

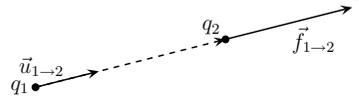
# Mouvement de charges dans un champ $(\vec{E}, \vec{B})$

## I – Force subie par une charge

La force subie par un point matériel de charge  $q$  plongé dans un champ électromagnétique est la *force de LORENTZ* qui s'écrit :

- LOI 
$$\vec{f} = q \left( \vec{E}(M(t)) + \vec{v}(t) \wedge \vec{B}(M(t)) \right) \quad \text{avec}$$
- $\vec{v}(t)$  la vitesse du point matériel par rapport au référentiel d'étude
  - $\vec{E}(M(t))$  et  $\vec{B}(M(t))$  les champs  $\vec{E}$  et  $\vec{B}$  à l'endroit  $M(t)$  où se trouve le point matériel à l'instant  $t$

La force exercée par une charge immobile  $q_1$  sur une autre charge immobile  $q_2$  s'écrit :

- LOI 
$$\vec{f}_{1 \rightarrow 2} = \frac{q_1 q_2}{4 \pi \epsilon_0 r^2} \vec{u}_{1 \rightarrow 2} = \frac{q_1 q_2}{4 \pi \epsilon_0} \times \frac{M_1 M_2}{M_1 M_2^3}$$
- 

La force de COULOMB est une force newtonienne qui s'écrit :

- LOI 
$$\vec{f} = -\frac{k}{r^2} \vec{u}_r \quad \text{avec} \quad k = -\frac{q_1 q_2}{4 \pi \epsilon_0}$$

La force de COULOMB peut-être attractive ou répulsive.

Le champ magnétique créé par une charge en mouvement est tel que :

- LOI 
$$B_{\text{créé}} \propto \mu_0 \times \frac{q_{\text{source}} v_{\text{source}}}{r^2}$$

Valeurs fondamentales :

- LOI
- charge élémentaire :  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C
  - masse de l'électron :  $m_e = 9 \cdot 10^{-31}$  kg
  - masse du proton :  $m_p = 1,7 \cdot 10^{-27}$  kg

- LOI Au niveau des particules élémentaires, le poids sera toujours négligeable devant la force de LORENTZ.

- LOI La force de LORENTZ est conservative s'il n'y a pas de champ magnétique et que le champ électrique ne dépend pas du temps. Dans ces conditions, une charge  $q$  possède l'énergie potentielle
- $$E_p = qV$$

La force de COULOMB dérive de l'énergie potentielle

- LOI 
$$E_p = \frac{q_1 q_2}{4 \pi \epsilon_0 r} \quad \text{où}$$
  
 $r$  est la distance entre les deux charges.

- LOI La trajectoire d'une particule dans un champ électrique **uniforme** et **constant** est une parabole ou une droite suivant les conditions initiales.

- DÉF 
$$\omega_c = \frac{|q| B}{m}$$
 est appelée la *pulsation cyclotron*.

- LOI La trajectoire d'une particule dans un champ magnétique uniforme et constant  $\vec{B}$  est hélicoïdale d'axe la direction de  $\vec{B}$  et de rayon  $R = \frac{m v_{\perp}}{|q| B}$  où  $v_{\perp}$  est la composante de la vitesse dans le plan orthogonal à  $\vec{B}$ .

- LOI La trajectoire d'un point matériel dans un champ de force newtonien est hyperbolique et s'écrit

$$r(\theta) = \frac{p}{e \cos(\theta - \theta_0) - 1}$$

## II – Étude du courant électrique

- DÉF Un *courant électrique* est un déplacement de charges, quelles que soient ces charges : électrons, ions, protons, ...

Le vecteur densité de courant volumique  $\vec{j}$  est défini par :

$$\vec{j} \triangleq \sum_i n_i q_i \vec{v}_i$$

DÉF

- $n_i$  est la densité volumique du porteur de charge  $i$  ;
- $q_i$  est la charge d'un porteur  $i$  ;
- $\vec{v}_i$  est la vitesse d'ensemble des porteurs  $i$ .

LOI

$$[\vec{j}] = (\text{A}).(\text{m})^{-2}$$

LOI

Dans un conducteur de section droite  $S$ , l'intensité s'écrit

$$i = j \times S$$

L'intensité qui passe à travers une section  $\mathcal{S}$  est le flux du vecteur densité de courant volumique à travers cette surface :

DÉF

$$i = \iint_{P \in \mathcal{S}} \vec{j}(P) \cdot d\vec{S}_P$$

LOI

Dans le modèle de DRÛDE,  $\tau$  représente la durée caractéristique de perte énergétique, durée assimilable à la durée entre deux chocs successifs.

Dans les bons conducteurs  $\tau \simeq 10^{-14}$  s.

DÉF

La *mobilité*  $\mu$  d'un porteur de charge est définie par :

$$\vec{v} \triangleq \mu \vec{E}$$

où  $\vec{v}$  est la vitesse d'ensemble du porteur considéré.

LOI

Pour un matériau conducteur, la loi d'OHM locale s'écrit :

$$\vec{j} = \gamma \vec{E}$$

où  $\gamma$  est la *conductivité* du matériau en  $\text{S.m}^{-1}$ .

LOI

Pour un élément de volume de longueur  $d\ell$  dans le sens de  $\vec{j}$  et de section  $dS$  orthogonalement à  $\vec{j}$  la résistance élémentaire vaut :

$$dR = \frac{1}{\gamma} \frac{d\ell}{dS}$$

LOI

Pour un conducteur rectiligne de section constante  $S$ , la résistance s'écrit :

$$R = \frac{1}{\gamma} \times \frac{\ell}{S} \quad \text{où :}$$

- $\gamma$  est la conductivité du matériau ;
- $\ell$  est la longueur totale du conducteur considéré ;
- $S$  est la section du conducteur.

LOI

La force de LAPLACE subie par un élément de volume  $d\mathcal{V}$  parcouru par un courant de densité  $\vec{j}$  s'écrit :

$$d\vec{f}_L = d\mathcal{V} \vec{j} \wedge \vec{B}$$

LOI

La force de LAPLACE élémentaire s'exerçant sur une portion de circuit de longueur  $d\ell$  parcourue par un courant d'intensité  $i$  plongé dans un champ magnétique  $\vec{B}$  s'écrit :

$$d\vec{f}_L = i d\vec{\ell} \wedge \vec{B} \quad \text{où :}$$

$d\vec{\ell}$  est dans le sens de la flèche représentant  $i$ .

LOI

Le centre de masse n'est **pas** le point qui subit toutes les forces.