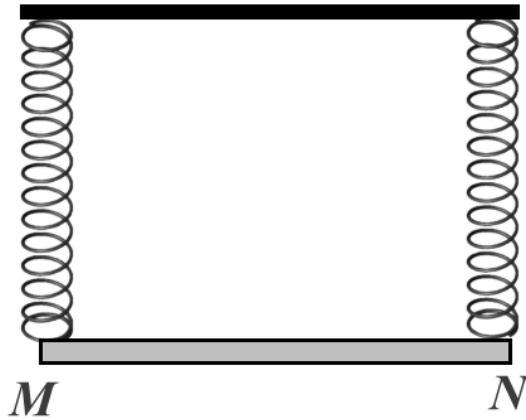


LOI DE LAPLACE

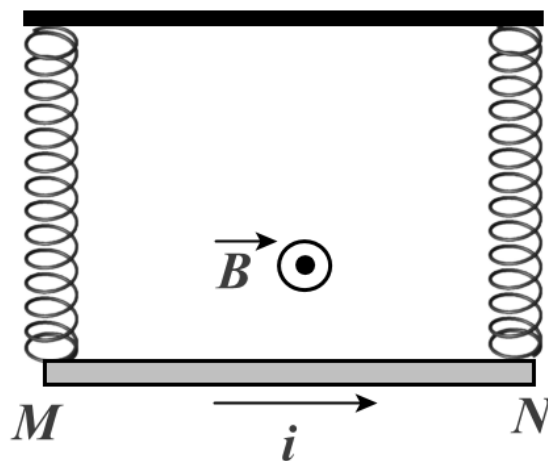
EXERCICE 1

Les ressorts sont identiques ($k = 2,5\text{N/m}$). La tige MN est homogène, conductrice, de masse $m = 401\text{g}$ et de longueur $l = 10\text{cm}$.

A l'équilibre MN est horizontale et on prendra $g = 10\text{m/s}^2$

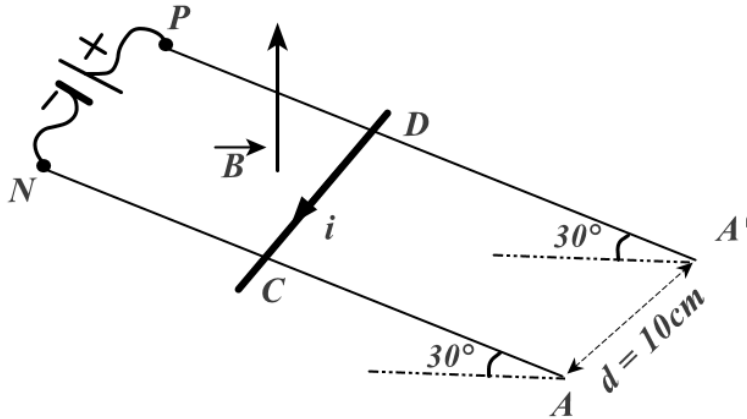


- 1) Calculer à l'équilibre l'allongement de chaque ressort.
- 2) Le dispositif est plongé dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ horizontal et perpendiculaire à MN ($\vec{B} \odot$). La tige est parcourue par un courant électrique ($I = 5\text{A}$) dirigé de M vers N. Calculer à l'équilibre l'allongement de chaque ressort.



- 3) La tige reste plongée dans le même champ magnétique ($B = 0,2\text{T}$). Déterminer le sens et l'intensité du courant électrique qui doit traverser la tige pour que les ressorts reprennent à l'équilibre leurs longueurs initiales.

EXERCICE 2



Deux rails de cuivre NA et PA' sont inclinés par rapport au plan horizontal d'un angle α . Une tige de cuivre CD peut se déplacer sans frottement le long de ces deux rails. L'ensemble est plongé dans un champ magnétique uniforme et vertical dont le sens est donné de bas en haut. La tige CD reste perpendiculaire à NA.

On néglige les frottements, déterminer la valeur du champ magnétique B.

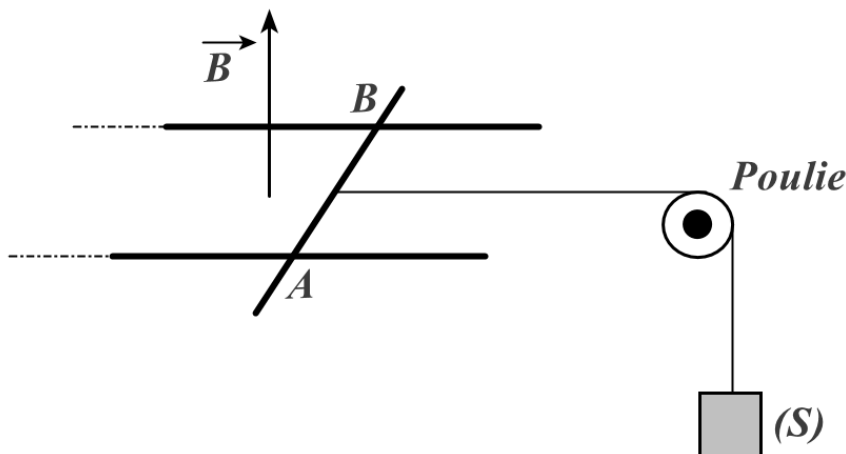
EXERCICE 3

Une tige conductrice **AB**, homogène de masse **m = 20 g** et de longueur **AB = 10 cm**, peut glisser sans frottement sur deux rails parallèles tout en leur restant perpendiculaire.

L'ensemble est plongé dans un champ magnétique uniforme et vertical $\vec{B}$, orienté vers le haut et d'intensité $B=0,5 \text{ T}$. Un générateur, lié aux rails, permet de faire passer dans la tige un courant d'intensité $I = 10 \text{ A}$.

On attache au milieu O de la tige un fil de masse négligeable qui passe sur la gorge d'une poulie et qui supporte en sa deuxième extrémité un solide (S) de masse **m'**. Le système, abandonné à lui-même est alors en équilibre.

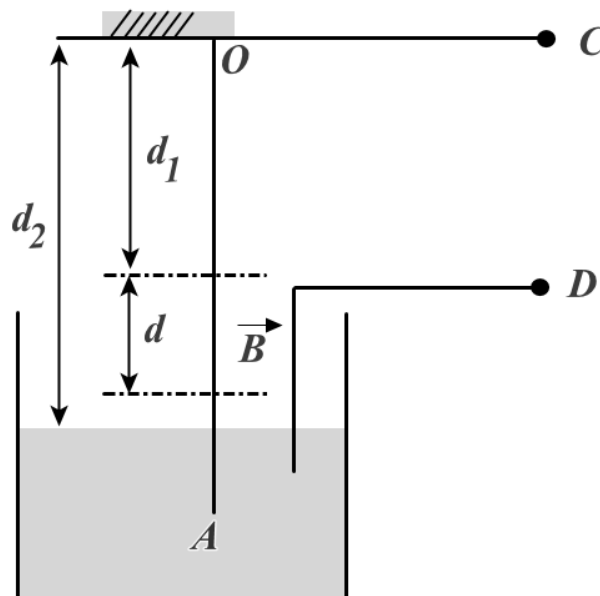
Le plan des rails étant horizontal :



- 1) Déterminer les caractéristiques de la force magnétique $\vec{F}$ exercée sur la tige **AB**.
 Comment appelle-t-on cette force ?
- 2) En déduire le sens du courant dans la tige.
- 3) Calculer alors la masse **m'** du solide (S).

EXERCICE 4

Un conducteur rectiligne **OA**, de masse **m = 2kg** et de longueur **l = OA = 36cm**, est suspendu par son extrémité supérieure **O** à un point fixe. Le conducteur peut tourner librement autour de **O**. Les bornes **C** et **D** sont reliées à un générateur qui maintient dans le conducteur un courant **I = 7,5A**.

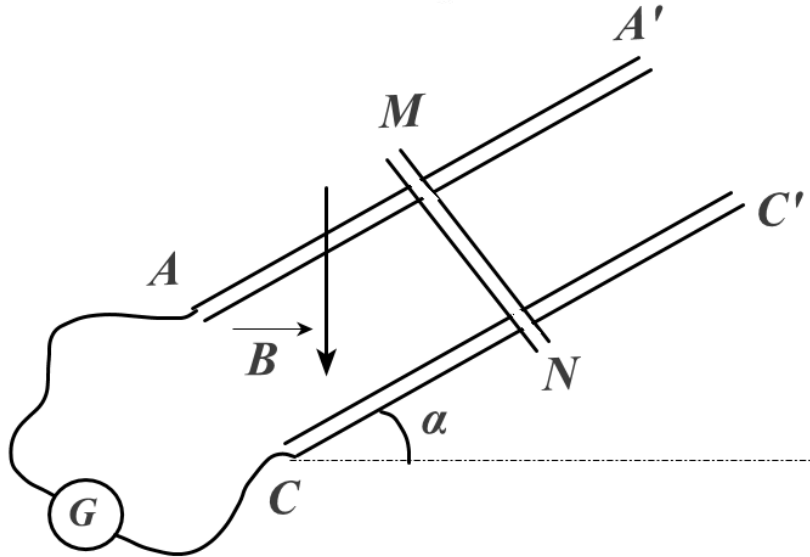


- 1) Une portion de longueur **d** de la barre est soumise à l'action d'un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme et de direction horizontale. Indiquer les polarités des bornes **C** et **D** de même que le sens de $\vec{B}$ pour que la barre dévie vers la droite.
- 2) Calculer la valeur du champ magnétique $\vec{B}$ sachant qu'à l'équilibre l'angle de déviation vaut $\alpha = 5^\circ$.

On donne : $d_1 = 20\text{cm}$; $d_2 = 25\text{cm}$ et $g = 10\text{N.kg}^{-1}$.

EXERCICE 5

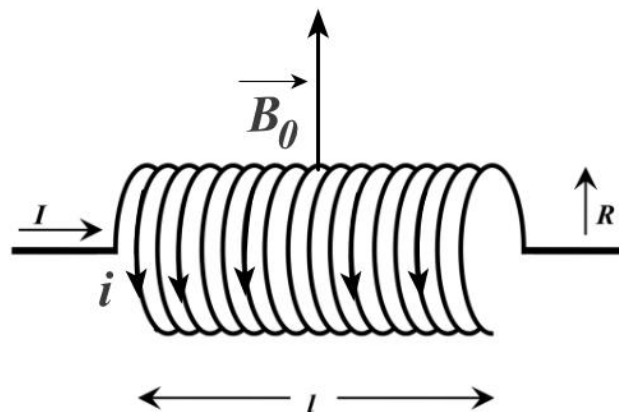
Deux rails conducteurs (**AA'**) et (**CC'**), parallèles et de résistances négligeables, séparés par une distance **L = 25cm** font un angle $\alpha = 30^\circ$ avec l'horizontale. Les deux extrémités **A** et **C** sont reliées à un générateur de f.é.m. **E = 12V** et de résistance Interne négligeable. Une tige (**MN**) métallique de masse **m**, perpendiculaire aux rails, peut glisser sans frottement dans une direction parallèle aux rails. (Voir figure). La résistance de la longueur **L** de la tige est **R = 4Ω**. L'ensemble est placé dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$, vertical dirigé vers le bas et d'intensité **B = 1T**.



- 1) Représenter les forces exercées sur la tige MN pour qu'elle soit en équilibre.
- 2) Calculer l'intensité du courant I traversant la tige MN. Indiquer son sens.
- 3) Par application de la condition d'équilibre à la tige MN, Etablir l'expression de la masse m en fonction de I , L , B , g et α . Calculer m .
- 4) La tige MN ne peut supporter qu'un courant d'intensité $I_{\max} = 1\text{A}$ alors qu'on ne peut pas modifier la valeur du champ magnétique B , faut-il augmenter ou diminuer l'angle α pour que la tige MN reste en équilibre. Calculer la nouvelle valeur de α .

EXERCICE 6

Dans cet exercice, on néglige le champ magnétique terrestre. Une bobine de longueur $l = 20\text{ cm}$, comporte $N = 150$ spires de rayon moyen $R = 2\text{ cm}$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\text{ SI}$.



1. Peut-on considérer la bobine comme un solénoïde ? Justifiez
2. Le champ magnétique au centre de la bobine vaut $B = 2\text{ mT}$. Calculer l'intensité I du courant dans la bobine.

3. La bobine est maintenant parcourue par un courant d'intensité $I' = 5 \text{ A}$ et placée dans un champ magnétique uniforme de valeur $B_0 = 3 \text{ mT}$. L'axe de la bobine et le champ magnétique $\vec{B}_0$ sont perpendiculaires.

2.1. Représenter sur un schéma clair $\vec{B}'$ (champ créé par la bobine) et $\vec{B}_0$

2.2. Quelle direction prendrait une aiguille aimantée placée en O (centre de la bobine) ?

2.3. Calculer la valeur du champ magnétique résultant en O.

EXERCICE 7

Une bobine de rayon $r = 5,00 \text{ cm}$ et de longueur $l = 50,0 \text{ cm}$ Comporte $N = 200$ spires régulièrement réparties.

1- Justifier pourquoi on peut assimiler cette bobine à un solénoïde

2- Calculer la valeur du champ magnétique en (μT) à l'intérieur de ce solénoïde lorsque l'intensité du courant qui le traverse vaut $I = 200 \text{ mA}$.

3- Sachant que l'intensité maximale admissible est 200 mA comment pourrait-on encore augmenter la valeur de ce champ magnétique ?

4- L'axe du solénoïde est placé horizontalement et perpendiculairement au méridien magnétique.

On place une petite aiguille aimantée au centre du dispositif. Lorsqu'on fait passer un certain courant dans la bobine, l'aiguille aimantée dévie de 40° vers l'est.

4-1- Faire un schéma clair de la situation : préciser en particulier le sens du courant et les 4 points cardinaux : Sud, Nord, Est, Ouest.

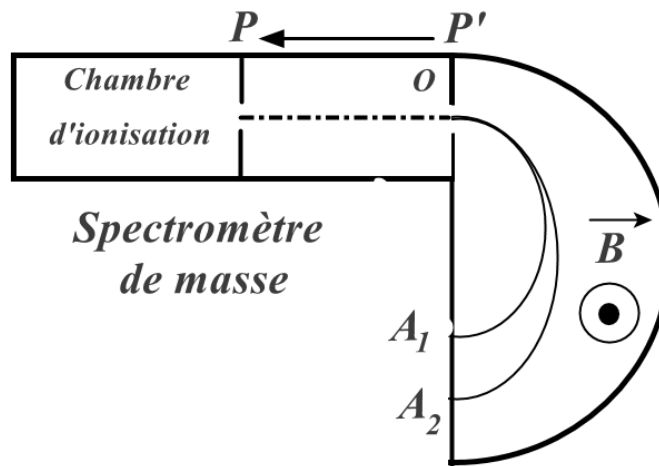
4-2- Calculer l'intensité du courant parcourant le solénoïde. On rappelle $B_h = 2,10 \cdot 10^{-5} \text{ T}$

EXERCICE 8

Après avoir été accéléré dans la chambre d'accélération par une tension U , un proton de masse m_1 et de charge q entre avec la vitesse v_1 perpendiculaire à la plaque de sortie P' en O dans la chambre de déviation magnétique où il est soumis à un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire au plan de la figure. Données :

Charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. $B = 8 \cdot 10^{-2} \text{ T}$; $U = 5 \text{ KV}$; $m_1 = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

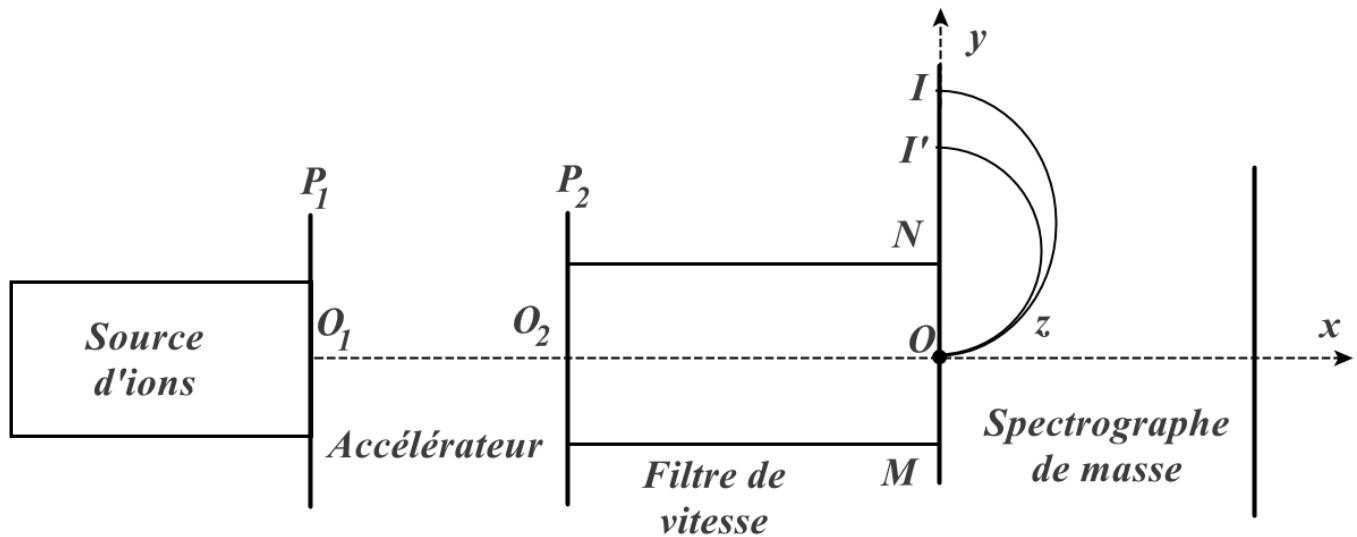
L'expression de la vitesse v dans le champ: $v = \sqrt{\frac{2|q|U}{m}}$



- 1) Représenter la force magnétique après avoir cité ses caractéristiques
 - 2) Calculer :
 - 2-1) la vitesse V_1 du proton.
 - 2-2) le rayon R_1 de la trajectoire.
 - 2-3) la durée du trajet OA_1 .
 - 3) Une seconde particule, de masse m_2 inconnue, de même charge q que celle du proton, pénètre avec la vitesse $\vec{V}_2$ dans le champ magnétique $\vec{B}$ et décrit un mouvement uniforme d'une circonférence de rayon R_2 . L'expérience permet la mesure de $OA_2 : OA_1 = 36,2\text{cm}$.
 - 3-1) Donner l'expression littérale des rayons R_1 et R_2 en fonction de m_1 , ou m_2 , e , U et B .
 - 3-2) Établir la relation entre m_1 , m_2 , R_1 et R_2 .
 - 3-3) Calculer m_2 . Quelle est cette seconde particule ?
- Masse de l'ion $^2\text{H}^+$: $m = 3,34 \cdot 10^{-27} \text{Kg}$
- Masse de l'ion $^3\text{H}^+$: $m = 5,01 \cdot 10^{-27} \text{Kg}$
- Masse de l'ion $^7\text{Li}^+$: $m = 11,62 \cdot 10^{-27} \text{Kg}$

EXERCICE 9

Des ions positifs (isotopes $^{68}\text{Zn}^{2+}$ et $^X\text{Zn}^{2+}$ du zinc) de masses respectives $m_1 = 68u$ et $m_2 = Xu$ avec $u = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{kg}$, émis à partir du point O_1 avec une vitesse initiale négligeable, sont accélérés entre O_1 et O_2 par la tension $|U_{P_1 P_2}| = |U_0| = 5 \text{kV}$ existant entre les plaques P_1 et P_2 . Ils se déplacent dans le vide selon la direction $O_1 x$.



1. Accélération des ions :

- 1.1/ Quel est le signe de la tension U_0 ? Calculer la vitesse des ions $^{68}\text{Zn}^{2+}$ au point O_2 .
- 1.2/ Si v_1 et v_2 désignent respectivement les vitesses en O_2 des deux sortes d'ions, donner la relation entre v_1 et v_2 , m_1 et m_2 . Le rapport $\frac{V_2}{V_1} = 1,03$; en déduire la valeur entière de X du nombre de masse de l'ion $^X\text{Zn}^{2+}$.

2. Filtre de vitesse

Arrivée en O_2 , les ions pénètrent dans un filtre de vitesse constitué par :

- Deux plaques horizontales M et N distantes de $d=20\text{cm}$ entre lesquelles on établit une différence de potentiel $U=U_{MN} > 0$.
- Un dispositif du type bobine de Helmholtz (non représenté sur la figure) qui crée dans l'espace inter plaques un champ magnétique uniforme $\vec{B} = B\vec{u}_z$ de direction $\vec{O_2z}$ perpendiculaire à $\vec{v}_1$ ou $\vec{v}_2$ et au champ électrique $\vec{E}$ existant entre M et N.
- Une plaque verticale P_3 percée au point O aligné avec O_1 et O_2 .

2

- 2.1/ Quel doit être le sens du champ magnétique B pour que les ions $^{68}\text{Zn}^{2+}$ arrive en O_2 avec la vitesse v_1 traversent le dispositif en ligne droite ?
- 2.2/ Exprimer B en fonction de v_1 , U et d . Calculer B (en mT) pour $U=1,68\text{kV}$.
- 2.3/ Les ions $^X\text{Zn}^{2+}$, arrivent en O_2 avec la vitesse v_2 sont-ils déviés vers la plaque N ?
- 2.4/ Calculer la valeur du champ magnétique B' pour que les ions $^X\text{Zn}^{2+}$ traversent le dispositif sans subir de déviation ?

3. Spectrographe de masse :

En faisant varier valeur du champ magnétique dans le filtre de vitesse, on peut faire sortir par le point O l'un ou l'autre des isotopes. Les ions pénètrent alors dans un champ magnétique $\vec{B}_0 = B_0 \vec{u}_z$ avec $B_0 = 500\text{mT}$.

3.1/ Quel doit être le sens de $\vec{B}_0$ pour que les ions soient déviés vers les y positifs ?

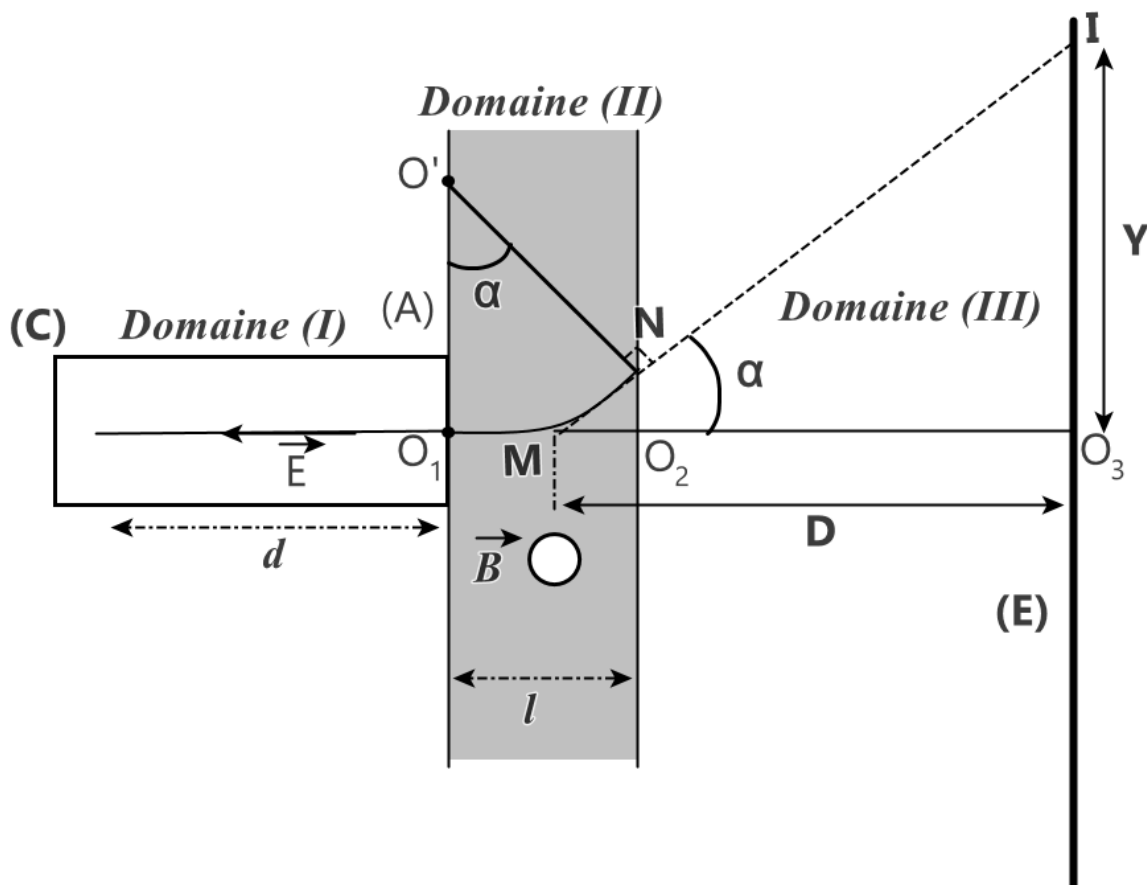
3.2/ Donner l'expression de rayon R de la trajectoire d'un ion de masse m, de charge q et de vitesse v.

3.3/ En posant $R_1 = OI$ et $R_2 = OI'$, exprimer la différence de $R_1 - R_2$ des trajectoires que décrivent les deux sortes d'ions en fonction de R_1 et x.

3.4/ La distance entre les points d'impact I et I' sur la plaque P_3 est $II' = a = 7,20\text{mm}$.

Exprimer le nombre de masse x de l'ion ${}^x\text{Zn}^{2+}$ en fonction de a et de R_1 puis calculer sa valeur numérique. Conclure.

EXERCICE 10



$D = 40\text{ cm}$; $l = 1\text{ cm}$; $d = 10\text{ cm}$; $m = 9,1 \times 10^{-31}\text{kg}$; $E = 5 \times 10^4\text{V.m}^{-1}$.

Dans tout l'exercice, on négligera le poids de l'électron devant les autres forces qui agissent 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 $\vec{E}$.
 - 1.1/ Quelle est la nature du mouvement de l'électron entre la cathode (C) et l'anode (A)?
 - 1.2/ Que vaut la vitesse V_0 d'un électron au point O_1 ?
 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 (le domaine où règne ce champ $\vec{B}$ est hachuré). Quel doit être le sens du vecteur $\vec{B}$ pour que les électrons décrivent l'arc de cercle O_1N ? Justifier la réponse. Établir l'expression du rayon $R = O'O_1 = O'N$ de cet arc de cercle. Calculer R pour $B = 2 \times 10^{-3} \text{T}$.
 - 3/ Calculer la vitesse de l'électron au point N.
 4. Quelle est la nature du mouvement de l'électron dans le domaine III où n'existe aucun champ ? En déduire l'équation de la trajectoire de l'électron correspondant.
 5. 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 $O_3I = Y$ subie par un électron à la traversée du système II + III.
- La droite IN coupe l'axe O_1O_2 au point M. L'écran E est à la distance D de ce point M.
- On fera les hypothèses simplificatrices suivantes :
- dans le domaine II de l'espace, on peut confondre la longueur de l'arc avec la longueur $O_1O_2 = l$ où règne le champ $\vec{B}$.
 - On supposera que la déviation angulaire est faible.
- Sachant que $Y = 3,35 \text{ cm}$, retrouver la valeur V_0 de la vitesse de l'électron au point O_1 .