

## FORCES DE LAPLACE INDUCTION

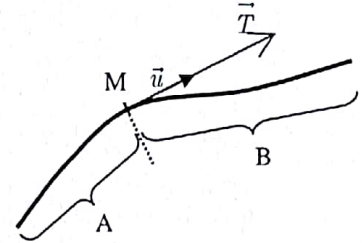
1. Une spire circulaire de rayon  $a = 10^{-2}$  m, parcourue par un courant d'intensité  $i = 10$  A, est placée dans un champ magnétique uniforme, perpendiculaire à son plan, de module  $B = 1$  T. Quelle est la tension (mécanique) du fil constituant la spire ? On pourra étudier l'équilibre d'une moitié (demi-cercle) de la spire ou bien d'une portion infinitésimale.

On rappelle que la tension en un point M d'un fil souple est définie par la propriété suivante :

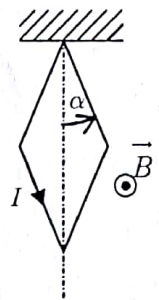
Le point M partage ce fil en deux parties A et B. L'action mécanique de contact de la partie B sur la partie A peut être modélisée par une force :

- appliquée en M,
- colinéaire à la tangente au fil en M (vecteur unitaire  $\vec{u}$ ),
- toujours attractive.

Cette force  $\vec{T} = \vec{F}_{B \rightarrow A} = T \vec{u}$  est nommée la tension du fil en M.  $T \geq 0$  dépend a priori de M.



2. Un losange articulé, formé de 4 tiges identiques de masse  $m$  de longueur  $l$ , parcouru par un courant d'intensité constante  $I$ , est suspendu par un de ses sommets. Il est plongé dans un champ magnétique  $\vec{B}$  uniforme horizontal perpendiculaire à son plan. Les articulations sont sans frottements. On souhaite étudier l'équilibre du losange (on tient compte d'un champ de pesanteur uniforme).



a. Quelle serait la forme d'équilibre du losange en l'absence de  $\vec{B}$  ?

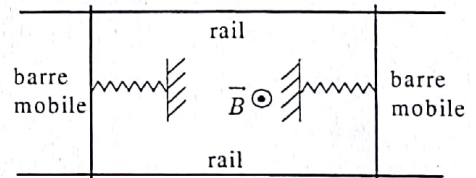
b. Représenter les forces de Laplace. Quel est leur effet sur la forme du losange ?

Compte tenu du fait que le champ magnétique est uniforme, on peut montrer que les forces de Laplace sont associées à l'énergie potentielle  $-\vec{\mathcal{M}} \cdot \vec{B}$  où  $\vec{\mathcal{M}}$  est le moment dipolaire magnétique du circuit électrique.

c. Quelle serait la forme d'équilibre en l'absence de champ de pesanteur ?

d. Quelle est la forme d'équilibre si on tient compte du champ de pesanteur et de  $\vec{B}$ . Cet équilibre est-il stable ?

3. Deux barres métalliques identiques (masse  $m$ , longueur  $l$ , résistance  $R/2$ ) reposent sans frottements sur deux rails excellents conducteurs parallèles placés dans un plan horizontal et distants de  $l$ . Les barres sont fixées à des ressorts identiques de raideur  $k$  et restent orthogonales aux rails. L'ensemble est plongé dans un champ magnétique uniforme vertical. On abandonne les barres dans une position initiale quelconque. Étudier leurs mouvements.



4. a. Un dipôle magnétique est placé sur l'axe d'une spire circulaire. Calculer le flux du champ magnétique créé par le dipôle à travers la spire (on choisira soigneusement une surface s'appuyant sur le cercle). Exprimer le résultat en fonction de  $\alpha$ .

b. En déduire l'inductance mutuelle  $M$  entre deux spires circulaires coaxiales dont l'une est de rayon très faible.

c. Par exploitation de la symétrie des coefficients d'inductance mutuelle, en déduire le champ magnétique créé par une spire circulaire en un point quelconque de son axe.

d. Un aimant de moment dipolaire magnétique  $\vec{\mathcal{M}}$  se déplace à la vitesse constante  $\vec{v}$  le long de l'axe d'une spire circulaire de rayon  $a$ . Calculer la force électromotrice induite dans la spire.

e. Un aimant, aligné sur l'axe d'une spire circulaire, est immobile. On note  $R$  la résistance de la spire et  $L$  son inductance propre. On retourne l'aimant. Quelle est la quantité d'électricité totale induite dans la spire (c'est-à-dire passée en un point de la spire) ?

