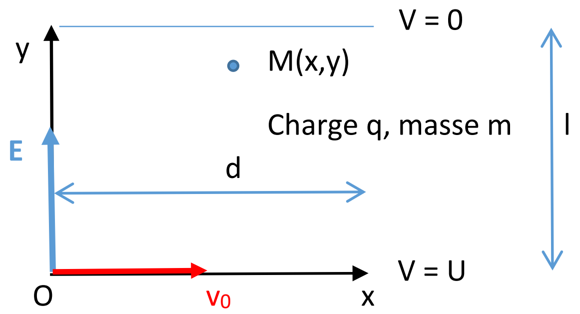
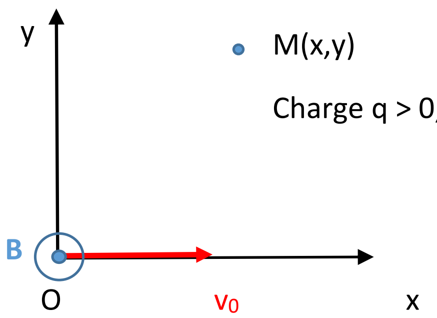
Exercice 1 : mouvement dans un champ électrique uniforme et constant



Une particule de charge q et de masse m, initialement au point O et de vitesse v_0 selon $\mathbf{e_x}$, est accélérée et déviée par le champ électrique **E** dirigé selon $\mathbf{e_y}$. A l'instant t, la particule est en M de coordonnées (x, y).

1) Ecrire le PFD appliqué à la charge, en déduire le vecteur vitesse (dx/dt, dy/dt) et la position de la charge (x, y) en fonction du temps, en projetant le PFD sur les deux axes. Calculer la norme du vecteur vitesse en fonction du temps. Vérifier que la vitesse augmente.
2) Montrer que la trajectoire de la particule est une parabole. Discuter selon le signe de q la direction du mouvement selon l'axe Oy.
3) Application : principe de l'oscilloscope cathodique. Le champ électrique **E** est créé par deux plaques parallèles au plan (xOz) de longueur d, la première en y = 0, de potentiel U, et la seconde en y = l de potentiel nul. Exprimer E en fonction de U et l. Pour que **E** ait le sens de la figure, quel est le signe de U ? Montrer que la déviation de la charge y en x = d (sortie des plaques) est proportionnelle à U. Dans un oscilloscope, U dépend du temps t, donc la courbe y(t) donne celle de U(t).

Exercice 2 : mouvement dans un champ magnétique uniforme et constant



Une particule de charge q > 0 et de masse m, initialement au point O et de vitesse v_0 selon $\mathbf{e_x}$, est déviée par le champ magnétique **B** dirigé selon $\mathbf{e_z}$ (vecteur unitaire orthogonal au plan de la figure tel que $\mathbf{e_x}$, $\mathbf{e_y}$, $\mathbf{e_z}$ forment un trièdre direct). A l'instant t, la particule est en M de coordonnées (x, y, z).

1) Ecrire le PFD appliqué à la charge et projeter sur les trois axes. En déduire que le mouvement est plan (z = 0).
2) On a 2 équations couplées impliquant la dérivée première et seconde de x(t) et de y(t). Pour les résoudre, on pose u(t) = x(t) + i y(t) où i est le nombre imaginaire pur. Obtenir une équation unique entre d^2u/dt^2 et du/dt. On posera $\omega = q B / m$ pulsation gyromagnétique.
3) Intégrer cette équation et obtenir du/dt en fonction de v_0, ω et t. Calculer |du/dt| en fonction de v_0. Que remarquez vous ?
4) Intégrer une seconde fois cette équation pour obtenir u(t) sachant qu'en t = 0, u(0) = 0
5) En prenant la partie réelle et imaginaire de u(t), en déduire x(t) et y(t). Montrer que la trajectoire est un cercle dont on donnera les coordonnées du centre et dont on exprimera le rayon en fonction de v_0 et de ω.