

**MOUVEMENT D'UNE PARTICULE CHARGÉE DANS UN CHAMP
MAGNETIQUE UNIFORME**

Exercice 1

Dans tout l'exercice, on considère que les ions se déplacent dans le vide et que leur poids est négligeable devant les autres forces ; on assimile la masse d'un ion à la somme des masses des nucléons de son noyau.

1- Un chambre d'ionisation produit à partir de chlore naturel, des ions $^{35}_{17}\text{Cl}^-$ et $^x_{17}\text{Cl}^-$, de masse $m_1 = 35 m_0$ et $m_2 = x.m_0$. ces ions sont injectés, à la vitesse initiale supposée nulle par l'orifice O de la plaque P (voir figure). Entre les plaques p et P' distantes de d, existe une différence de potentiel $U = V_{P'} - V_P$. On donne $m_0 = 1,67.10^{-27}$ kg ; charge élémentaire $e = 1,6.10^{-19}$ C ; $|U| = 10^4$ V.

1.1) Quel est le signe de U ? Justifier.

1.2) Quelle est la nature du mouvement des ions entre les plaques ? Justifie la réponse.

1.3) En utilisant le théorème de l'énergie cinétique entre O et O', établir l'expression de la vitesse V d'un ion $^{35}_{17}\text{Cl}^-$ au passage en O' à travers la plaque P' en fonction de e, U et m_0 .

1.4) En déduire, sans nouveau calcul l'expression de la vitesse v' de l'ion $^x_{17}\text{Cl}^-$ à leur passage en O' en fonction de e, U, x et m_0 .

1.5) Calculer V d'un ion $^{35}_{17}\text{Cl}^-$.

2) Après passage en O', les ions pénètrent dans une région où règne un champ magnétique uniforme \vec{B} , perpendiculaire au vecteur vitesse des ions et au plan de la figure.

2.1) Préciser en justifiant,

le sens du vecteur \vec{B} pour que les ions parviennent en A et A', points d'impact sur Une plaque photographique.

2.2) Montrer que la trajectoire des ions est plane et que les ions décrivent un mouvement circulaire uniforme.

2.3) Montrer que la trajectoire des ions $^{35}_{17}\text{Cl}^-$ a un rayon

$$R = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{70}{e} m_0 U}.$$

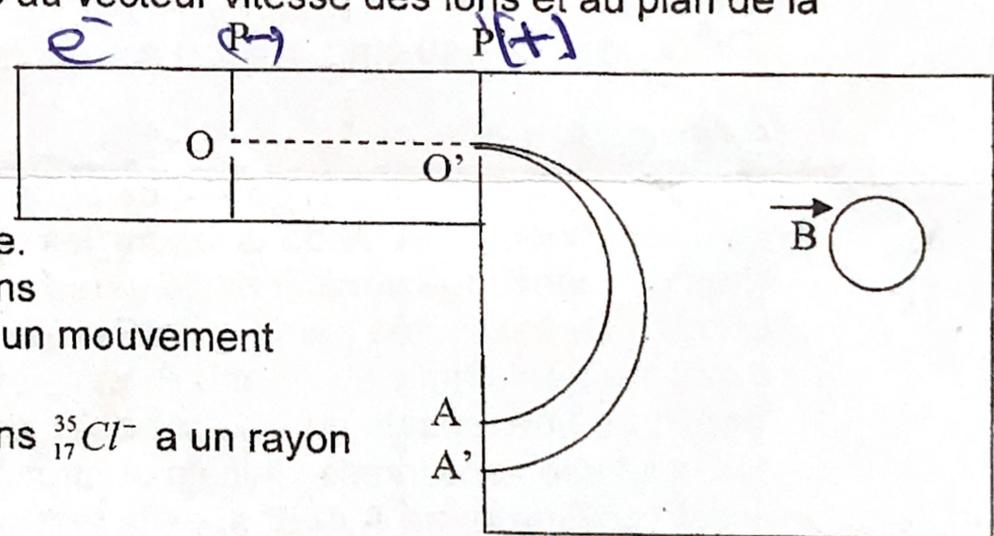
2.4) En déduire sans nouveau calcul, que la trajectoire des ions $^x_{17}\text{Cl}^-$ a un

rayon $R' = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2.x.m_0 U}{e}}$.

Fomesoutra.com
ça soutra !
Docs à portée de main

2.5) Calculer le rayon R de la trajectoire des ions $^{35}_{17}\text{Cl}^-$ sachant que $B = 0,5$ T.

3. La distance AA' entre les points d'impact est égale à 10mm ; en déduire la valeur du nombre de masse x de l'ion $^x_{17}\text{Cl}^-$.



EXERCICE 2

Dans tout l'exercice, on négligera le poids de l'électron devant les autres forces agissant sur lui.

1) Des électrons de masse m et de charge q sont émis sans vitesse initiale par la cathode (C). Ils subissent sur la longueur d, l'action du champ électrique uniforme \vec{E} .

a) Quelle est la nature du mouvement de l'électron entre la cathode (C) et l'anode (A) ?

b) Quelle est la valeur v_0 de la vitesse d'un électron au point O₁ ?

On donne : $q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$; $d = 10 \text{ cm}$; $E = 5,0 \cdot 10^4 \text{ V/m}$.
 2) Arrivés en O_1 , les électrons subissent sur la distance ℓ , l'action d'un champ magnétique uniforme \vec{B} perpendiculaire au plan de la figure .

a) Quel doit être le sens du vecteur \vec{B} pour que les électrons décrivent l'arc de cercle O_1N ?

b) Etablir l'expression du rayon $R = O_1O_1' = O_1'N$ de cet arc de cercle. Calculer R pour $B = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ T}$.

3) a) Quelle est la nature du mouvement de l'électron dans le domaine III où il n'existe aucun champ ?

b) Le domaine III est limité par un écran (E) sur lequel arrivent les électrons. Exprimer en fonction de m , e , B , D , ℓ et v_0 , la déflexion magnétique $O_3I = Y$ subi par un électron à travers le système II+III . La droite IN coupe l'axe O_1O_2 au point M . L'écran

est à la distance D de ce point M

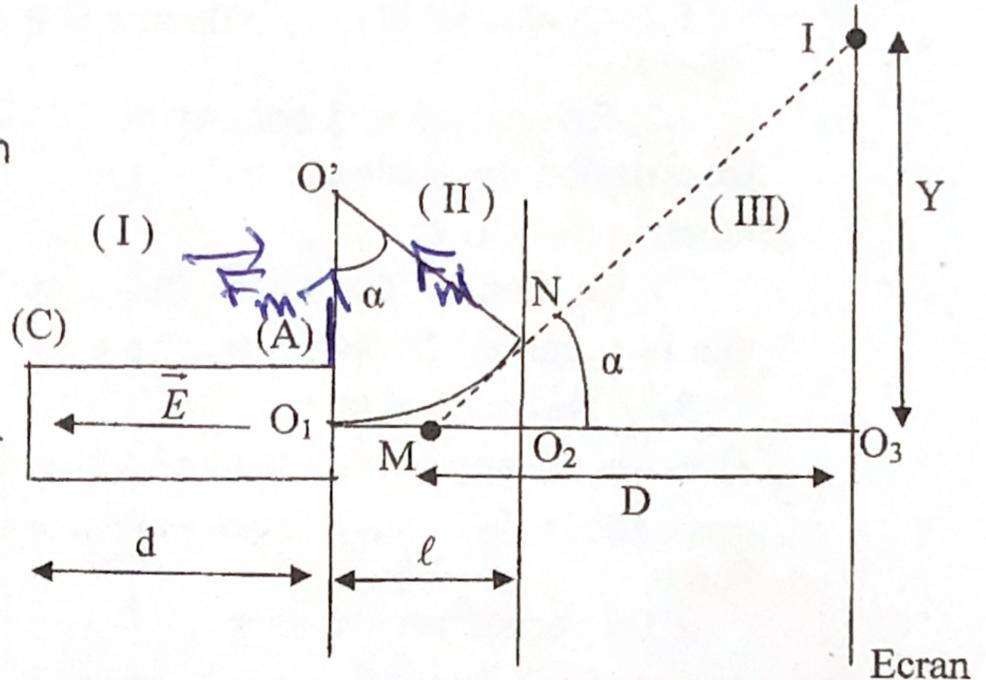
On fera les simplifications suivantes :

- Dans le domaine II de l'espace, on peut confondre la longueur de l'axe O_1N avec la longueur $O_1O_2 = \ell$ où règne le champ B .

- On supposera que la déviation angulaire est faible.

c) Sachant que $Y = 3,35 \text{ cm}$, retrouver la valeur v_0 de la vitesse de l'électron au point O_1 .

On donne : $D = 40 \text{ cm}$; $\ell = 1,0 \text{ cm}$.



EXERCICE 3

Un cyclotron est un accélérateur de particules chargées. Ce dispositif est constitué de deux zones D_1 et D_2 dans lesquelles règne un champ magnétique vertical dirigé vers le haut.

La zone D_1 est limitée par la grille P_1 et la zone D_2 à gauche par la grille P_2 . Entre P_1 et P_2 , on peut appliquer une tension dont il est possible d'inverser le signe.

1) On injecte sans vitesse initiale un proton au point A . Il est accéléré entre A et B sous la tension $U_{P_1P_2} = 10^3 \text{ V}$. Déterminer la vitesse du proton au point B . On donne masse du proton $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$;

Charge élémentaire $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. $B = 1 \text{ T}$

2) Dans la zone D_2 , le proton parcourt le demi cercle BC .

a) Déterminer le rayon du cercle .

b) Quel est le temps mis pour parcourir ce demi cercle ?

3) Entre C et D , le proton est accéléré sous une tension $U_{P_1P_2} = -10^3 \text{ V}$; puis dans la zone D_1 , il parcourt le demi cercle DE .

a) Déterminer le rayon de ce demi cercle .

b) Quel est le temps mis pour parcourir ce demi cercle ?

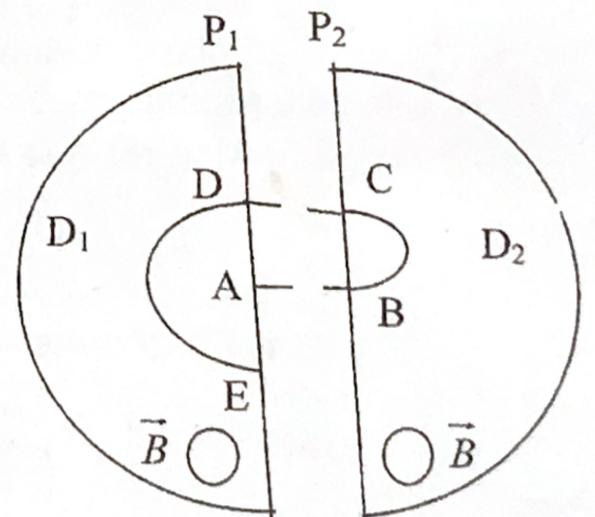
4) Entre A et D , on considère que le proton fait un tour . Déterminer l'augmentation de l'énergie cinétique du proton pour chaque tour .

5) On veut que le proton atteigne au moins une vitesse de 10^4 Km/s . Quel est le nombre minimal de tours qu'il faudrait pour y parvenir ?

6) En négligeant le temps où le proton est compris entre D_1 et D_2 ; indiquer :

a) Le temps mis pour faire un tour ;

b) Avec quelle fréquence il faudrait inverser le signe de la tension entre les deux grilles .



Fomesoutra.com
 Docs à portée de main