

-2020-

-2021-

-prof-

-ELBADAOUI-

2020-2021

phy

2^{em} BAC. SC MATH

07-72-96-61-01

2^{em} BAC. SC MA

الدراسة

تتبع

Mouvement d'une particule
chargée d'un champ magnétique
uniforme.

1/ la Force magnétique

1-1/ Force magnétique ou Force de Lorentz

a - Relation de Lorentz

Chaque particule se déplace avec une vitesse \vec{v} dans un champ magnétique de vecteur \vec{B} subit une force magnétique appelée force de Lorentz

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

b - Caractéristique de la force magnétique

* point d'application : la position de la charge

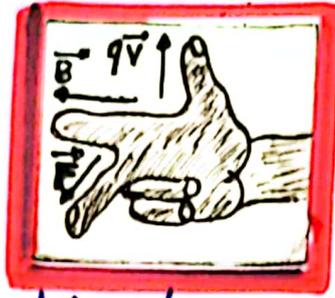
* Direction : perpendiculaire au plan formé par \vec{v} et \vec{B} .

* le sens : est tel que le Trièdre $(q\vec{v}, \vec{B}, \vec{F})$ est direct

①

Rm

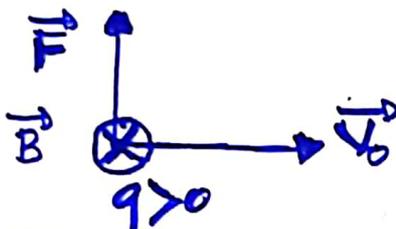
Pour déterminer
le sens de la force
 \vec{F}_m on utilise la
règle des Trois
doigts de la main droite



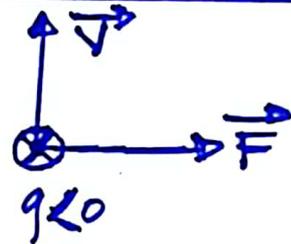
* l'intensité: $F = |qVB \sin \alpha|$ avec $\alpha = \vec{v}, \vec{B}$

des exemples

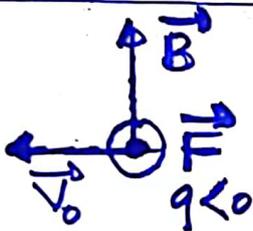
①



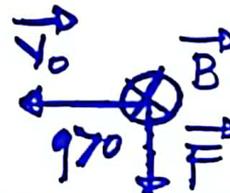
②



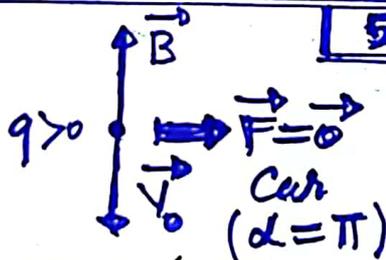
③



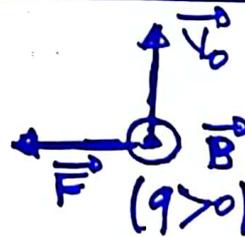
④



⑤



⑥



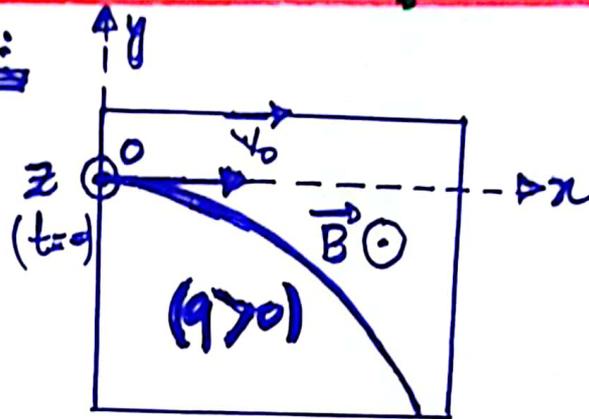
1-2 - Etude du mvmt d'une particule chargée dans un
champ magnétique uniforme.

Considérons une particule chargée portant la
charge $q > 0$ pénétrant au point O dans un domaine

où règne un champ magnétique uniforme \vec{B}
 une vitesse \vec{v}_0 perpendiculaire à \vec{B} . ($\vec{v}_0 \perp \vec{B}$)
 → le mvt de la particule dans le champ \vec{B}
 est circulaire uniforme de rayon:

$$R = \frac{mv_0}{|q|B}$$

Démonstration:



* le système étudié: la particule chargée

Au cours de mvt la particule sous l'action de

* \vec{P} : son poids

* \vec{F}_m : la force magnétique.

on néglige P devant F_m en appliquant

la 2^{ème} loi de Newton: $\vec{F}_m = q\vec{v} \wedge \vec{B} = m\vec{a}_q$

$$\Rightarrow \vec{a}_q \perp \vec{B} \text{ et } \vec{B} \parallel (zz')$$

$$\Rightarrow \vec{a}_q \perp (zz')$$

$$\Rightarrow a_z = 0$$

$$\text{on } v_{0z} = 0 \text{ et } z_0 = 0$$

donc par intégration on trouve que

$$z(t) = 0 \Rightarrow \text{mvt plan.}$$

(3)

Càd le mvt se fait dans (xOy).
 * montrons que mvt est uniforme

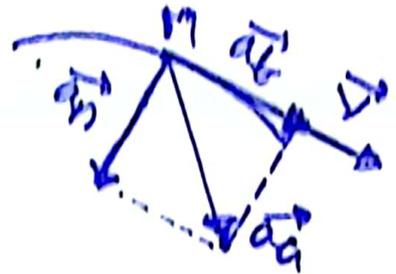
$$\text{on a : } \vec{F}_m = q \vec{V} \wedge \vec{B} = m \vec{a}_a$$

$$\text{donc : } \vec{a}_a \perp \vec{V}$$

$$\Rightarrow a_t = 0$$

$$\Rightarrow \frac{dV}{dt} = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{V = ct}$$



donc le mvt uniforme

* montrons que le mvt est Circulaire.

$$\text{on a } \vec{F}_m = m \vec{a}_a$$

projection sur la Base de Frenet (\vec{t}, \vec{n})

$\vec{a}_a \perp \vec{V}$
 $\Rightarrow \vec{F}_m \perp \vec{V}$
 $\Rightarrow \vec{F}_m$ confondu
 avec l'axe
 (\vec{t}, \vec{n})

$$F_m = m a_n$$

$$\Rightarrow qVB |\sin(\theta)| = m a_n$$

puis que le mvt est plan on a
 à chaque instant $\vec{B} \perp \vec{V} \Rightarrow |\sin(\theta)| = 1$

$$\Rightarrow qVB = m a_n$$

$$\Rightarrow qVB = m \cdot \frac{V^2}{\rho}$$

$$\Rightarrow \boxed{\rho = \frac{mV}{qB} = ct}$$

Car: m, V, q, B sont constantes
 donc le rayon de courbure est constante

(4)

Donc le mvt circulaire



Donc: le mvt est circulaire uniforme de Rayon

$$R = \frac{m v_0}{191 B}$$

Remarque: la période de mvt T,

$$\text{on a } T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\frac{v}{R}} = \frac{2\pi R}{v}$$

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi}{v} \cdot \frac{m v}{191 B}$$

$$T = \frac{2\pi m}{191 B} \quad (\text{ne dépend de } v)$$

2/ Déflexion magnétique:

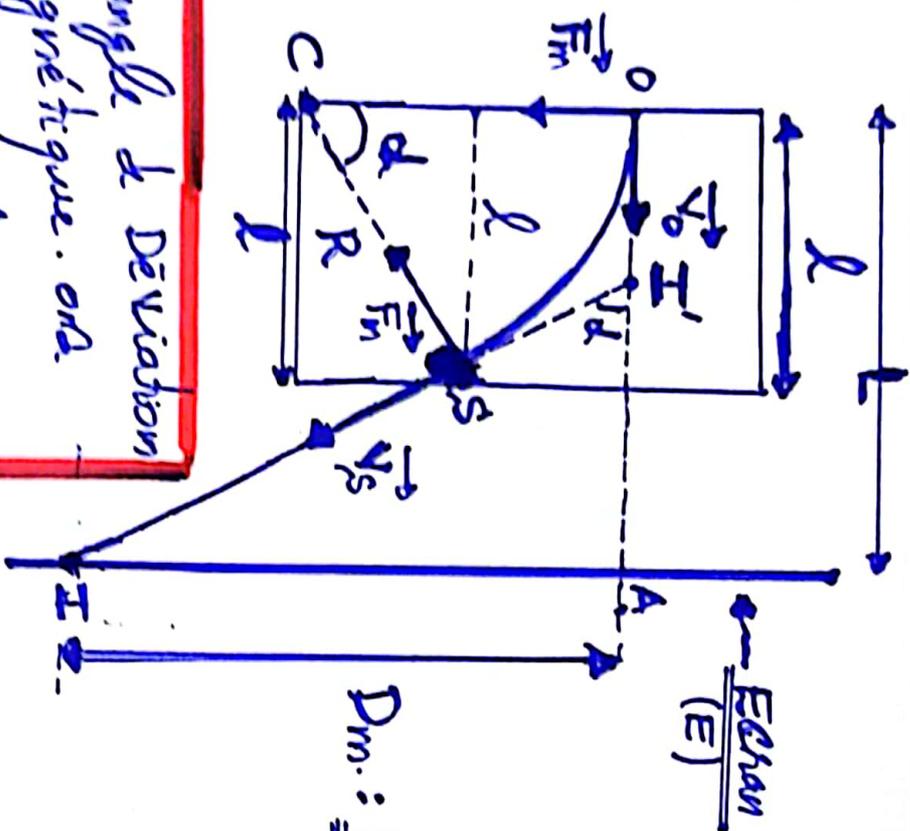
on considère une particule chargée $q > 0$ pénétrant dans un champ magnétique \vec{B} avec une vitesse \vec{v} avec $\vec{v} \perp \vec{B} \Rightarrow$ le mvt de la particule circulaire uniforme. la particule décrit un arc circulaire de rayon R de centre C . à la sortie la particule n'est soumise à aucune force (poids négligé). D'après le principe d'inertie son mvt est alors rectiligne uniforme.



(5)

avec: $L \gg l$

\widehat{OS} arc de cercle de centre: C



D_m : Déflexion magnétique

d : l'angle de Déviation magnétique. ord.

$$\tan d = \frac{l}{R}$$

$$\text{et } \tan d = \frac{D_m}{I'A} = \frac{D_m}{L - \sigma l}$$

or: $\sigma l \ll L \Rightarrow L - \sigma l \approx L$

$$\Rightarrow \tan d = \frac{D_m}{L} \text{ et } d: \text{petite} \Rightarrow \tan d \approx d$$

$$\Rightarrow \frac{l}{R} = \frac{D_m}{L}$$

$$\Rightarrow D_m = \frac{L \cdot l}{R} = \frac{L \cdot l}{\frac{m v_0}{191 B}}$$

$$\Rightarrow D_m = \frac{191 \cdot B \cdot L \cdot l}{m v_0}$$

$$\Rightarrow D_m = \frac{191 L \cdot l \cdot B}{m v_0}$$

* la mesure de D_m permet de mesurer le rapport $\frac{191}{m v_0}$, on dit que la déflexion magnétique est proportionnelle à l'intensité du champ magnétique

3- Spectromètre de masse :

Un spectromètre de masse est un appareil qui permet de trier des ions de masses ou de charges différentes par utilisation d'un champ magnétique et d'un champ électrique.

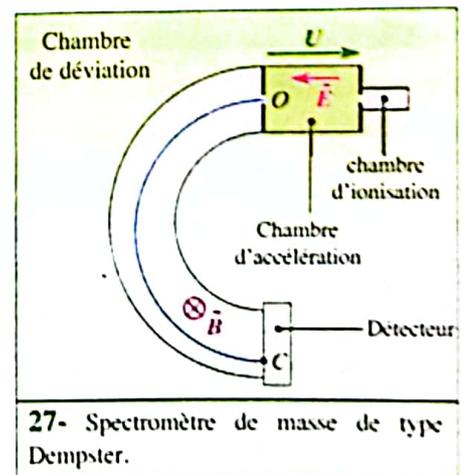
Un spectromètre de type Dempster (figure 27) comprend :

- Une chambre d'ionisation où sont produits les ions ;
- Une chambre d'accélération où les ions pénétrant avec une vitesse quasiment nulle sont accélérés par un champ électrique \vec{E} , sous une tension U , ils en sortent au point O avec une vitesse \vec{v}_0 telle que :

$$\frac{1}{2} \cdot m v_0^2 = q U$$

- Une chambre de déviation, semi-circulaire, les particules y sont soumises à l'action d'un champ magnétique uniforme \vec{B} ; elles décrivent un demi-cercle de diamètre D tel que : $D = \frac{2 m v_0}{q B}$.

- Un détecteur (plaque photographique, compteur, collecteur...) où sont recueillies les particules.



27- Spectromètre de masse de type Dempster.

4- Cyclotron : (voir la séance de ve)

(7)