

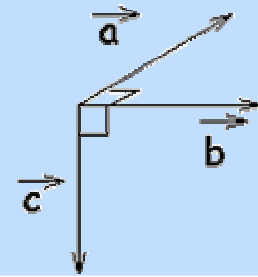
I Force magnétique de Lorentz.

Rappel sur le produit vectoriel

\vec{c} produit vectoriel de \vec{a} et de \vec{b}

$\vec{c} = \vec{a} \wedge \vec{b}$ avec : $\vec{c} \perp \vec{a}$ et $\vec{c} \perp \vec{b}$, c tel que $(\vec{a}, \vec{b}, \vec{c})$ trièdre direct

$$\|\vec{c}\| = \|\vec{a}\| \times \|\vec{b}\| \times \sin(\widehat{a,b})$$



La force responsable des incurvations de la trajectoire des électrons dans un champ magnétique est appelée force de Lorentz (physicien Hollandais 1853-1928). Elle dépend de la valeur du champ, de la vitesse des particules et de leur charge.

Une particule de charge q , animée d'une vitesse \vec{v} , dans une région où règne le champ magnétique \vec{B} , subit la force \vec{F} définie par le produit vectoriel suivant :

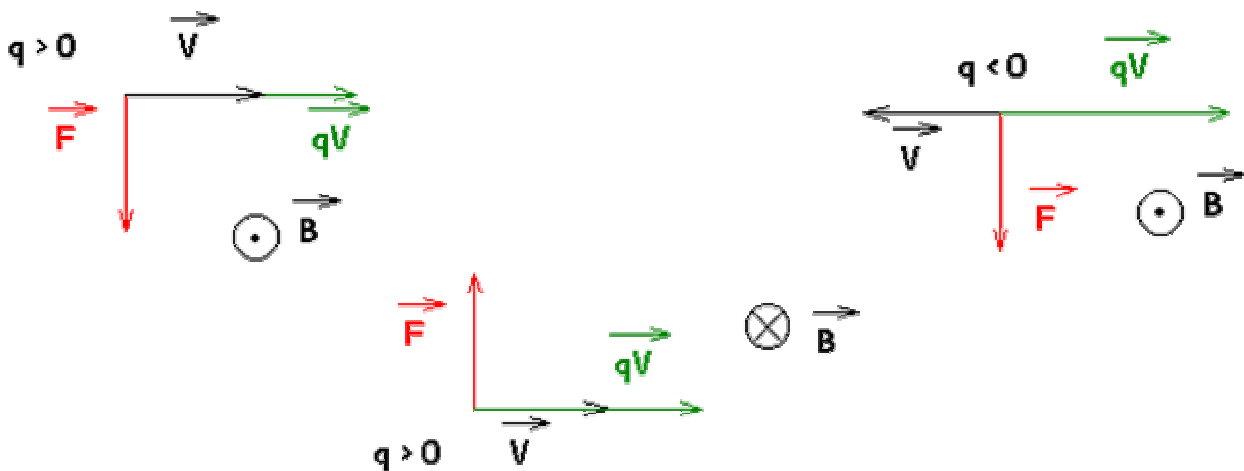
$$\vec{F} = q \vec{v} \wedge \vec{B}$$

$$F = |q| \cdot v \cdot B \cdot \sin(\widehat{v, B})$$

F en Newton, q en Coulomb, v en m/s et B en Tesla

Exemples :

On obtient dans les trois exemples suivants, le sens de la force \vec{F} (perpendiculaire à \vec{v} et à \vec{B}) car le trièdre $(q \vec{v}, \vec{B}, \vec{F})$ doit être direct



II Etude du mouvement (cas où $\vec{v}_0 \perp \vec{B}$).

Système : e-

Bilan des forces :

Force de Lorentz \vec{F}

Poids \vec{P} négligeable devant \vec{F} : $\vec{P} \ll \vec{F}$
 \Rightarrow la seule force agissant sur la particule est la force de Lorentz

Le mouvement est uniforme :

$\vec{F} = q \vec{V} \wedge \vec{B} \Rightarrow \vec{F} \perp \vec{V}$ donc $P = \vec{F} \cdot \vec{V} = 0$ La puissance de la force de Lorentz est toujours nulle

Or $P = \frac{W^{\vec{F}}}{\Delta t} \Rightarrow W^{\vec{F}} = 0 \Rightarrow \vec{F}$ ne travaille pas

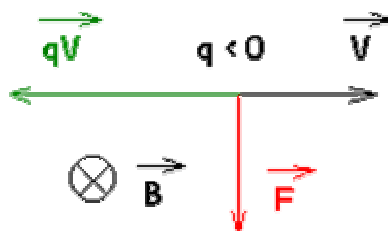
Théorème de l'énergie cinétique : $\Delta E_c = W^{\vec{F}} = 0 \Rightarrow$ Energie cinétique = constante

Contrairement à un champ électrique, un champ magnétique ne modifie pas l'énergie cinétique d'une particule chargée.

Energie cinétique = constante \Rightarrow vitesse = constante = vitesse initiale

$V =$ constante prouve que **le mouvement est uniforme**

Le mouvement s'effectue dans un plan :



les axes Ox et Oy sont dans plan de la figure et l'axe Oz lui est perpendiculaire

Théorème du centre d'inertie :

$\vec{F} = q \vec{V} \wedge \vec{B} = m \vec{a} \Rightarrow \vec{a} \perp \vec{B}$ donc $a_z = 0$ (car \vec{B} selon Oz)

Or $a_z = dV_z/dt$ donc $V_z =$ constante = 0, car la vitesse initiale est dans le plan OxOy

et $V_z = dz/dt$ donc $z =$ constante = 0, car l'électron est au départ à l'origine du repère.

$z=0$ prouve que **la trajectoire prend place dans le plan perpendiculaire à \vec{B}**

Le mouvement est circulaire:

$V = \text{constante}$ donc $dV/dt = 0 \Rightarrow a_t = 0$ dans le repère de Frenet, l'accélération est donc normale ($a = a_n$)

$$\vec{F} = q \vec{V} \wedge \vec{B} = m \vec{a}_n$$

$|q| V B = m (V^2/R)$ avec R rayon de courbure de la trajectoire \Rightarrow

$$R = \frac{m V}{|q| B}$$

$R = \text{constante}$ prouve que **la trajectoire est circulaire**