

EXERCICES DE REMEDIATION ET ENRICHISSEMENT SUR LE CHAMP ELECTRIQUE

EXERCICE 1 :



Une tension U est maintenue entre 2 plaques métalliques horizontales P_1 et P_2 d'un condensateur et distantes de d .

Un faisceau d'électrons pénètre en O dans le champ électrique avec un vecteur vitesse horizontal $\vec{v}_0$.

La longueur des plaques est notée l . Un écran vertical permet de repérer le point d'impact des électrons.

- 1) Calcule l'intensité du champ électrique $\vec{E}$, supposé uniforme.
- 2) a) Etablis dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$ les équations horaires du mouvement.
b) En déduis l'équation cartésienne de la trajectoire.
- 3) a) Détermine la position des électrons au point de sortie S (abscisse + ordonnée).
b) Détermine le temps mis par les électrons pour sortir du condensateur.
c) Détermine la vitesse des électrons au point de sortie S .
- 4) Calcule la valeur de l'angle de déviation α du faisceau.
- 5) Montre qu'entre le condensateur et l'écran, le mouvement des électrons est uniforme.
- 6) Détermine la position du point d'impact P du faisceau sur l'écran.

Données : $d = 1,5 \text{ cm}$; $D = 50 \text{ cm}$; $U = 100 \text{ V}$; $v_0 = 8 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $l = 2,5 \text{ cm}$; $q = -e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_{\text{électron}} = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

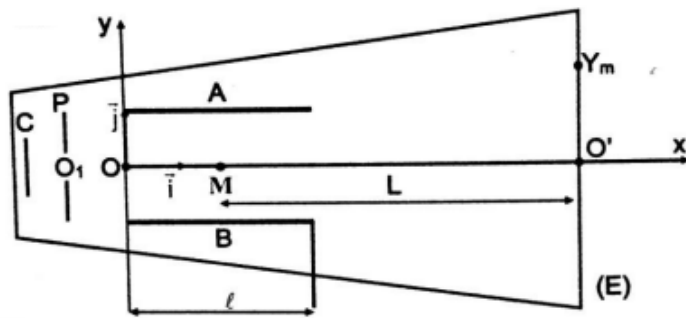
EXERCICE 2 :

1) La cathode C d'un oscilloscope électronique émet des électrons avec une vitesse négligeable. Les électrons sont accélérés entre la cathode C et l'anode P . Ils la traversent par l'ouverture O_1 . On établit une différence de potentiel $U_0 = V_P - V_N = 2000 \text{ V}$

1-1) Détermine la vitesse des électrons à leur passage en O_1 . Calcule sa valeur

1-2) Indique, en justifiant votre réponse, la nature de leur mouvement au-delà de P , entre O_1 et O . (On admettra que le poids d'un électron est négligeable par rapport aux autres forces appliquées).

2) Les électrons pénètrent en O entre les armatures horizontales A et B d'un condensateur. Les armatures, de longueur ℓ sont distantes de $AB = d$. On établit entre les armatures une tension positive $U = V_A - V_B$.



Données :	
$U_0 = 2000 \text{ V}$	
$q = -e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	(masse de l'électron)
$M = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$	
$\ell = 4 \text{ cm}$	
$d = 2 \text{ cm}$	
$MO' = L$	

2-1) Représente sur un schéma le champ électrique $\vec{E}$ et la force électrique $\vec{F}$ qui agissent sur les électrons entre les deux armatures.

2-2) Détermine l'accélération des électrons entre les 2 plaques dans le système d'axes (O_x, O_y) .

Etablis l'équation de leur trajectoire sous la forme $y = K \cdot x^2$ où K est une constante fonction de U, U_0 et d.

2-3) Exprime en fonction de ℓ , d et U_0 la condition sur U pour que les électrons puissent sortir du condensateur AB sans heurter une des armatures. Calcule cette valeur limite de la tension U.

3) Le faisceau d'électrons arrive ensuite sur un écran fluorescent (E) situé à la distance L du centre de symétrie M des plaques.

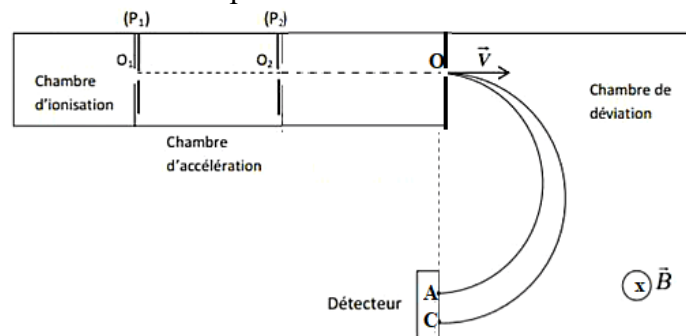
3-1) Exprime le déplacement Y_m du spot sur l'écran en fonction de U, ℓ , L, d et U_0

3-2) On peut obtenir une déviation maximale $Y_m = 4 \text{ cm}$. Sachant que la valeur de L est 40 cm, calcule la valeur de U qu'il faut alors appliquer entre les plaques.

EXERCICE 3 :

Dans cet exercice, on négligera le poids des particules devant les autres forces. On désire séparer les isotopes du brome (**Br**) à l'aide d'un spectrographe (**figure 1**).

Les ions bromures $^{79}\text{Br}^-$ et $^{81}\text{Br}^-$ sont produits dans une chambre d'ionisation puis dirigés vers



une chambre d'accélération entre deux plaques parallèles **P1** et **P2** soumises à une tension

$U_1 = 4000 \text{ V}$. Au-delà du point O , les ions sont alors séparés grâce à un champ magnétique uniforme $\vec{B}$, de norme $0,1 \text{ T}$, normal au plan de la figure.

- Préciser sur le schéma, en justifiant le sens du champ électrique $\vec{E}$ et l'orientation de U_1 qui permettent une accélération des ions.
 - Montrer que les deux espèces d'ions ont la même énergie cinétique en O_2 sachant leur vitesse est négligeable en O_1 . Calculer la vitesse v_1 des $^{79}\text{Br}^-$ au point O_2 .
 - Exprimer la vitesse v_1 des ions $^{x}\text{Br}^-$ en O_2 en fonction de v_1 et x .
- Les ions passent en O avec les vitesses $\vec{v}_1$ et $\vec{v}_2$ précédentes, subissent l'action du champ $\vec{B}$ normal à ces deux vecteurs-vitesses. En admettant que le sens du champ $\vec{B}$ soit rentant pour que les ions soient reçus en A et C ; montrer que le mouvement des ions est circulaire et uniforme. En-déduire les rayons de courbure R_1 et R_2 pour chacune des trajectoires. Calculer R_1 .
- Les ions $^{79}\text{Br}^-$ et $^{x}\text{Br}^-$ décrivent des demi-cercles et arrivent respectivement aux points A et C distants de $d = 1,4 \text{ cm}$. En-déduire la valeur de x .

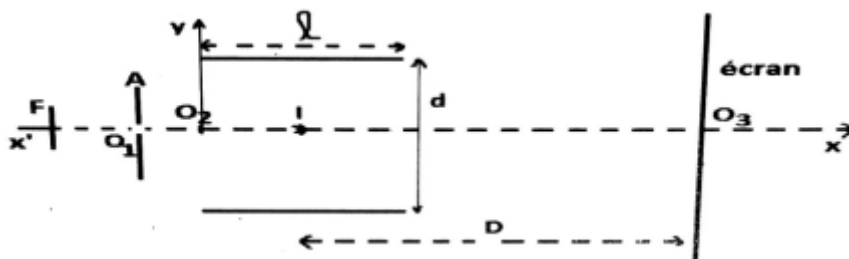
On donne : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ et $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

EXERCICE 4 :

Dans un tube électronique, un filament incandescent F émet des électrons avec une vitesse initiale négligeable. Les électrons sont accélérés par une anode A plane, présentant par rapport au filament une différence de potentiel constante, positive $U_0 = 1125 \text{ V}$. Cette tension communique aux électrons une vitesse de direction horizontale $X'X$.

$\vec{E}_0$ est le champ électrique entre F et A .

- Quelle est la nature du mouvement d'un électron entre F et A ? Ecris l'équation horaire de ce mouvement.
- Détermine la vitesse d'un électron à son arrivée sur l'anode. On donne : $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.
- Un trou ponctuel, percé dans l'anode en O_1 laisse passer un pinceau d'électrons homocinétiques qui pénètre par la suite au point O_2 dans un champ électrique uniforme créée par un condensateur dans C_1 dont les plaques sont horizontales disposées symétriquement par rapport à l'axe $X'X$. (Voir figure). On applique à l'armature supérieure une tension U_1 par rapport à l'armature inférieure.



- Etudie le mouvement d'un électron pendant la traversée du condensateur. Ecris l'équation de la trajectoire en fonction de U_0 , U_1 et d .
- Quelle condition doit remplir pour que l'électron puisse sortir du condensateur sans rencontrer les armatures.

4) Le pinceau est ensuite reçu sur un écran fluorescent perpendiculaire à l'axe $X'X$, distant du centre I du condensateur de $D = 30 \text{ cm}$. La distance entre les armatures est $d = 2 \text{ cm}$ et la longueur $l = 5 \text{ cm}$.

a) Détermine la déviation Y sur l'écran comptée de O_3 point d'intersection de l'axe $X'X$ et l'écran.

b) On appelle sensibilité le facteur $K_1 = \frac{U_1}{Y}$. Exprime K_1 en fonction de D, d, U_0 et l .

EXERCICE 5 :

Deux plaques métalliques carrés A et B, de côté l sont placées horizontalement et parallèlement l'une de l'autre. Un faisceau homocinétique de protons pénètre entre les plaques et où règne un champ électrique en un point O avec une vitesse $\vec{V}_0$ horizontal. Soit e la charge et m la masse d'un proton.

1) Donne la direction et le sens du champ électrique $\vec{E}$ créé entre A et B pour que le faisceau homocinétique de protons soit dévié vers le haut.

2) Quel est alors le signe de la tension U_{AB} établie entre les plaques A et B ?

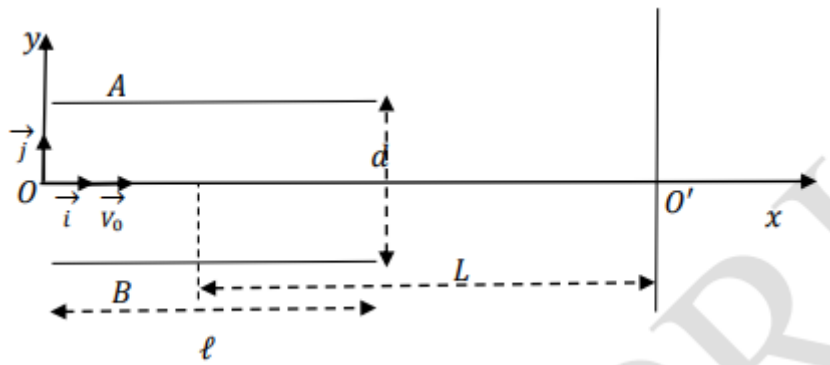
3) Etablis l'équation de la trajectoire du faisceau de protons entre les plaques. En déduis la nature du mouvement entre ?

4) Les protons sortent du champ en un point S et sont reçus en un point I sur un écran perpendiculaire à l'axe (O, x) .

Quelle est la nature de leur mouvement entre S et I ?

5) Montre que l'expression littérale donnant la déflection électrique $Y = O'I$ s'écrit $Y = eEl \cdot \frac{L}{mv_0^2}$.

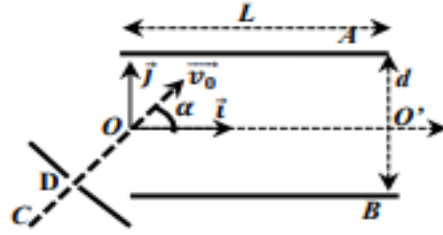
Calculer sa valeur de Y .



Données : $U = 4 \text{ kV}$; $l = d = 6 \text{ cm}$; $L = 50 \text{ cm}$; $m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $V_0 = 1500 \text{ km/s}$

EXERCICE 6 :

Un condensateur plan est constitué de deux plaques métalliques parallèles, horizontales rectangulaires A et B de longueur l et séparées par une distance d . On raisonne dans le plan $(O, \vec{i}, \vec{j})$. Le point O étant équidistant des plaques. Un faisceau homocinétique de protons, émis en C sans vitesse initiale, est accéléré entre les points C et D situé dans le plan $(O, \vec{i}, \vec{j})$. Il pénètre en O en formant un angle β avec $(O, \vec{i})$ dans un champ électrique uniforme $\vec{E}$ du condensateur. (Voir figure).



- 1) a) Indique en justifiant le signe de $V_D - V_C$.
 - b) Calcule en fonction de $U = V_C - V_D$, e et m_p , la vitesse v_0 de pénétration du faisceau dans le champ $\vec{E}$.
- On donne : $U = 10^3 V$; $m = 1,67 \cdot 10^{-27} kg$; $q = e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$.
- 2) a) Indique en le justifiant le sens du champ électrique $\vec{E}$ et le signe de la tension $U' = V_A - V_B$ pour que le faisceau de protons puisse passer le point O' de coordonnées $(L, 0)$.
 - b) Démontre que l'équation de la trajectoire est : $y = -\frac{U'}{4Ud\cos^2\beta}x^2 + x\tan\beta$.
- 3) a) Détermine l'expression de U' qui permet de réaliser la sortie des protons en O' , en fonction de d , U , β et L .
 - b) Calcule sa valeur pour $L = 20 cm$, $\beta = 30^\circ$, $d = 7 cm$.
- 4) Détermine à quelle distance minimale de la plaque A passe le faisceau de protons en considérant $U' = 606,2V$.