

TD MC4 Particule dans un champ

Exercice n°1 : Champs électromagnétiques.

On considère une particule ponctuelle, de charge q , de masse m , de vitesse initiale \vec{v}_0 à l'entrée de la zone où règnent un champ électrique \vec{E} ou un champ magnétique \vec{B} .

On suppose ces champs uniformes et indépendants du temps, et on néglige toute autre force que celles provoquées par ces champs. On prendra $q > 0$.

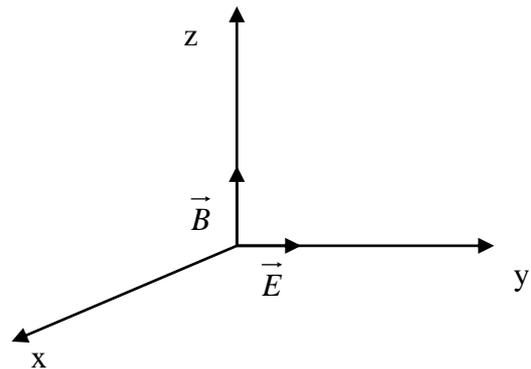
1. La particule décrit une droite et possède une accélération constante a .
 - a. Déterminer la direction et le sens du champ qui provoque cette trajectoire.
 - b) Déterminer la position du point en fonction du temps.

2. La particule décrit une trajectoire circulaire de rayon R_0 dans un plan xOy .
 - a. Déterminer la direction et le sens du champ qui provoque cette trajectoire.
 - b. Déterminer la relation entre la norme du champ, v_0 et R_0 .

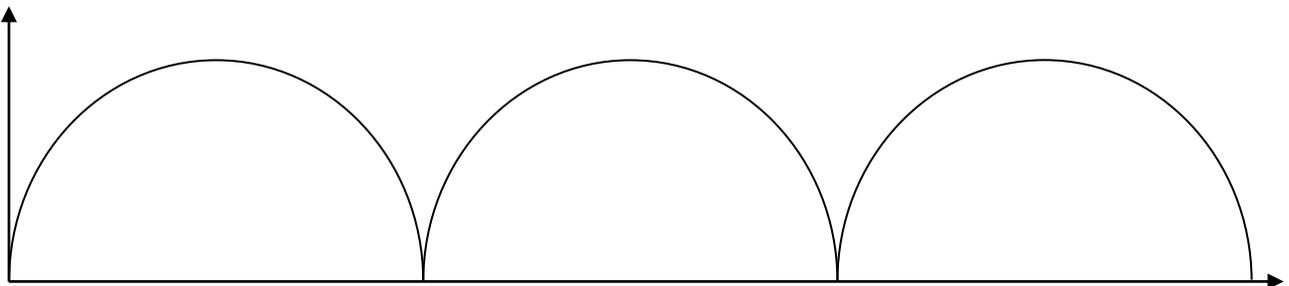
Exercice n°2 : Cycloïde.

A l'instant pris comme origine des temps, un ion de masse m et de charge q positive est immobile dans le vide en un point O . On établit à cet instant un champ magnétique uniforme \vec{B} et un champ électrique uniforme \vec{E} perpendiculaire à \vec{B} .

On posera $\omega = q \cdot B / m$ et $R = E / (B\omega)$.



- 1.) Ecrire les équations différentielles du mouvement de la particule.
- 2.) Trouver les équations paramétriques de la trajectoire, c'est-à-dire $x(t)$, $y(t)$ et $z(t)$.
- 3.) On obtient la trajectoire suivante :



Donner les noms des axes, ainsi que les valeurs des points remarquables.

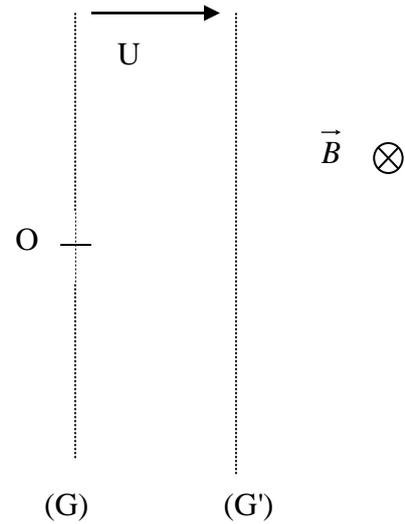
- 4.) Exprimer la norme de la vitesse à l'instant t en fonction de E , B , ω et t .
Calculer sa valeur en $t = \pi / \omega$.
- 5.) Retrouver le résultat précédent par le théorème de l'énergie cinétique.

Exercice n°3 : Accélération-Déviaton.

On négligera les forces de pesanteur.

Des électrons de charge $q < 0$
($q = -e$, où e est la charge élémentaire)
et de masse m sont émis dans le vide, pratiquement sans vitesse,
en un point O de la grille (G) plane, métallique et verticale.

Ces électrons sont soumis à la tension accélératrice U ,
appliquée entre la grille G et une autre grille G' parallèle
et distante de l .



Après avoir traversé la grille G' , les électrons entrent dans une région de champ magnétique uniforme \vec{B} horizontal, parallèle au plan des grilles et dans laquelle le champ électrique est nul.

- 1.) Exprimer la vitesse v_0 des électrons quand ils atteignent G' au point O' en fonction de e , m et U .
- 2.) Montrer que ces électrons reviennent sur la grille G' en un point A . Exprimer $O'A$ en fonction de e , m , U et B .
- 3.) Quel est le mouvement des électrons après leur passage en A ?
- 4.) Décrire le mouvement complet des électrons tant qu'ils ne quittent pas les régions où règnent les champs électrique ou magnétique.
- 5.) Exprimer le temps au bout duquel un électron a effectué un cycle complet en fonction de m , e , l , U et B .