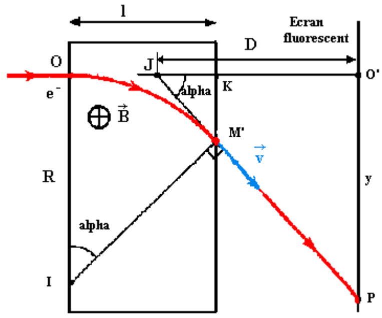
Exercice n°3.

Particule soumis a un champ électrique et magnétique

Une particule de masse m et de charge q est soumis à un champ électrique $\vec{E}$ de composante (Ex , Ey , Ez) et d'un champ magnétique $\vec{B}$ de composante (Bx , By , Bz)
1-ETABLIR l'équation de la trajectoire de la particule.

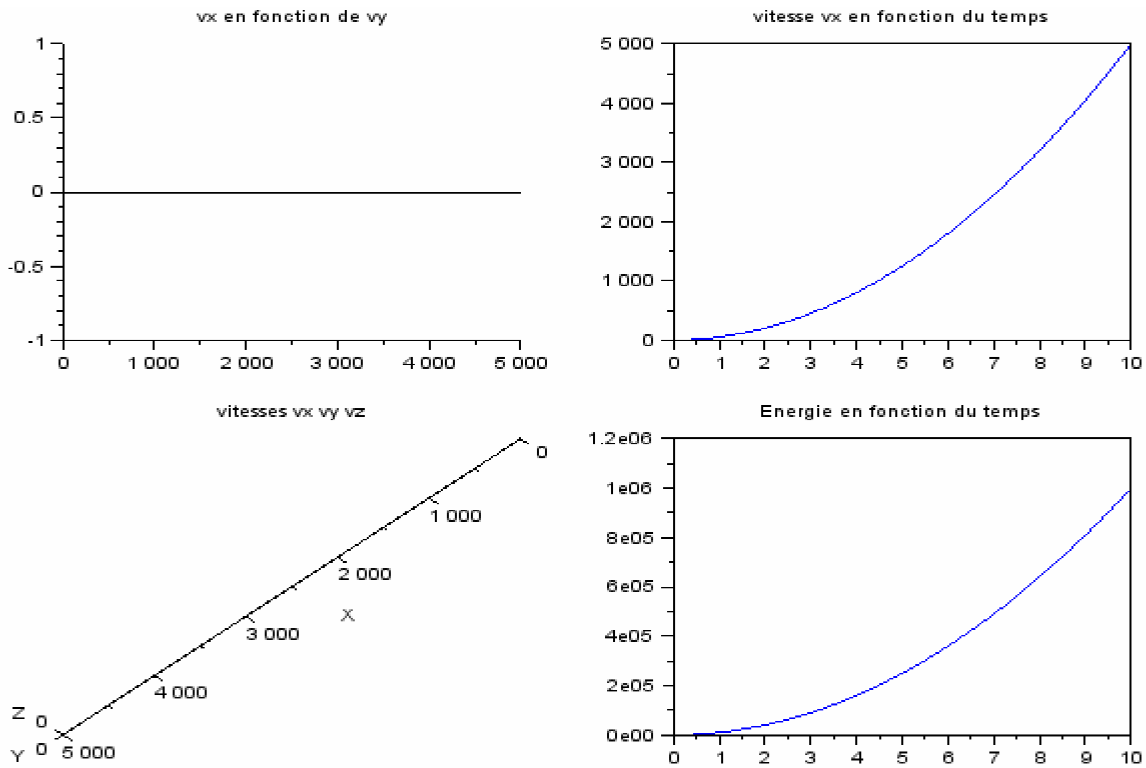
$$\boxed{m\frac{d\vec{v}}{dt} = q\vec{E} + q\vec{v} \wedge \vec{B}}$$



Travail demandé : Ecrire un programme permettant de tracer la trajectoire de la particule.

```
// conditions initiales
// y0(1)=x0; y0(2)=Vx0; y0(3)=y0; y0(4)=Vy0; y0(5)=z0; y0(6)=Vz0
x0=0; vx0=0; y0=0; vy0=0; z0=0; vz0=0;
y0=[x0; vx0; y0; vy0; z0; vz0];
// decoupement du vecteur temps
t0=0; dt=0.1; tmax=10;
tvec=[t0:dt:tmax];
//definitions
q=1.; m=1.;
Ex=100; Ey=0; Ez=0;
Bx=0; By=0, Bz=0;
//
// definition de l'equation differentielle
function yprime=systeme_diff(t, y);
// Ecriture numerique de l'equation de Lorentz;
// Configuration bouteille magnetique:
//Bx=-0.5*y(1)*y(5); By=-0.5*y(3)*y(5); Bz=1+0.5*(y(5)^2-
(y(1)^2+y(3)^2)/2);
yprime(1)=y(2);
yprime(2)=q/m*(Ex+y(4)*Bz-y(6)*By);
yprime(3)=y(4);
yprime(4)=q/m*(Ey+y(6)*Bx-y(2)*Bz);
yprime(5)=y(6);
yprime(6)=q/m*(Ez+y(2)*By-y(4)*Bx);
endfunction;
// Integration de l'equation de mouvement :
// x : vecteur solution, ses composantes correspondent a celles de y
// et chaque colonne donne l'evolution dans le temps.
// "rk": l'integration se fait par la methode de Runge-Kutta
```

```
x=ode("rkf",y0,t0,tvec,systeme_diff);
// Sorties graphiques:
subplot(221),
// positions (x,y)
plot2d(x(1,:),x(3,:)), xtitle("vx en fonction de vy"),
subplot(222),
// position x en fonction du temps
plot(tvec,x(1,:)), xtitle("vitesse vx en fonction du temps"),
subplot(223),
// trajectoire tridimenstionnelle de la particule
param3d(x(1,:),x(3,:),x(5,:)), xtitle("vitesses vx vy vz"),
subplot(224),
// evolution de l' !!energie de la particule
plot(tvec,(x(2,:)^2+x(4,:)^2+x(6,:)^2)), xtitle("Energie en fonction du temps")
```



Remarque :

$$\begin{pmatrix} \dot{x} \\ \ddot{x} \\ \dot{y} \\ \ddot{y} \\ \dot{z} \\ \ddot{z} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & Bz & 0 & -By \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & -Bz & 0 & 0 & 0 & Bx \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & By & 0 & -Bx & 0 & 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x \\ \dot{x} \\ y \\ \dot{y} \\ z \\ \dot{z} \end{pmatrix}$$