- **Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme**

1- Equation du mouvement

- On considère une particule chargée M, de charge q et de masse m, supposée ponctuelle se déplaçant entre deux plaques aux bornes desquelles est appliqué une ddp

$$U_{AB} = V_A - V_B > 0.$$

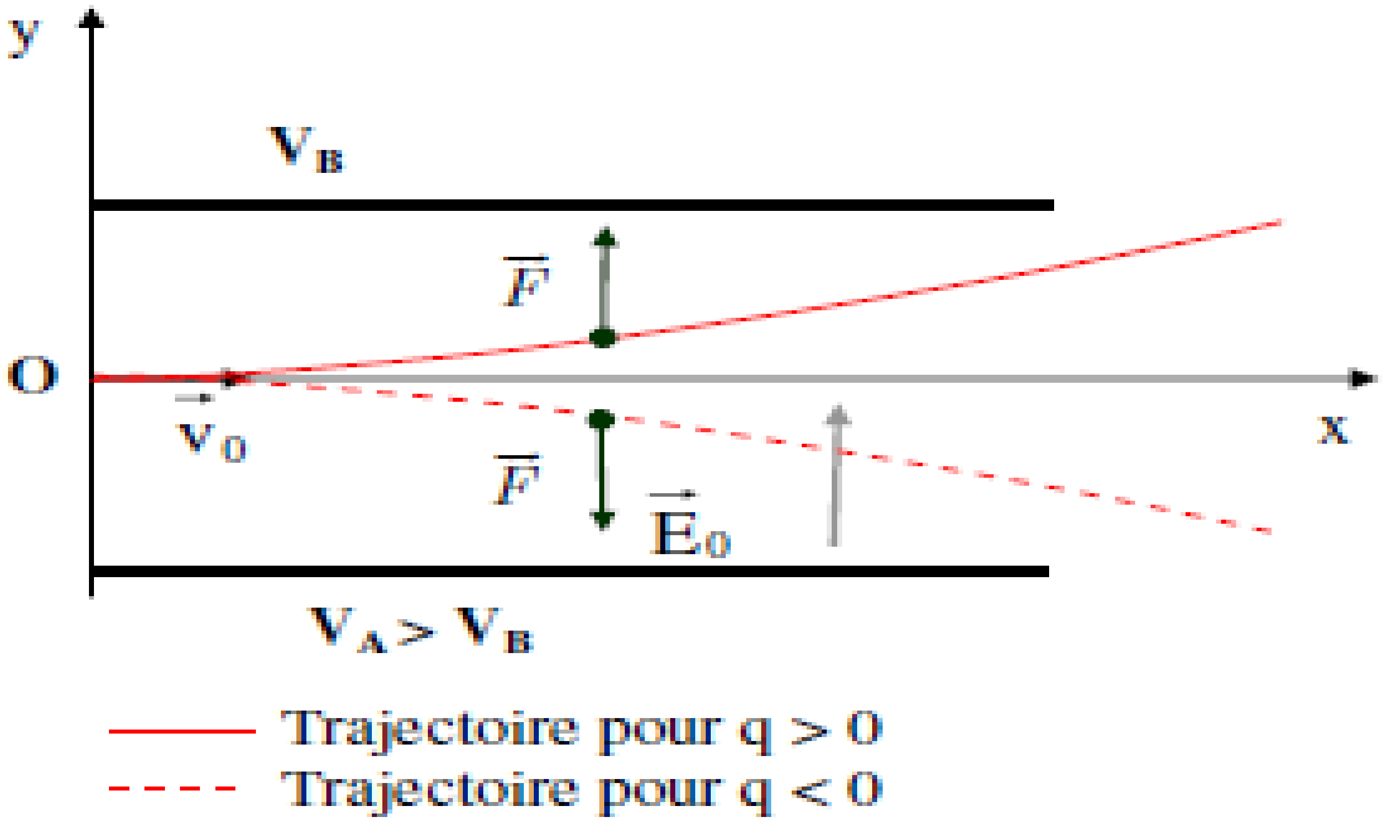
- On étudie le mouvement de la particule chargée dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen.
- On pose $\vec{v}_0 = v_0\vec{e}_x$ le vecteur vitesse initiale de la particule, la distance entre les deux plaques et l leur largeur.
- Le champ électrique uniforme $\vec{E}_0$ régnant entre les deux plaques est alors donné par la relation:

$$\vec{E}_0 = -\overrightarrow{grad}\,V \Leftrightarrow \vec{E}_0 = -\frac{dV}{dy}\vec{e}_y$$

Soit en notant le champ $\overline{E}_0 = E_0.\vec{e}_y$, il vient :

$dV = - E_0.dy \quad \Leftrightarrow \quad V_A - V_B = - E_0.(y_A - y_B)$

$$\Leftrightarrow E_0 = \frac{U_{AB}}{a}$$



- La particule chargée est ainsi soumise :
- \- à son poids $\vec{P} = m.\overrightarrow{g}$
- \- à la force électrique $\vec{F} = q.\vec{E}_0$

En prenant l'exemple d'un proton ($q = e = 10^{-19}$C, $m = 1{,}67.10^{-27}$kg) dans un champ électrique d'intensité $E_0 = 10^4$ V.m^{-1}, on déduit:

$$\begin{cases} \|\vec{P}\| = 1{,}64.10^{-26}\ N \\ \|\vec{F}\| = 1{,}6.10^{-15} N \end{cases}$$

$\|\vec{P}\| << \|\vec{F}\|$ *: on peut négliger le poids devant la force électrique*

On applique le principe fondamental de la dynamique à la particule :

$$m.\vec{\gamma}(M) = \vec{F} \Leftrightarrow \vec{\gamma}(M) \left| \begin{array}{l} 0 \\ \dfrac{q.E_0}{m} \\ 0 \end{array} \right. \Leftrightarrow \vec{v}(M) \left| \begin{array}{l} v_x = C_1 \\ v_y = \dfrac{q.E_0}{m}.t + C_2 \\ v_z = C_3 \end{array} \right.$$

Comme à t = 0, $\overrightarrow{v_0} = v_0.\overrightarrow{e_x}$ = , il vient $C_1 = v_0$ et C2 = C3 = 0.

$$\Leftrightarrow \vec{v}(M) \left| \begin{array}{l} v_x = v_0 \\ v_y = \dfrac{q.E_0}{m}.t \\ v_z = 0 \end{array} \right. \Leftrightarrow \overrightarrow{OM} \left| \begin{array}{l} x = v_0.t + C'_1 \\ y = \dfrac{q.E_0}{2m}.t^2 + C'_2 \\ z = C'_3 \end{array} \right.$$

- Comme à t = 0, $\overrightarrow{OM_0} = \vec{0}$, il vient $C'_1 = C'_2 = C'_3 = 0$.

$$\Leftrightarrow \overrightarrow{OM} \quad \left| \begin{array}{l} x = v_0.t \\ y = \dfrac{q.E_0}{2m}.t^2 \\ z = 0 \end{array} \right.$$

On en déduit l'équation cartésienne de la trajectoire :

$$y = \frac{q.E_0}{2m}.\left(\frac{x}{v_0}\right)^2$$

parabole tournant sa concavité vers le bas pour q > 0 et vers le haut pour q < 0

- **II- Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme**
- Dans tout ce qui suit on envisagera l'étude de la trajectoire d'une particule chargée de charge q et de masse m dans le champ magnétique uniforme et constant
- On étudie le mouvement de la particule chargée dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen.

$$\vec{B} = B_0.\vec{e}_z .$$

La particule chargée est ainsi soumise :

- à son poids $\vec{P} = m.\vec{g}$;

- à la force magnétique de Lorentz $\vec{F} = q.\vec{v} \wedge \overrightarrow{B}$

- En prenant l’exemple d’un proton ($q = e = 1{,}6.10^{-19}$ C, $m = 1{,}67.10^{-27}$ kg) dans un champ magnétique d’intensité $B_0 = 10^{-2}$ T, animé d’une vitesse

$v = 10^4$ m.s^{-1} on déduit les ordres de grandeur:

$$\begin{cases} \left\|\vec{P}\right\| = 1{,}64.10^{-26}\ N \\ \left\|\vec{F}\right\| = 1{,}6.10^{-17}\ N \end{cases} \Rightarrow \left\|\vec{P}\right\| \ll \left\|\vec{F}\right\|$$: on peut négliger le poids devant la force magnétique

- *Principe fondamental de la dynamique :*
- On écrit les vecteur vitesse et accélération du point M caractérisant la position de la charge à un instant par :

$$\vec{v}(M) = v_x\vec{e}_x + v_y\vec{e}_y + v_z\vec{e}_z \qquad et$$

$$\vec{\gamma}\,(M) = \frac{d\vec{v}\,(M)}{dt} = \frac{dv_x}{dt}\vec{e}_x + \frac{dv_y}{dt}\vec{e}_y + \frac{dv_z}{dt}\vec{e}_z$$

- Appliquant le principe fondamental de la dynamique à la particule chargée dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen, il vient :

$$m.\vec{\gamma}(M) = \vec{F} \Leftrightarrow m.\left|\begin{array}{l} \dfrac{dv_x}{dt} \\ \dfrac{dv_y}{dt} \\ \dfrac{dv_z}{dt} \end{array}\right. = q.\left|\begin{array}{l} v_x \\ v_y \\ v_z \end{array}\right. \wedge \left|\begin{array}{l} 0 \\ 0 \\ B_0 \end{array}\right. \Leftrightarrow \left|\begin{array}{ll} m.\dfrac{dv_x}{dt} = q.B_0.v_y & (1) \\ m.\dfrac{dv_y}{dt} = -\,q.B_0.v_x & (2) \\ m.\dfrac{dv_z}{dt} = 0 & (3) \end{array}\right.$$