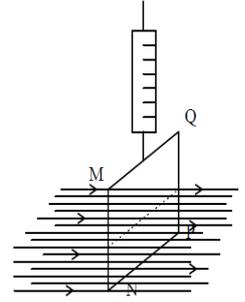


1. Action sur un cadre ☺

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. Mesure d'un champ magnétique à l'aide d'une balance de Cotton ☺☺

(d'après concours commun Mines-Ponts PSI 2016)

Le référentiel terrestre est considéré comme galiléen. On rappelle que $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$.

La photo d'un modèle de balance de Cotton est placée ci-contre. Ce type de balance, destinée à la mesure de champ magnétique, a été mis au point par Aimé Cotton en 1900.



Elle est constituée de deux fléaux. L'un, à gauche, comprend sur sa périphérie, un conducteur métallique qui sera parcouru par un courant et dont une partie sera placée dans le champ magnétique, uniforme et permanent, à mesurer.

Le conducteur sera soumis à des forces de Laplace et la balance penchera du côté de ce fléau. L'autre comporte un plateau sur lequel on peut déposer des masses marquées pour équilibrer la balance et déduire ainsi la norme du champ magnétique. Le schéma de principe de la balance est représenté sur la figure 1.

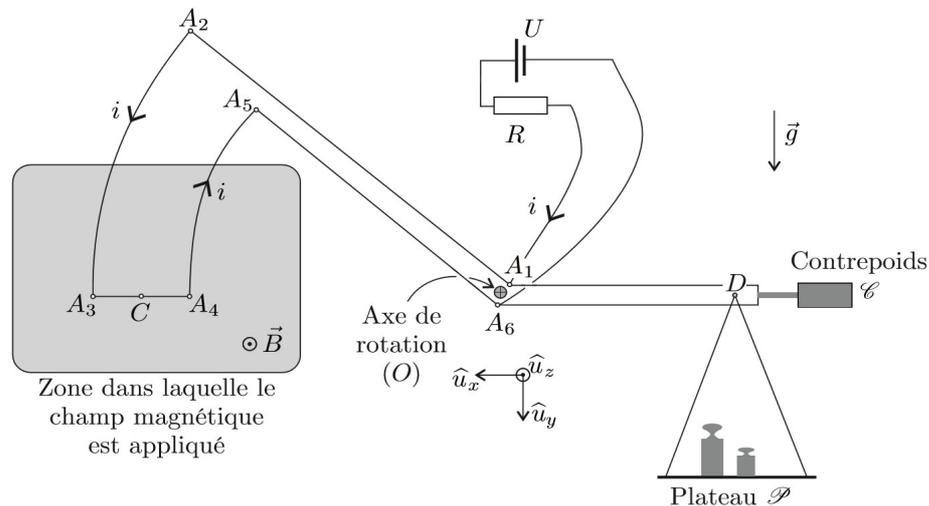


FIGURE 1 – Schéma de principe de la balance

Sur le fléau dessiné à gauche, les conducteurs permettent le passage d'un courant d'intensité i , selon le parcours $A_1 \rightarrow A_2 \rightarrow A_3 \rightarrow A_4 \rightarrow A_5 \rightarrow A_6$. Les portions de circuit A_2A_3 et A_4A_5 sont **des arcs de cercle** de même centre O .

L'ensemble des deux fléaux constitue un système rigide, mobile sans frottement, autour d'un axe horizontal passant par le point O et noté Oz .

On désigne par C le milieu du segment A_3A_4 et D le point de suspension du plateau.

On note d_1 la distance OC entre les points O et C , d_2 la distance OD entre les points O et D et ℓ la longueur du segment A_3A_4 .

La procédure de mesure est la suivante :

- Équilibrage « à vide »: en l'absence de courant i et de masses marquées dans le plateau, le contrepoids C est déplacé de façon à ce que la balance soit à l'équilibre, les trois points C, O et D étant alignés sur l'horizontale.
- Mesure du champ : on ferme le circuit électrique, ce qui permet au courant d'intensité i de circuler « dans la balance », le fléau de gauche penche vers le bas; on ajoute alors des masses dans le plateau jusqu'à ce que la balance soit à l'équilibre, les trois points C, O et D étant alignés sur l'horizontale.

1. Lorsque l'équilibrage à vide est réalisé, faire le bilan des forces s'exerçant sur la partie mobile de la balance, en déduire par application du théorème du moment cinétique en O que son centre de masse, G, est situé à la verticale du point O.
2. Lorsque le courant circule « dans la balance », montrer que le moment en O de la force de Laplace s'exerçant sur tout élément de longueur $d\vec{l}$ des parties en arc de cercle est nul. En déduire que le moment résultant en O sur les parties en arc de cercle est nul.
3. A l'équilibre, en présence de courant et de champ magnétique, établir l'expression du moment en O de la force de Laplace s'exerçant sur la partie $A_3 A_4$.
4. A l'équilibre, en présence de courant et de champ magnétique, établir l'expression du moment en O du poids des masses marquées. En déduire la relation liant $B = \|\vec{B}\|$, la somme m des masses marquées posées sur le plateau, i , ℓ , d_1 , d_2 et le module g du champ de pesanteur \vec{g} .
5. La sensibilité de la balance étant de $\delta m = 0,05\text{g}$, déterminer l'incertitude δB résultante pour $i = 10\text{A}$, $g = 10\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$, $\ell = 5\text{cm}$ et $d_1 = d_2 = 10\text{cm}$. En comparant cette valeur avec une ou des références connues, conclure quant à l'utilisabilité de la balance.