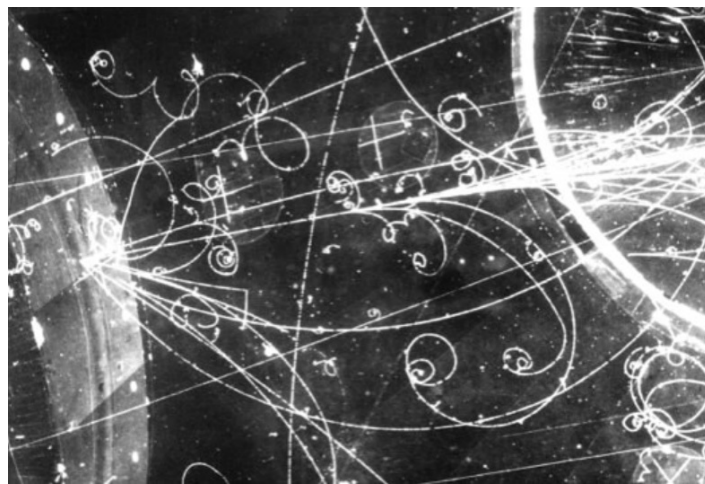


## Devoir maison n° 4

### Particules dans une chambre à bulles



Cliché de chambre à bulles

La chambre à bulles est un dispositif mis au point en 1952 par Donald Arthur Glaser (prix Nobel 1960), et destiné à visualiser des trajectoires de particules subatomiques. Il s'agit d'une enceinte remplie d'un liquide (généralement du dihydrogène) à une température légèrement supérieure à celle de sa vaporisation : le passage d'une particule chargée déclenche la vaporisation et les petites bulles formées ainsi matérialisent la trajectoire de la particule.

L'ensemble est plongé dans un champ magnétique uniforme et stationnaire, qui courbe les trajectoires et permet ainsi d'identifier les particules (à partir de leur masse et de leur charge).

On étudie ici une particule  $P$  de masse  $m$ , de charge  $q$  (positive ou négative), introduite à  $t = 0$  dans la chambre à bulles où règne le champ  $\vec{B} = B\vec{e}_z$  (avec  $B > 0$ ). Sa position initiale est l'origine  $O$  du repère, et sa vitesse initiale est  $\vec{v}_0 = v_0\vec{e}_y$  (avec  $v_0 > 0$ ).

Le poids de la particule est négligé, et le référentiel du laboratoire est supposé galiléen.

Dans un premier temps, on suppose que les frottements du liquide sur la particule  $P$  sont négligeables.

- Q1. Montrer que le mouvement de  $P$  est plan et uniforme.
- Q2. Utiliser le repère de Frenet pour déterminer la nature de la trajectoire de  $P$ .
- Q3. On souhaite retrouver le résultat des questions Q1. et Q2. en appliquant la seconde loi de Newton dans la base cartésienne.
- (a) Établir les équations différentielles du mouvement de  $P$ . On posera  $\omega = \frac{qB}{m}$ .
  - (b) Résoudre ce système d'équations couplées pour établir les équations horaires de  $P$ .
  - (c) Montrer que les équations horaires obtenues sont cohérentes avec les résultats des questions Q1. et Q2.

- Q4. Représenter sur un même schéma, sans soucis d'échelle mais qualitativement correct, les trajectoires :
- d'un proton ( $q = +e$ )
  - d'un électron ( $q = -e$  et masse beaucoup plus faible que celle du proton).

En réalité, les frottements du liquide de la chambre à bulles sur les particules sont importants : on les modélise par une force  $\vec{F} = -\lambda\vec{v}(P)$  où  $\lambda$  est une constante positive. On posera  $\alpha = \frac{\lambda}{m}$ .

- Q5. Établir les nouvelles équations différentielles du mouvement (avec les paramètres  $\omega$  et  $\alpha$ ).  
Montrer que le mouvement est plan.
- Q6. Déterminer complètement les équations horaires de  $P$ . On pourra poser  $u = x + iy$ , et déterminer tout d'abord  $\dot{u}$ .
- Q7. Déterminer les coordonnées du point asymptotique  $P_\infty$ . représenter sur un schéma la trajectoire d'un proton.