

II. Mouvement d'une particule chargée dans un champ électromagnétique

II-1 Introduction

Si une particule possède une charge électrique, alors elle subit une force en présence d'un champ électrique ou magnétique. Ensembles, ces deux forces constituent ce qu'on appelle *la force de Lorentz*.

II.1 Effet d'un champ électrique sur une charge électrique

- Dans un champ électrique \vec{E} une particule de charge q subit la force

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

Une particule chargée placée en un point \mathbf{r} dans un champ électrique possède une énergie potentielle $E_{pot}(\mathbf{r})$ à cause de son interaction avec le champ.

- Le potentiel électrique $U(\mathbf{r})$ en un point \mathbf{r} est défini comme l'énergie potentielle électrique par unité de charge placée en ce point :

$$U(\mathbf{r}) = \frac{E_{pot}(\mathbf{r})}{q}$$

- L'énergie totale d'une particule de masse m se déplaçant à la vitesse \mathbf{v} dans un champ électrique est alors donnée par

$$\begin{aligned} E_{tot}(\mathbf{r}, \mathbf{v}) &= E_{cin}(\mathbf{r}) + E_{pot}(\mathbf{r}) \\ &= \frac{1}{2}m\mathbf{v}^2 + qU(\mathbf{r}). \end{aligned}$$

• II.2 Effet d'un champ d'induction magnétique sur une particule chargée en mouvement

- Dans un champ d'induction magnétique uniforme \vec{B} , une particule de charge électrique q et de vitesse \vec{v} subit une force appelée *force de Lorentz*, donnée par

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

Soulignons que \vec{F}_m est perpendiculaire à \vec{B} et à \vec{v} .

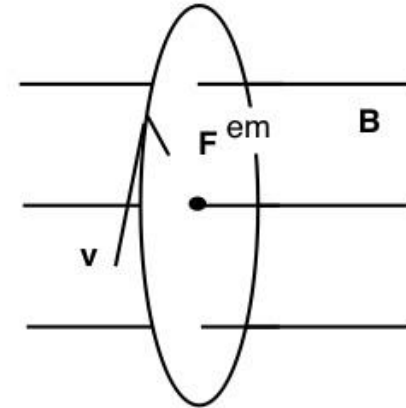
- Lorsque la vitesse v est beaucoup plus petite que la vitesse de la lumière, la masse de la particule peut être considérée comme constante et on utilise

la deuxième loi de **Newton** pour écrire l'équation du mouvement :

$$m\vec{a} = q\vec{v} \wedge \vec{B}.$$

- Si $\vec{B} \perp \vec{v}$: Mouvement circulaire uniforme de rayon

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



Lorsque la vitesse \vec{v} de la particule chargée n'est pas perpendiculaire au champ d'induction magnétique \vec{B} , la trajectoire de la particule est une hélice

Résumé

- La force électromagnétique sur la particule chargée est la **force de Lorentz**

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

Force électrique

$$\vec{F}_e = q\vec{E}$$

Force magnétique

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

Quand les forces électriques et magnétiques sont égales

$$qE = qv B$$

$$v = \frac{E}{B}$$

C'est la vitesse de la particule chargée