

FORCE MAGNETIQUE

EXERCICE 1

Soit un espace muni d'un repère (i, j, k) dans lequel règne un champ B ayant pour coordonnées ($B_x=0$; $B_y=0$; $B_z=6.10^{-4}$ T). Un ion ${}^4_2\text{He}^{2+}$ pénètre dans ce espace avec une vitesse V ayant pour coordonnées $V(V_x=4.10^6 \text{ ms}^{-1}$; $V_y=0$; $V_z=0$).

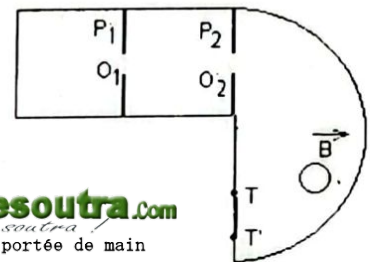
- 1- Montrer que le mouvement de l'électron est plan (plan à préciser), uniforme et circulaire
- 2- Calculer le rayon de la trajectoire et le tracer dans le repère donné
- 3- Calculer le temps mis par l'électron pour faire le tour complet

EXERCICE 2 « SPECTROGRAPHE DE MASSE »

On envisage la séparation de deux isotopes du zinc à l'aide d'un spectroscope de masse. On négligera le poids des ions devant les autres forces. On donne la charge élémentaire $e=1,6.10^{-19}\text{C}$

1-Un chambre d'ionisation produit des ions ${}^{68}\text{Zn}^{2+}$ et ${}^x\text{Zn}^{2+}$ de masses respectives 68.u et x.u (u étant l'unité de masse atomique de valeur $1,67.10^{-27}\text{kg}$).

Ces ions sont ensuite accélérés dans le vide entre deux plaques métalliques parallèles P_1 et P_2 . La tension accélératrice entre les plaque est $U=1000\text{V}$.



1-1 La tension accélératrice U est- elle $U_{P_1P_2}$ ou $U_{P_2P_1}$? Justifier votre réponse.

1-2 En déduire la valeur de la vitesse v_{01} de l'ion ${}^{68}\text{Zn}^{2+}$ lorsqu'il arrive en O_2

1-3 Exprimer en fonction de x et v_{01} l'expression de la vitesse v_{02} de l'ion lorsqu'il arrive en O_2

2-Les ions pénètrent ensuite dans une région où règne un champ magnétique B uniforme, orthogonal au plan de la figure et de valeur $B=0,1\text{T}$

2-1 Indiquer sur le schéma refait sur votre copie, le vecteur champ B pour que les ions ${}^{68}\text{Zn}^{2+}$ parviennent en T et les ions ${}^x\text{Zn}^{2+}$, en T'. Justifier votre réponse.

2-2 Montrer que la trajectoire des ions est plane, uniforme et circulaire dont on donnera pour chaque ion l'expression du rayon

2-3 Calculer le rayon de l'ion ${}^{68}\text{Zn}^{2+}$.

2-4 En déduire la valeur de x dans les cas suivants

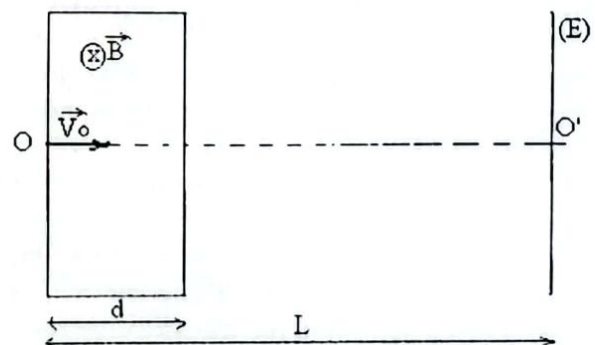
a) si on donne la distance $TT'=8\text{mm}$.

b) Si on donne $O_2T=106,8\text{cm}$ et $O_2T'=107,6\text{cm}$ (on montrera que $O_2T = D = k\sqrt{m}$ avec $m=68u$)

EXERCICE 3

"DEFLEXION MAGNETIQUE"

Des particules identiques de masse m et de charge q pénètrent avec un vecteur vitesse horizontale V_0 en point O d'une zone de champ magnétique uniforme B perpendiculaire au plan et dirigé vers l'arrière de la figure. Cette zone a la forme d'une bande de largeur.



- 1- Préciser en vous justifiant le sens de déviation des particules.
- 2- Quelle vitesse minimale V_{min} doit-on donner aux particules pour qu'elles puissent atteindre l'autre bord de bande du champ ?

3- On place à une distance L du bord d'entrer de la borne du champ un écran (E). Les particules sont injecter avec une vitesse suffisante pour qu'elle puisse atteindre (E). On appelle α le déviation angulaire du faisceau à la traversée de zone de champ.

3-1 Mettre en évidence l'angle de déviation α de deux manières différentes sur la figure.

3-2 Exprimer $\sin \alpha$ en fonction de d et R(rayon de courbure) puis en fonction de d, B, m, q et V_0 .

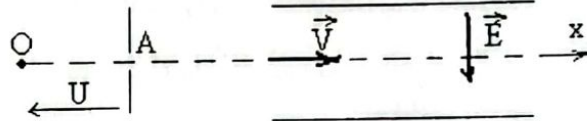
4- On appelle I le point d'impact du faisceau sur l'écran (E).

- 4-1 Préciser la nature du mouvement hors de la zone du champ.
- 4-2 On pose $D_m = 0,1$ la déflexion magnétique. Montrer que, pour une déviation α faible, $\sin \alpha = \tan \alpha = \alpha$ (en radian) et pour L grand devant d , alors $D_m = kB$ où k est un coefficient que l'on exprimera en fonction des données l'énoncé.
- 4-3 Application : Calculer la déflexion magnétique D_{m1} et D_{m2} dans le cas de la déviation de deux isotopes $^{16}_8O^{2-}$ et $^{18}_8O^{2-}$ ayant traversées une bande magnétique de valeur $B = 0,25$ T et de largeur $d = 3$ cm à la vitesse $V_0 = 2,5 \cdot 10^8$ ms⁻¹. L'écran se situant à la distance $l = 55$ cm de l'origine O.
- 4-4 Donner l'expression de D_m si on ne peut plus négliger d devant L . Faire une application numérique avec les ions précisant $L = 55$ cm et $d = 30$ cm.

EXERCICE 4 FITRE DE PARTICULE

Un particule de charge q , émise en O sans vitesse initiale, est accéléré selon l'axe Ox par une tension $|U| = 100$ V. Au-delà de l'orifice A, il pénètre avec une vitesse entre deux plaques métalliques parallèles à Ox entre les lesquelles règne un champ électrostatique uniforme de valeur $E = 2 \cdot 10^5$ Vm⁻¹. On crée dans tout le volume compris entre les armatures un champ magnétique uniforme $B = 0,2$ T perpendiculaire à la figure

- 1- Détermine l'expression de $V = V_0$ pour que la particule ne subisse aucune déviation



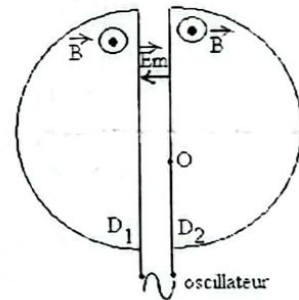
- 2- Calcule la valeur de V_0
- 3- Décrire le mouvement de la particule lorsque $V < V_0$ et lorsque $V > V_0$ quelque soit la charge de la particule

Fomesoutra.com
Docs à portée de main

EXERCICE 5 « LE CYCLOTRON »

Le cyclotron est un appareil constitué de deux demi cylindre métallique creux D_1 et D_2 appelés des DEES, à l'intérieur desquels est établi un champ magnétique uniforme et indépendant du temps. Dans l'espace entre les dees, est appliquées un champ électrostatique oscillant de la forme $E(t) = E_m \cos(2\pi N t)$ uniforme à chaque instant où E_m est un vecteur constant orienté de D_2 vers D_1 .

Des protons sont injectés au point O sans vitesse initiale à la date $t = 0$ s où la valeur du champ $E(t)$ est maximale E_m



- 1- En supposant que le temps de transit des protons entre les dees est négligeable devant la période T du champ électrostatique $E(t)$, quelle est la nature du mouvement des protons entre les dees ?
- 2- Exprimer en fonction de la charge élémentaire e , de la tension maximale U_m entre les dees, l'énergie cinétique E_c des protons à leur premier passage. Calculer E_c en Joules et en eV. On donne $U_m = 10^4$ V et $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.
- 3- Les protons pénètrent alors en D_1
 - 3-1 Quelle est à l'intérieur de D_1 la nature du mouvement d'un proton ?
 - 3-2 Exprimer en fonction de B, e, U_m, m , masse du proton, le rayon de courbure R_1 . Calculer sa valeur $B = 1$ T et $m = 1,6 \cdot 10^{-27}$ kg.
- 4- Quelle valeur N_c appelée « fréquence cyclotron » doit-on attribuer à la fréquence N du champ électrostatique afin que les protons sortant de D_2 soient à nouveau accélérés au maximum entre les dees ?
- 5 - Décrire qualitativement le mouvement ultérieur des protons. Dessiner l'allure de leur trajectoire dans le dispositif.
- 6- Soit n , le nombre de passage entre les dees. Exprimer le rayon R_n de la trajectoire correspondante d'un proton à l'intérieur de l'un des dees en fonction de n et R_1 .
- 7- Le faisceau sort du cyclotron par une ouverture pratiquée dans l'un des dees. Le rayon de sa trajectoire est alors $R_n = 49,5$ cm
 - 7-1 Quel est le nombre de passages effectués entre les dees et en déduire le nombre de tours effectués et le temps de séjour dans le cyclotron avant de sortir.
 - 7-2 Avec quelle énergie cinétique (en J) les protons sortent-il du cyclotron ? Avec quelle vitesse ?
 - 7-3 A quelle tension accélératrice faudrait-il soumettre un proton émis sans vitesse initiale, pour qu'il acquière la même énergie cinétique qu'à la sortie du cyclotron ?