

Force de Lorentz – Force de Laplace

Force de Lorentz – Force électromagnétique sur une particule

Une particule de charge q au point M animée d'une vitesse \vec{v} dans un référentiel \mathcal{R} et soumise à un champ électrique \vec{E} et à un champ magnétique \vec{B} subit une force \vec{F} , appelée **force de Lorentz** :

$$\vec{F} = q(\vec{E}(M, t) + \vec{v}(M / \mathcal{R}) \wedge \vec{B}(M, t))$$

Ne pas confondre :

- **Lorentz sur une particule ;**
- **Laplace sur un conducteur**



Force de Laplace – Force magnétique sur un conducteur

Un conducteur A_1A_2 parcouru par un courant d'intensité I de A_1 vers A_2 et plongé dans un champ \vec{B} , subit des forces magnétiques dont la résultante s'appelle **force de Laplace** et s'écrit :

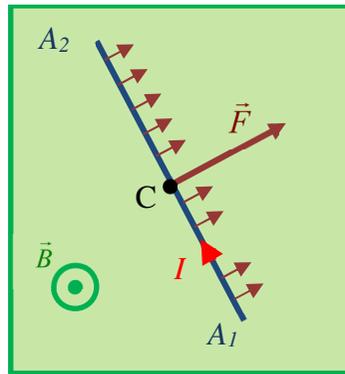
$$\vec{F} = \int_{A_1}^{A_2} I d\vec{\ell} \wedge \vec{B}$$

Où $d\vec{\ell}$ représente un déplacement élémentaire le long du conducteur orienté dans le sens du courant I .

Dans le cas d'un conducteur **rectiligne indéformable** A_1A_2 parcouru par I de A_1 vers A_2 et plongé dans un champ \vec{B} **uniforme**, la force de Laplace s'écrit :

$$\vec{F} = I \overrightarrow{A_1A_2} \wedge \vec{B}$$

On admet par ailleurs que **tout se passe comme si la résultante était appliquée au milieu C du conducteur**.



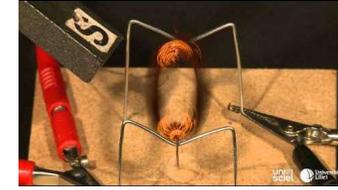
Principe d'un moteur électrique à courant continu (DC motor)

Prérequis : dipôle magnétique (moment dipolaire magnétique, couple subi dans un champ magnétique extérieur).

Introduction

(vidéo 1 : attention, le commentateur dit force de Lorentz au lieu de force de Laplace à un moment)

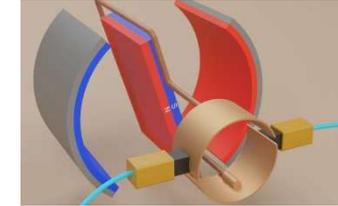
<https://youtu.be/UG28ptvdV6g>



Principe détaillé

(vidéo 2 : attention le commentateur utilise la règle de la main gauche)

<https://youtu.be/CWulQ1ZSE3c>



Exercice

Un cadre carré de côté a parcouru par un courant d'intensité I constante est plongé dans un champ magnétique \vec{B} uniforme et constant.

Ce cadre peut tourner librement autour de l'axe Oz mais ne coulisse pas le long de l'axe (liaison pivot idéale), le poids est donc compensé par une force de liaison.

Déterminer les actions mécaniques subies par le cadre (résultante des forces et moment résultant) en fonction des paramètres du problème (a, I, B, α) :

- ✓ en effectuant un bilan des forces de Laplace s'exerçant sur le cadre ;
- ✓ en définissant et en utilisant le moment dipolaire magnétique associé au cadre.

