

TD S7 : Action d'un champ magnétique

Table des matières

1	Canon magnétique	1
2	Aimant en équilibre	1
3	Balance de Cotton	2
4	Équilibre d'un cadre	2

1 Canon magnétique

On considère le circuit électrique plan de la figure 1, dans lequel le conducteur MN de masse $m = 600 \text{ g}$ peut glisser sans frottement et sans que le contact électrique soit rompu, sur les conducteurs QQ' et PP' .

L'ensemble est placé dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ normal au plan du circuit. La distance entre les rails est $\ell = 10 \text{ cm}$.

Le circuit est alimenté par une source de courant stationnaire I .

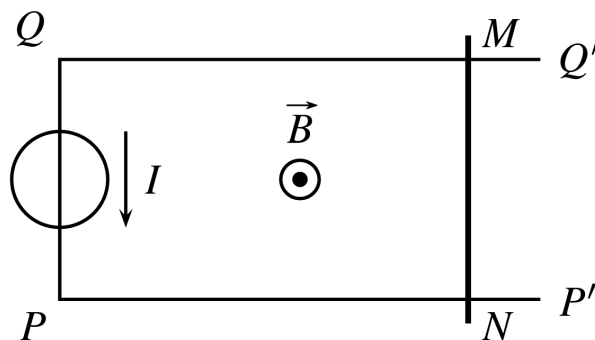


Figure 1 : Canon magnétique

1.1. Déterminer la valeur de B pour qu'on puisse accélérer la masse initialement immobile jusqu'à une vitesse $v_1 = 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ sur une distance $d = 3 \text{ m}$ si on peut produire un courant $I = 10 \text{ A}$.

2 Aimant en équilibre

Un aimant très fin représenté figure 2, de moment magnétique $\vec{M}$ et de masse m , est en contact avec une pointe verticale en un point O différent de son centre de gravité G . Il est soumis à l'action d'un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ et à son poids.

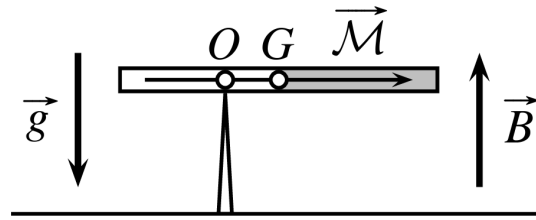


Figure 2 : Aimant à l'équilibre

2.1. Quelle doit être la distance $d = OG$ pour que l'aimant soit en équilibre en position horizontale ?

3 Balance de Cotton

La balance de Cotton (figure 3) était jadis utilisée pour mesurer des champs magnétiques uniformes. Elle est constituée de deux parties rigidement liées l'une à l'autre en O . La partie de droite est une tige à l'extrémité de laquelle est attachée un plateau supportant une masse m . La partie de gauche est constituée d'un support rigide qui soutient un circuit parcouru par le courant d'intensité i . Dans la zone grisée où règne le champ magnétique, les conducteurs aller et retour sont des arcs de cercles de centre O , reliés par une portion horizontale de longueur L . La balance peut tourner dans le plan vertical autour du point O , mais est utilisée à l'équilibre, dans la configuration du schéma. À vide, c'est-à-dire sans champ magnétique ni masse m , elle est à l'équilibre et le bras de droite est parfaitement horizontal.

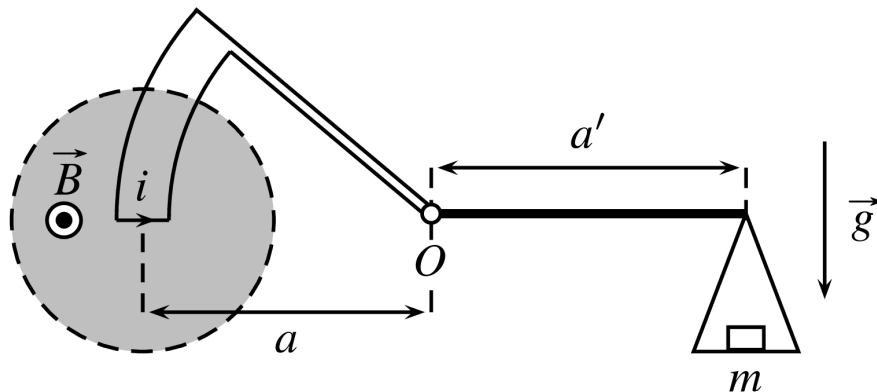


Figure 3 : Balance de Cotton à l'équilibre

3.1. Calculer le moment en O des forces de Laplace qui s'exercent sur la balance.

3.2. En déduire le lien entre B et m .

3.3. Application numérique pour $a = a' = 25 \text{ cm}$, $L = 2,0 \text{ cm}$, $m = 10 \text{ g}$, $i = 3,0 \text{ A}$ et $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

4 Équilibre d'un cadre

Un cadre conducteur rectangulaire (figure 4), de largeur a et longueur b , tourne sans frottement autour d'un axe horizontal Δ coïncidant avec l'un de ses grands côtés. La masse du cadre est m , son moment d'inertie par rapport à Δ est J . Un dispositif, non représenté sur la figure,

impose un courant d'intensité I constante dans le cadre.

Le cadre est placé dans un champ magnétique uniforme et stationnaire $\vec{B}$, horizontal et perpendiculaire à l'axe Δ . Sa position est repérée par l'angle θ entre son plan et le plan vertical contenant Δ .

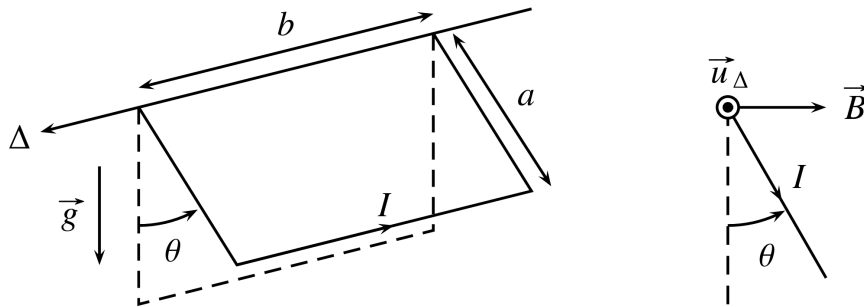


Figure 4 : Cadre conducteur parcouru par un courant et placé dans un champ magnétique

4.1. Quelle est la position d'équilibre θ_0 ?

4.2. On écarte légèrement le cadre de sa position d'équilibre. Exprimer la pulsation des petites oscillations alors observées en fonction de J , a , b , I , B , m et g .