Chapitre 14

Application 1

$\|\vec{F_e}\| = q\|\vec{E}\| = 1{,}602\times10^{-19}\times10^{3} = 1{,}602\times10^{-16}\,N$

$\|\vec{F_m}\| \simeq qvB$ (au maximum) $\quad \|\vec{F_m}\| = 1{,}602\times10^{-19}\times10^{6}\times10^{-3}$

$= 1{,}602\times10^{-16}\,N$

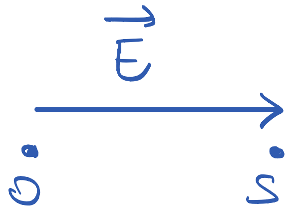
$\|m\vec{g}\| = 1{,}7\times10^{-27}\times9{,}81 = 16{,}7\times10^{-27}\,N$ négligeable devant les 2 autres

Application 2 :

1) Pour être accéléré la force doit être selon $+\vec{u_x}$: $\vec{F_e} = q\vec{E}$

$q = e > 0 \qquad \vec{E} = E\vec{u_x} \qquad E > 0$

$\vec{E}$ descend les potentiels



$V(O) > V(S)$

$U = V(S) - V(O) < 0$

Remarque : $\vec{E} = -\vec{\text{grad}}\,V$

$\int_O^S E\,dx = \int_O^S -dV \qquad EL = -(V(S) - V(O)) = -U$

$E = -\dfrac{U}{L} \qquad E > 0 \Rightarrow U < 0$

2) <u>Système</u> : {proton}

<u>Ref</u> : terrestre supposé galiléen

<u>Bdf</u> : $q\vec{E}$ (on néglige le poids)

$m\vec{a} = e\vec{E}$ $\quad \vec{a} = \dfrac{e}{m} E \vec{u}_x = \vec{Cte}$

$\vec{v}(0) = \vec{0}$ le mouvement est rectiligne, selon $\vec{u}_x$

On projette selon Ox :

$$\ddot{x} = \frac{e}{m} E \rightarrow \dot{x}(t) = \frac{e}{m} E t \quad (\dot{x}(0) = 0)$$

$$x(t) = \frac{e}{2m} E t^2 \quad (x(0) = 0)$$

3) Durée dans l'accélérateur : $x(t_{tot}) = L$

$$t_{tot} = \sqrt{\frac{2mL}{eE}} \qquad E = \frac{|U|}{L}$$

$$v_S = \dot{x}(t_{tot}) = \frac{eE}{m} t_{tot} = \sqrt{\frac{2eEL}{m}} = \sqrt{\frac{-2eU}{m}} = 1{,}4 \times 10^6 \, m.s^{-1}$$

4) <u>TEM</u> : en l'absence de forces non conservatives $E_m = Cte$

$$\frac{1}{2} m v_S^2 + eV_S = \underbrace{\frac{1}{2} m v_0^2}_{=0} + eV_0$$

$$v_S = \sqrt{\frac{-2eU}{m}}$$

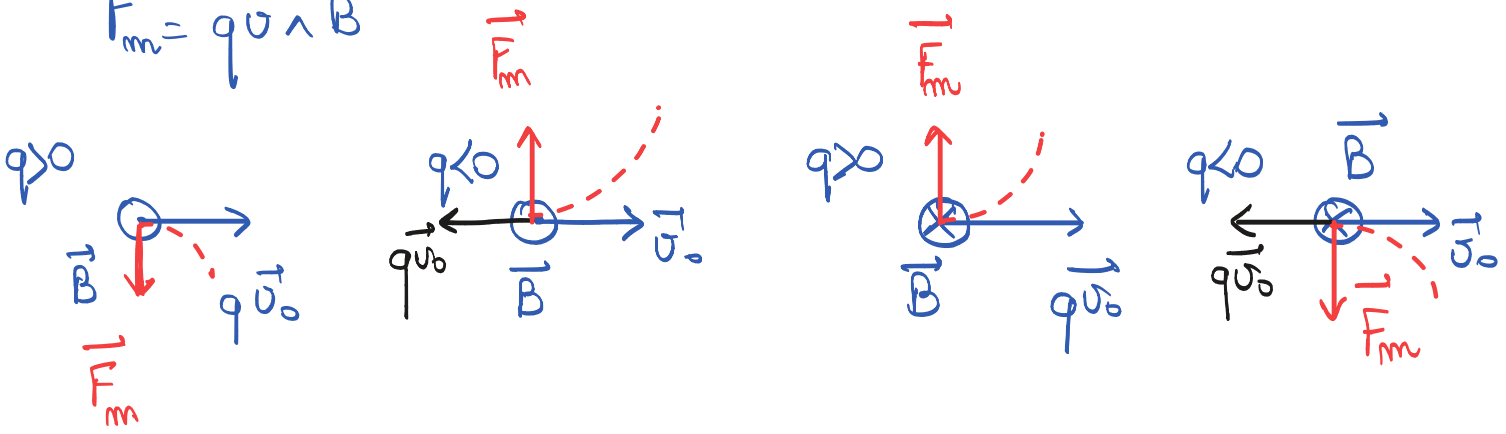
Rq : avec le TEC $\quad W_{0 \to S}(e\vec{E}) = e\vec{E} \cdot \vec{OS}$ car $\vec{F_e} = \vec{Cte}$

$$= eEL$$

$$\frac{1}{2} m v_S^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 = eEL \Rightarrow \ldots$$

Application 3 :

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



Application 4 :

1) Système : {particule}

Réf : terrestre supposé galiléen

Bdf : force magnétique (on néglige le poids)

On applique le TEC : $\Delta E_c = W(\vec{F}_m) = 0$ car $\vec{F}_m \perp \vec{v}$

$E_c = Cte \Rightarrow v = Cte = v_0$

le mouvement est uniforme.

2) PFD : $m\vec{a} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$

$$\begin{vmatrix} m\dfrac{dv_x}{dt} \\ m\dfrac{dv_y}{dt} \\ m\dfrac{dv_z}{dt} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} qv_x \\ qv_y \\ qv_z \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ B \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} qv_yB \\ -qv_xB \\ 0 \end{vmatrix}$$

$m\dfrac{dv_x}{dt} = qv_yB \qquad m\dfrac{dv_y}{dt} = -qv_xB \qquad m\dfrac{dv_z}{dt} = 0$

3) $v_z = C^{te}$ or $\vec{v}(0) = v_0 \vec{u}_x$ $v_z = 0$ $\rightarrow z = C^{te} = z(0) = 0 \ \forall t$

le mouvement est plan : la trajectoire appartient au plan (Oxy)

4) $m\ddot{x} = q\dot{y}B$ (1) $\qquad (\dot{z} = 0 \Rightarrow z = C^{te} = 0)$

$m\ddot{y} = -q\dot{x}B$ (2)

(2) $\Rightarrow \dot{y} = -q\frac{B}{m}x + C^{te}$ $\qquad \dot{y}(0) = 0$ $\qquad \dot{y} = -\frac{qB}{m}x$

donc (1) $\Rightarrow \ddot{x} + \left(\frac{qB}{m}\right)^2 x = 0$ $\qquad$ OHNA $\qquad \underbrace{\omega = \frac{qB}{m}}$

⚠ <0 ou >0 selon le signe de q

$x(t) = X_m \cos(\omega t + \varphi)$

. $x(0) = 0$ $\qquad X_m \cos\varphi = 0 \rightarrow \varphi = \pi/2$ par ex.

. $\dot{x}(0) = v_0$ $\qquad -X_m \omega \sin\varphi = v_0$

$x(t) = -\frac{v_0}{\omega_0}\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$ $\qquad x(t) = \frac{v_0}{\omega}\sin(\omega_0 t)$

De même $\qquad \dot{x} = \frac{qB}{m}y + v_0$ $\qquad \rightarrow \ddot{y} + \left(\frac{q}{m}\right)^2 y = -q\frac{B}{m}v_0$

$y = Y_m \cos(\omega t + \varphi) - \frac{v_0 m}{qB}$

$y(0) = 0$ $\qquad Y_m \cos\varphi = \frac{v_0 m}{qB}$ $\qquad \dot{y}(0) = 0 = -Y_m \omega \sin\varphi$

$\varphi = 0$ par ex.

$y(t) = \frac{v_0 m}{qB}\cos(\omega t)$ $\qquad y(t) = \frac{v_0 m}{qB}(\cos(\omega t) - 1)$

5) Equation de la trajectoire :

$$\left.\begin{array}{l} \sin(\omega_0 t) = x\,\dfrac{\omega}{v_0} \\[2ex] \cos(\omega_0 t) = \dfrac{y + v_0/\omega}{v_0/\omega} \end{array}\right\} \Rightarrow x^2 + \left(y + \frac{v_0}{\omega}\right)^2 = \left(\frac{v_0}{\omega}\right)^2$$

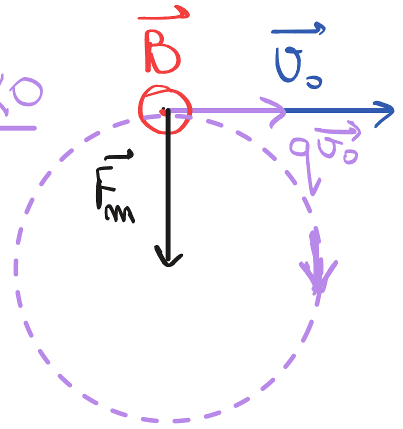
On reconnaît l'équation d'un cercle de centre $C\left(0, -\frac{v_0}{\omega}\right)$ et de rayon $R = \left|\frac{v_0}{\omega}\right| = v_0 \frac{m}{|q|B}$ rayon cyclotron

On pose la pulsation cyclotron : $\omega_c = \left|\frac{qB}{m}\right|$

6) Période du mouvement $T = \frac{2\pi}{\omega_c} = 2\pi \frac{m}{|q|B}$

$\left(\text{ou} \quad T = \frac{2\pi R}{v_0} \ldots\right)$

7) $q<0$



$q<0$