

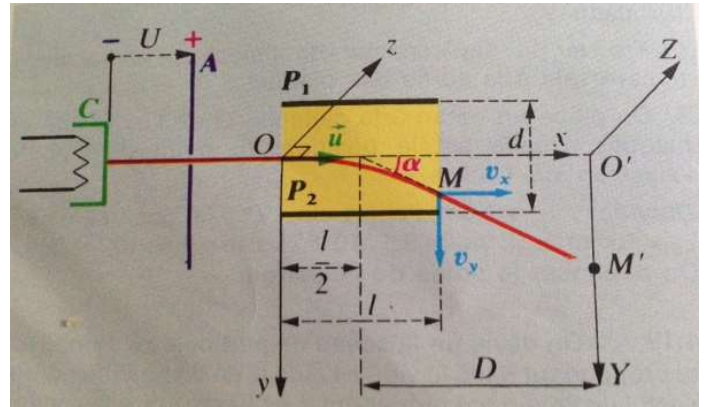
**MOUVEMENTS DANS E ET B****Exercice n°1**

1. On applique une tension  $U$  continue réglable entre la cathode  $C$  et l'anode  $A$  d'un tube thermoélectrique à vide. On règle  $U$  de façon que la vitesse des électrons au niveau de la plaque  $A$  soit  $v = 6 \cdot 10^6 \text{ m.s}^{-1}$ . Calculer  $U$  en se plaçant dans les deux cas suivants pour la vitesse  $v_0$  des électrons à la sortie de la cathode :  $v_0 = 0 \text{ m.s}^{-1}$  et  $v_0 = 50 \text{ m.s}^{-1}$ . Conclure

Données :  $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ ,  $e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

2. Les électrons arrivent au point  $O$  avec la vitesse  $\vec{v}$  colinéaire à  $Ox$ . Ils sont alors soumis sur une distance  $l = 0.1 \text{ m}$  à l'action d'un champ  $\vec{E}$  uniforme créé par un condensateur plan dont les armatures  $P_1$  et  $P_2$  sont parallèles au plan  $xOz$ , symétriques par rapport à ce dernier et distantes de  $d = 0.05 \text{ m}$ .

- Déterminer le sens de  $\vec{E}$  pour obtenir un point d'impact  $M'$  des électrons sur la portion  $O'Y$ .
- Déterminer les équations horaires  $x(t)$  et  $y(t)$  du mouvement puis l'équation de la trajectoire  $y(x)$ .
- Quelle tension  $U'$  doit-on appliquer entre les plaques pour obtenir une déviation  $\alpha$  en  $M$  de  $20^\circ$  ? Donner les caractéristiques du vecteur vitesse en  $M$ .
- Calculer dans ces conditions l'ordonnée  $y$  de  $M$  et celle  $Y$  de  $M'$  sachant que la distance  $D$  du milieu des plaques  $P_1$  et  $P_2$  au plan  $YO'Z$  vaut  $0.3 \text{ m}$ .

**Exercice n°2**

Dans un cyclotron à protons, on donne :

la valeur du champ magnétique uniforme dans les "dees"  $B = 1,0 \text{ T}$

la valeur maximale de la tension alternative sinusoïdale que l'on établit entre les " dees" :  $U_M = 2 \cdot 10^3 \text{ V}$

- Montrer que, dans un "dee", le mouvement d'un proton est circulaire uniforme. On négligera le poids par rapport à la force magnétique.
- Exprimer littéralement le temps  $t$  mis par un proton pour effectuer un demi-tour. Ce temps dépend-il de la vitesse du proton ? Calculer sa valeur numérique.
- En déduire la valeur de la fréquence  $N$  de la tension alternative qu'il faut établir entre les dees pour que les protons subissent une accélération maximale à chaque traversée de l'intervalle entre les dees. Le temps de traversée de cet intervalle est négligeable.
- Calculer l'énergie cinétique transmise au proton lors de chacune de ses accélérations entre les dees.
- La vitesse  $v$ , d'injection du proton étant négligeable, on désire que sa vitesse atteigne la valeur  $v = 2 \cdot 10^4 \text{ km.s}^{-1}$ . Calculer le nombre de tours que le proton devra décrire dans le cyclotron.
- A quel rayon ces protons seront-ils alors extraits en admettant qu'ils sont injectés en  $A$  à proximité immédiate du centre  $O$  ?

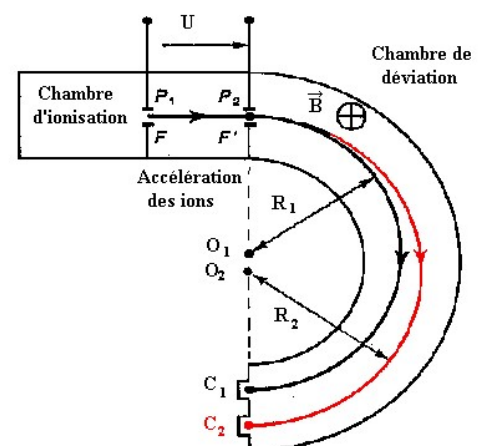
On donne masse du proton  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ; charge du proton  $+e = +1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

**Exercice n°3**

On donne : charge élémentaire :  $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ; intensité du champ magnétique :  $B = 0,1 \text{ T}$ ; masse d'un nucléon (proton ou neutron)  $m_n = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .

Le poids des ions est négligeable par rapport aux forces électrostatique ou magnétique qui s'exercent sur eux.

On veut séparer les deux isotopes du brome  $^{79}\text{Br}$  et  $^{81}\text{Br}$  dont les masses  $m_1$  et  $m_2$  sont proportionnelles aux nombres de masse  $A_1 = 79$  et  $A_2 = 81$ . Les atomes de brome sont d'abord ionisés dans une chambre d'ionisation en ions  $\text{Br}^+$  d'où ils sortent par la fente  $F$  avec une vitesse sensiblement nulle. Puis ces ions sont accélérés par un champ électrostatique uniforme entre les plaques  $P_1$  et  $P_2$ ; la tension entre ces plaques vaut :  $U_{P_2P_1} = V_{P_2} - V_{P_1} = U_0 = 4 \cdot 10^3 \text{ V}$ . Enfin, les ions pénètrent, à travers la fente  $F'$  et avec un vecteur vitesse  $\vec{v}_0$ , perpendiculaire aux plaques, dans une région (chambre de déviation) où règne un champ magnétique uniforme à perpendiculaire au plan de la figure. Ils décrivent alors deux trajectoires circulaires de rayons  $R_1$  et  $R_2$  et parviennent dans deux collecteurs  $C_1$  et  $C_2$ .



- a) Montrer que, quel que soit l'isotope, les ions pénètrent en F' dans la chambre de déviation avec la même énergie cinétique  $E_c$ . Calculer la valeur de  $E_c$  en joules puis en keV. Les ions ont-ils la même vitesse en F'?
- b) Donner le sens du vecteur  $\mathbf{B}$  qui permet aux ions d'être déviés vers le bas.
- c) Rappeler, sans démonstration, l'expression littérale du rayon R du cercle en fonction de la masse de l'ion, de sa charge, de la tension accélératrice  $U_0$  et du champ magnétique B. Conclure.  
Calculer  $R_1$  et  $R_2$ .

---

#### **Exercice n°4**

Une particule chargée M de charge q et de masse m se déplace dans un plan xOz.

Elle subit l'action d'une force de rappel :  $\vec{F} = -k\vec{OM}$  ainsi que l'action d'un champ magnétique uniforme  $\vec{B} = B\vec{e}_y$ . Ecrire les équations différentielles du mouvement de M. On posera  $\omega_0^2 = k/m$

On pose  $u = x + jz$ , en notation complexe. Quelle est l'équation différentielle vérifiée par u ? Faire apparaître, dans le mouvement de M, deux pulsations  $\omega_1$  et  $\omega_2$ , que l'on exprimera en fonction de  $\omega_0$  et m. On supposera que  $\omega_0 \gg qB/m$