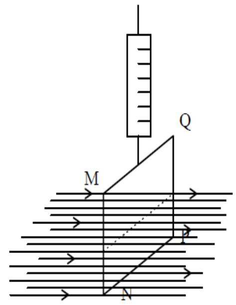
Actions d'un champ magnétique

1. Action sur un cadre ☺



Un cadre carré MNPQ, de côté a = 5,0 cm, comportant N = 100 tours d'un fil conducteur est suspendu à un dynamomètre. Sa moitié inférieure est plongée dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ dont les lignes de champ, horizontales, sont perpendiculaires au plan du cadre et orientées selon la figure ci-contre.

Lorsqu'il ne passe aucun courant dans le cadre, le dynamomètre indique 2,5 N.

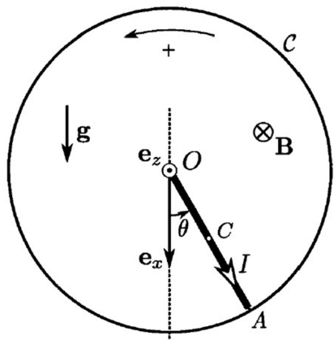
Lorsqu'il passe un courant d'intensité I = 0,5 A, le dynamomètre indique 3,0 N.

1- Représenter clairement le sens du courant dans le cadre, ainsi que les forces de nature électromagnétique qui s'exercent sur chaque côté du cadre. Que peut-on dire de l'action des forces qui s'exercent sur les côtés verticaux ?

2- Quelle est l'intensité B du champ magnétique agissant sur la partie inférieure du cadre ?

3- Quelle serait l'indication du dynamomètre si le cadre était totalement plongé dans le champ magnétique ?

2. Oscillations d'un pendule ☺☺ *(d'après ICNA 2019)*



On étudie dans le référentiel du laboratoire de repère d'espace $R(O, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$ où $\vec{e}_x$ désigne la verticale descendante, un pendule constitué d'une tige conductrice homogène OA, de longueur l = OA = 15 cm et de masse m = 10g, fixée en O à une liaison pivot supposée parfaite, d'axe $\vec{e}_z$. On repère la position de la tige par l'angle θ, orienté dans le sens direct qu'elle forme avec la verticale descendante.

La tige est parcourue par une intensité I réglagle dont la source n'est pas représentée. La continuité du circuit est assurée par un cerceau conducteur C, de centre O, fixe dans R et orthogonal à $(O\vec{e}_z)$.

Le cerceau est en contact avec la tige grâce à un balai situé à son extrémité A. Le balai glisse sans frottement sur le cerceau.

Ce pendule est placé dans un champ magnétique uniforme et stationnaire $\vec{B} = -B_0 \vec{e}_z$ avec $B_0 > 0$. On note C le milieu du segment AO.

Le moment d'inertie de la tige vaut $J = \frac{m l^2}{3}$.

On suppose l'intensité de la pesanteur uniforme de valeur g = 10m.s^{-2}.

1) Lorsque I = 0, établir, en fonction des données, l'expression de la période T_0 des petites oscillations de la barre . Faire l'application numérique.

2) Désormais, I ≠ 0. Exprimer le moment M_L de la force de Laplace par rapport à l'axe Oz s'exerçant sur la tige

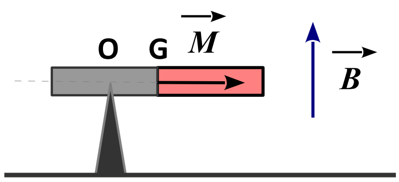
3) L'équation du mouvement se met sous la forme : $\ddot{\theta} + \omega_0^2 \sin\theta = k\,\omega_0^2$ où ω_0 et k sont deux constantes temporelles. Déterminer ces deux constantes.

4) La tige ne possède de positions d'équilibre que si $B_0 < B_M$. Déterminer B_M.

5) On note n_e, le nombre de positions d'équilibre de la tige lorsque $B_0 < B_M$ et n_s le nombre de positions d'équilibre stables. Déterminer n_e et n_s.

6) Déterminer le fréquence des petites oscillations autour de la position d'équilibre stable.

3. Aimant en équilibre ☺☺



Un aimant très fin, de moment magnétique $\vec{M}$, de masse m, repose en équilibre sur une pointe en O. Il est soumis à l'action d'un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ et à la gravité, de direction opposée au champ magnétique. Évaluer la distance d = OG pour que l'aimant reste en équilibre horizontal. Rep : $d = \frac{MB}{mg}$.

4. Petites oscillations d'un aimant ☺☺

Un aimant homogène, de moment magnétique $\vec{M}$, de moment d'inertie J par rapport à son centre de gravité G est libre de tourner autour de G dans un plan horizontal. Il est soumis à l'action d'un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ horizontal.

1) L'aimant est légèrement tourné par rapport à sa position d'équilibre, tout en restant dans le plan horizontal puis lâché. Quelle est la période des oscillations ultérieures ?

2) Afin d'en déduire la valeur du champ magnétique $\vec{B}$, sans connaître ni le moment d'inertie ni le moment magnétique de l'aimant, on ajoute au champ magnétique $\vec{B}$ un champ magnétique $\vec{B}'$ créé par une bobine longue. On place d'abord la bobine telle que $\vec{B}$ et $\vec{B}'$ soient parallèles et de même sens, on mesure alors la période T_1 des oscillations . On change ensuite le sens du courant dans la bobine et on mesure la nouvelle période des oscillations T_2. En déduire B en fonction de l'intensité B' du champ créé par la bobine et le rapport T_1 / T_2 sachant que B < B'. *Rep :1)* $T = 2\pi\sqrt{\frac{J}{MB}}$; *2)* $B = B'\frac{1-\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2}{1+\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2}$