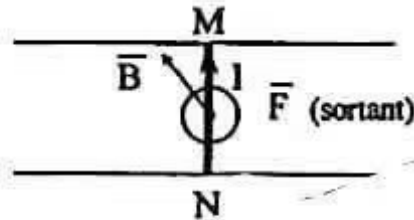
3/

$\vec{F}$

Direction : $\perp$ au plan des rails

Sens : sortant

$$\begin{aligned}\|\vec{F}\| &= I \|\vec{B}\| MN \sin 60^\circ \\ &= 0,05 \\ &= 0,0433 \text{ N}\end{aligned}$$



Exercice 3 :

1/

1/a- Système { tige } Bilan des forces : $\vec{P}$, $\vec{R}_A$, $\vec{R}_B$, $\vec{F}$ et $\vec{T}$

La tige en équilibre $\vec{P} + \vec{R}_A + \vec{R}_B + \vec{F} + \vec{T} = \vec{0}$

Projection selon $x'x$: $\|\vec{F}\| = \|\vec{T}\|$

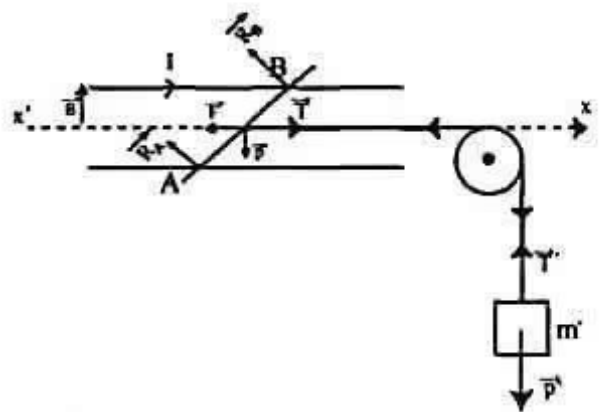
Pour que la tige reste en équilibre $\vec{F}$ et $\vec{T}$ doivent être directement opposées.

$$\text{D'où } \vec{F} \begin{cases} \text{origine: milieu de la tige AB} \\ \text{direction: } \perp \text{ plan (tige, } \vec{B} \text{)} \\ \text{sens: opposé à } \vec{T} \\ \text{valeur: } \|\vec{F}\| = I \cdot \ell \|\vec{B}\| = 0,5 \text{ N} \end{cases}$$

b- En appliquant la règle de l'observateur d'Ampère

(ou la règle de la main droite) on déduit le sens de I : de B vers A .

c- Système {C'} $\vec{P} + \vec{T} = \vec{0} \Rightarrow \|\vec{F}\| = \|\vec{T}\|$



Le fil et la poulie sont de masse négligeable $\Rightarrow \|\vec{T}\| = \|\vec{T}'\|$

ce qui donne $\|\vec{P}'\| = \|\vec{T}_1\|$

$$\Rightarrow m' \|\vec{g}\| = \|\vec{F}\| \Rightarrow m' = \frac{\|\vec{F}\|}{\|\vec{g}\|} \Rightarrow m' = 0,05 \text{ kg}$$

2/Bilan des forces $\vec{P}$; $\vec{R} = \vec{R}_A + \vec{R}_B$; $\vec{F}$

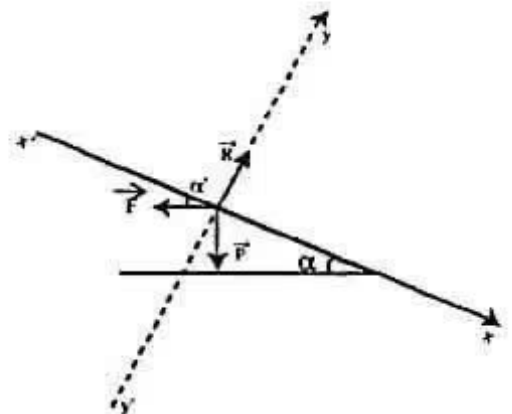
Condition d'équilibre $\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = \vec{0}$

Projection selon $x'x$: $\|\vec{P}\| \sin \alpha - \|\vec{F}\| \cos \alpha = 0$

$$m \cdot \|\vec{g}\| \cdot \sin \alpha = \|\vec{F}\| \cos \alpha$$

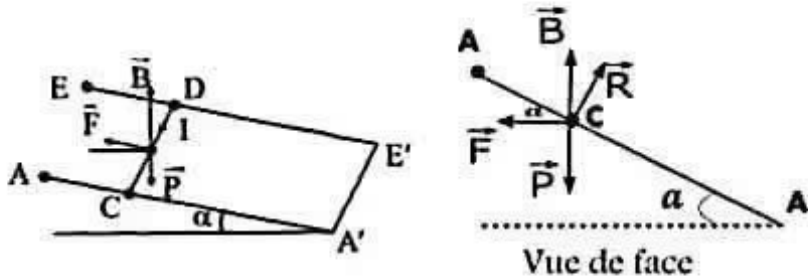
$$\Rightarrow \|\vec{F}\| = m \cdot \|\vec{g}\| \cdot \tan \alpha$$

$$\|\vec{F}\| = 0,115 \text{ N}$$



$$I \cdot \ell \parallel \vec{B} \Rightarrow \|\vec{B}\| = \frac{I\vec{F}}{I \times \ell} \Rightarrow \|\vec{B}\| = 0,115 \text{ T}$$

Exercice 4 :



1/ D'après la règle d'observateur d'Ampère le courant est de D vers C donc

E borne (+)

A borne (-)

2/ La tige à l'équilibre $\Rightarrow \vec{F} + \vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$

Projection sur (AA') $\|\vec{F}\| \cdot \cos \alpha - \|\vec{P}\| \cdot \sin \alpha = 0$

$$\|\vec{F}\| = \|\vec{P}\| \cdot \tan \alpha$$

$$I \cdot \|\vec{B}\| \cdot CD = m \|\vec{g}\| \tan \alpha$$

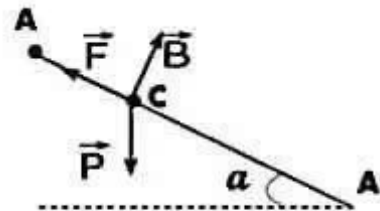
$$I = \frac{m \|\vec{g}\| \cdot \tan \alpha}{\|\vec{B}\| \cdot CD} = \frac{10^{-2} \cdot 9,8 \cdot \tan 15}{9,3 \cdot 10^{-2} \cdot 0,18} = 1,56 \text{ A}$$

3/ $\vec{B} \perp$ au plan des rails $\Rightarrow \vec{F} //$ au rails

La tige à l'équilibre $\Rightarrow \vec{F} + \vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$

Projection $\|\vec{F}\| = \|\vec{P}\| \cdot \sin \alpha$

$$I = \frac{m \|\vec{g}\| \cdot \sin \alpha}{\|\vec{B}\| \cdot CD} = \frac{10^{-2} \cdot 9,8 \cdot \sin 15}{9,3 \cdot 10^{-2} \cdot 0,18} = 1,51 \text{ A}$$



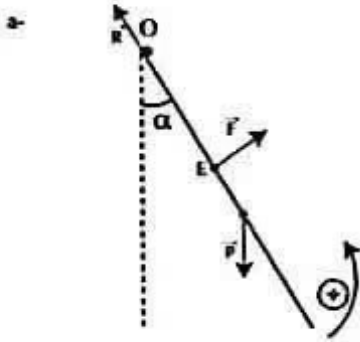
Exercice 5 :

1 a- force $\vec{F}$

origine: E direction: perpendiculaire au plan (tige, $\vec{B}$) sens: donné par la règle de l'observateur d'Ampère (voir figure) valeur:

$$\begin{aligned} \|\vec{F}\| &= I l \cdot \|\vec{B}\| \text{ avec } \ell = h \\ &= 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ N} \end{aligned}$$

b- Le fil dévie dans le sens de $\vec{F}$ (voir figure)



b- En tenant compte du sens positif choisi arbitrairement on a :

$$M_{\vec{R}/\Delta} = 0 \text{ (coupe l'axe)}$$

$$M_{\vec{F}/\Delta} = \|\vec{F}\| \cdot OE = \|\vec{F}\| \cdot d$$

$$M_{\vec{P}/\Delta} = -\|\vec{P}\| \cdot OG \cdot \sin \alpha$$

c- Le théorème des moments :

$$\text{La tige est en équilibre : } M_{\vec{R}/\Delta} + M_{\vec{F}/\Delta} + M_{\vec{P}/\Delta} = 0$$

$$\Rightarrow \|\vec{F}\| \cdot d - \|\vec{P}\| \cdot OG \cdot \sin \alpha = 0$$

$$m \cdot \|\vec{g}\| \cdot OG \cdot \sin \alpha = \|\vec{F}\| \cdot d$$

$$\Rightarrow m = \frac{\|\vec{F}\| \cdot d}{\|\vec{g}\| \cdot OG \cdot \sin \alpha}$$

$$m = 1.9 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

Exercice 7 :

1/Le bilan des forces extérieures appliquées à la tige

Le système étudié la tige OA

- le poids $\vec{P}$ de la tige ;
- la réaction $\vec{R}$ de l'axe
- la force de Laplace $\vec{F}$: normale avec la tige et de même sens que le sens positif du rotation.

Remarque :

La tige peut tourner sans frottement, donc l'action du mercure sur la tige est négligeable

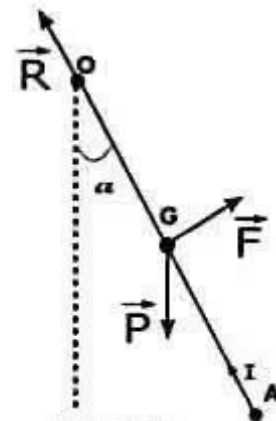


FIGURE 1

2/le sens du vecteur champ magnétique

- sens du vecteur champ magnétique le sens vers l'avant du plan



3/

En appliquant la condition d'équilibre à la tige,

À l'équilibre, la somme des moments des forces appliquées au fil est donc nulle :

$$M_A(\vec{P}) + M_A(\vec{R}) + M_A(\vec{F}) = 0$$

$M_A(\vec{R}) = 0$ car la droite d'action de la force R passe par Δ

$$M_A(\vec{P}) = -\|\vec{P}\| \cdot OM = -m \|\vec{g}\| \cdot OG \cdot \sin \alpha = -m \cdot \|\vec{g}\| \cdot \frac{L}{2} \cdot \sin \alpha$$

$$M_A(\vec{F}) = \|\vec{F}\| \cdot OG = \|\vec{F}\| \cdot \frac{L}{2}$$

$$-m \cdot \|\vec{g}\| \cdot \frac{L}{2} \cdot \sin \alpha + 0 + \|\vec{F}\| \cdot \frac{L}{2} = 0$$

Donc

$$\sin \alpha = \frac{\|\vec{F}\|}{m \cdot \|\vec{g}\|}$$

La norme de la force de Laplace est

AN :

$$\sin \alpha = \left(\frac{5 \times 25 \cdot 10^{-2} \times 0,05}{8 \cdot 10^{-3} \times 9,8} \right) = 0,79 \quad \text{donc} \quad \alpha = 52,86^\circ$$