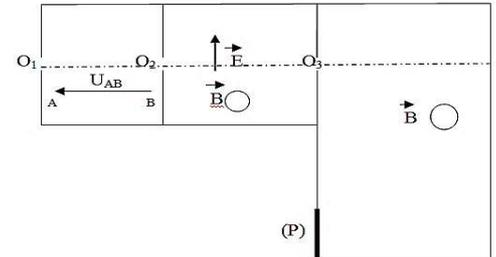


Série P₆ : MOUVEMENT D'UNE PARTICULE CHARGÉE DANS UN CHAMP MAGNÉTIQUE UNIFORME**EXERCICE 1 (N°13 page 179 Collection KANDIA 2015)****EXERCICE 2 (N°11 page 178 Collection KANDIA 2015)****EXERCICE 3 (N°20 page 181 Collection KANDIA 2015)****EXERCICE 4**

Un spectrographe de masse est composé de trois enceintes notées (I), (II) et (III) comme la montre la figure ci-contre :

1. Des ions potassium K^+ pénètrent sans vitesse initiale dans l'enceinte (I) par l'ouverture O_1 et sont accélérés par une tension $U_{AB} = U$ appliquée entre les plaques A et B.



1.1. Quel est le signe de la tension U ? Justifier la réponse.

1.2 Etablir l'expression de la vitesse v_0 des ions à leur sortie en O_2 , en fonction de leur charge q et leur masse m .

2. Ces ions pénètrent par l'ouverture O_2 dans l'enceinte (II) où règne simultanément un champ électrique E et un champ magnétique B dont les directions et sens sont indiqués sur le schéma.

2.1. Déterminer les caractéristiques des forces électrique F_e et magnétique F_m agissant sur un ion K^+ à son entrée en O_2 . **(0,5point)**

2.2. En déduire que seuls les ions dont la vitesse est telle que $v_0 = E/B$ pourront sortir par l'orifice O_3 .

2.3. Les valeurs de E et B sont fixées : $E = 5 \cdot 10^4 \text{ V/m}$ et $B = 0,5 \text{ T}$. Quelle valeur doit-on donner à la tension accélératrice U pour sélectionner les ions de l'isotope ^{39}K ? **(0,5point)**

2.4. En réalité, le faisceau d'ions $^{39}\text{K}^+$ arrivant en O_2 n'est pas homogène. Certains ions ont une vitesse $v_1 = v_0(1 + \epsilon)$ et d'autres une vitesse $v_2 = v_0(1 - \epsilon)$. Qu'arrive-t-il à ces deux types d'ions ?

3. Les ions ainsi sélectionnés pénètrent dans l'enceinte (III) par l'ouverture O_3 et ne sont plus soumis qu'au seul champ magnétique B précédent.

3.1. Quel doit être le sens de B pour que les ions arrivent sur la plaque sensible (P) ?

3.2. Montrer que dans l'enceinte (III), la trajectoire des ions est plane.

3.3. Démontrer que les ions décrivent dans cette enceinte un mouvement circulaire et uniforme.

3.4. On observe sur la plaque (P) une trace T_0 due à l'impact des ions. Exprimer la distance $d_0 = O_3T_0$ puis calculer sa valeur. Quelle est la durée du trajet des ions entre O_3 et T_0 ?

4- On supprime le filtre de vitesse c'est-à-dire les champs E et B dans l'enceinte (II). On observe alors sur la plaque (P) trois traces T_1 , T_0 et T_2 .

4.1. Justifier l'apparition de ces trois traces. **(0,25pt)**

4.2. Montrer que la distance d qui sépare les traces T_1 et T_2 est $d = T_1T_2 = 2\epsilon d_0$ et la calculer. **(0,5pt)**

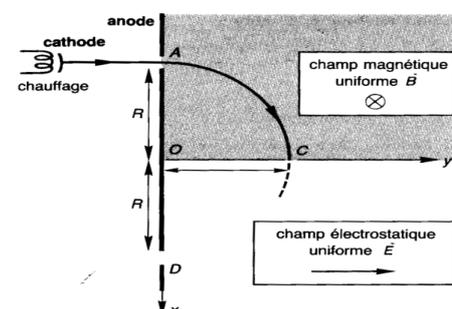
Données : $1u = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $\epsilon = 10^{-5}$.

EXERCICE 5

Un faisceau d'électrons, émis d'une cathode par effet thermoélectrique est accéléré au moyen d'une anode OA. La différence de potentiel entre anode et cathode vaut $U_0 = 285 \text{ volts}$ (fig. ci-dessous).

1- En admettant que les électrons sont émis par la cathode avec une vitesse négligeable, exprimer littéralement puis numériquement la vitesse V_0 des électrons lorsqu'ils traversent le trou A. **(0,75pt)**

2- Le faisceau d'électrons pénètre ensuite dans une région où règne un champ magnétique uniforme, dans laquelle il décrit un quart de cercle de rayon $R = 20 \text{ cm}$.



2.1- Déterminer littéralement (en fonction de m , e , U_0 et de R), puis numériquement, la norme B du champ magnétique.

2.2- Caractériser le vecteur vitesse des électrons (direction, sens et norme) à la traversée du trou C .

3- Le faisceau d'électrons est enfin dévié par un champ électrostatique uniforme parallèle à l'axe, régnant dans le dièdre xOy (voir la figure).

3.1- Etablir les équations horaires du mouvement des électrons dans le champ électrostatique. (01pt)

3.2- En déduire l'équation et la nature de la trajectoire. (0,5pt)

3.3- Déterminer la valeur à donner à la norme E du champ électrostatique pour que le faisceau d'électrons traverse le trou D à une distance R du point O ; on exprimera E en fonction de U_0 et de R .

EXERCICE 6

La détermination de l'abondance isotopique, en isotopes ^{12}C et ^AC du carbone, est employée dans le domaine alimentaire en matière de répression des fraudes. Cette détermination s'effectue par spectrométrie de masse. Le spectromètre utilisé est de type Dempster schématiquement représenté sur la figure ci-après. L'échantillon à analyser subit tout d'abord avant injection une série de transformations afin que tout le carbone se trouve combiné sous forme de dioxyde de carbone CO_2 . Après passage dans la chambre d'ionisation (I) du spectromètre, il se forme les ions : $^{12}\text{CO}_2^+$ et $^A\text{CO}_2^+$. Dans tout le problème le poids des ions est négligeable devant l'intensité des autres forces mises en jeu. L'oxygène est sous forme ^{16}O . Données : masse ($^{12}\text{CO}_2^+$) ; $m_1 = 44u$; masse ($^A\text{CO}_2^+$) ; $m_2 = (32+A)u$ et $1u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

1. Ces ions sont ensuite accélérés dans le vide entre deux plaques métalliques parallèles P_1 et P_2 qui délimitent la chambre (II). La tension accélératrice a pour valeur absolue $U_0 = 4\text{kV}$. On suppose nulle la vitesse de sortie des ions de la chambre d'ionisation par la fente O_1 .

1.1. Quelle plaque (P_1 ou P_2) doit être portée au potentiel le plus élevé ? Justifier. (0,5pt)

1.2. Calculer la vitesse V_1 des ions $^{12}\text{CO}_2^+$ lorsqu'ils arrivent à la fente O_2 . (0,5pt)

1.3. Exprimer en fonction de A et de V_1 , la vitesse V_2 des ions $^A\text{CO}_2^+$ en O_2 . (0,25pt)

2. Les ions pénètrent ensuite dans la chambre (III) où règne un champ magnétique uniforme orthogonal au plan de la figure, d'intensité $B = 0,25\text{T}$.

Ils sont collectés sur la plaque détectrice (O_2D) inclinée de $\alpha = 30^\circ$ sur l'axe O_2x .

2.1. Indiquer sur le schéma le sens du vecteur \vec{B} pour que les ions $^A\text{CO}_2^+$ parviennent en A_2 , et les ions $^{12}\text{CO}_2^+$ en A_1 . (0,25pt)

2.2. Déterminer la nature du mouvement dans le plan O_2xy . (1pt)

2.3. Montrer que dans le repère (O_2, \vec{i}, \vec{j}) l'équation cartésienne de la trajectoire des ions est :

$$y = \sqrt{x(b-x)}; \text{ b étant un réel positif dont on précisera la signification. (0,75pt)}$$

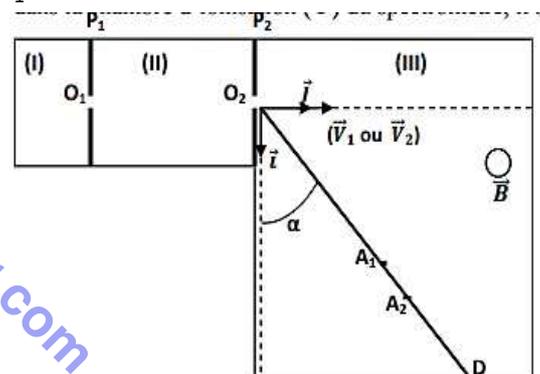
3. Soit b_1 la valeur de b pour les ions $^{12}\text{CO}_2^+$. Exprimer b_1 en fonction de B , e , U_0 et u . Calculer sa valeur (avec 4 chiffres significatifs). (0,5pt)

4. Si b_2 est la valeur de b pour les ions $^A\text{CO}_2^+$, exprimer alors b_2 en fonction de b_1 et de A . (0,25)

5. Montrer que la hauteur h entre les points d'impact A_1 et A_2 des ions sur la plaque (O_2D) est :

$$h = b_1 \left(\sqrt{\frac{A+32}{44}} - 1 \right) \cos \alpha.$$

Calculer la valeur de A puis celle de V_2 sachant que $h = 4,87 \text{ mm}$. (1pt)



AU TRAVAIL !