

TITRE DE LA LEÇON : LE FLUX MAGNETIQUE

Discipline : Sciences physiques

Sous-discipline : physique

Cycle : Lycée

-

Niveaux : Première C et D

- **Résumé du cours**

I. Flux magnétique

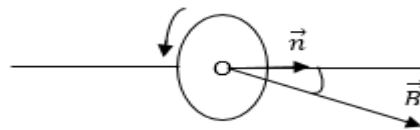
Le flux Φ du champ magnétique \vec{B} à travers une surface d'aire S est défini par : $\Phi = \vec{B} \cdot \vec{n} \cdot S$

On rappelle que le produit scalaire de deux vecteurs \vec{U} et \vec{V} est défini par la relation

$\vec{U} \cdot \vec{V} = U \cdot V \cos(\vec{U}, \vec{V})$; avec (\vec{U}, \vec{V}) l'angle formé par \vec{U} et \vec{V} . La relation précédente peut donc s'écrire :

$$\Phi = B \times S \times \cos(\vec{n}, \vec{B}).$$

Avec Φ en Webers (Wb), B en Tesla (T) et S en mètre carré (m^2).



II. Flux coupé ou balayé

1) Loi de Laplace

Une portion de conducteur de longueur L , parcourue par un courant d'intensité I et placée dans un champ magnétique \vec{B} uniforme, est soumise à une force électromagnétique \vec{F} dite force de Laplace.

Les caractéristiques de \vec{F} sont : point d'application : milieu de la portion de conducteur ; direction : droite orthogonale au plan formé par le conducteur et le champ \vec{B} ; sens : donné par la règle des trois doigts de la main droite ; intensité : $F = I \cdot L \cdot B \cdot \sin \alpha$

Avec F en newton (N), I en ampère (A), B en tesla (T) et L en mètre (m) ; α est l'angle formé par les vecteurs \vec{L} (vecteur de norme L orienté dans le sens du courant) et \vec{B} .

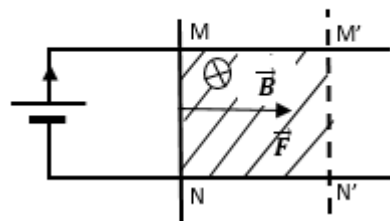
2) Expression du flux coupé ou balayé

Un conducteur MN parcouru par un courant est placé dans un champ magnétique uniforme \vec{B} ; il glisse sur deux rails horizontaux, sous l'action de la force de Laplace \vec{F} .

Lorsque MN se déplace, il balaie la surface

$S = MN \times MM'$ et le flux $\Phi = \vec{B} \cdot \vec{n} \cdot S = B \times S$ est appelé **flux coupé** ou **flux balayé**.

Vecteur orthogonal au plan de la feuille et orienté vers l'arrière



III. Travail des forces électromagnétiques (Loi de Maxwell)

Lorsqu'un circuit se déplace dans un champ magnétique \vec{B} , le travail des forces électromagnétiques qui s'exercent sur lui est égal au produit de l'intensité du courant par la variation du flux magnétique qui le traverse :

$$W_{\vec{F}} = I \times (\Phi_2 - \Phi_1)$$

Avec $W_{\vec{F}}$ en Joules (J), I intensité en Ampères (A), Φ_1 le flux magnétique à la position initiale, Φ_2 le flux magnétique à la position finale en Webers (Wb).

• **Exercice résolu**

Deux rails de Laplace horizontaux et situés à une distance $d = 5,0$ cm l'un de l'autre sont reliés aux bornes d'un générateur. Une tige mobile est placée perpendiculairement sur les deux rails constituant ainsi un circuit électrique fermé, parcouru par un courant d'intensité $5,0$ A. L'ensemble est plongé entièrement dans un champ magnétique vertical uniforme d'intensité $B = 0,20$ T (Cf. schéma ci-dessus). La tige se déplace sous l'effet de la force électromagnétique. Calcule le travail de cette force pour un déplacement $MM' = 10$ cm.

Solution

D'après la loi de Maxwell, $W_{\vec{F}} = I \times (\phi_2 - \phi_1)$, avec $\phi_2 - \phi_1 = B \times d \times MM'$, ce qui donne

$$W_{\vec{F}} = I \times B \times d \times MM' = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ J.}$$

• **Exercice d'application**

On considère deux rails horizontaux distants de $MN = 10$ cm sur lesquels est placé un conducteur MN faisant un angle $\alpha = 60^\circ$ avec la direction des rails. Sous l'action de la force électromagnétique \vec{F} , le conducteur se déplace d'une longueur $MM' = 5$ cm parallèlement à lui-même.

Supposons que la surface S balayée par MN est entièrement logée dans un champ magnétique vertical uniforme \vec{B} de valeur $B = 10^{-2}$ T et sachant que $I = 10$ A.

- 1- Calcule le flux d'induction coupé par MN .
- 2- Dédus le travail de la force électromagnétique.