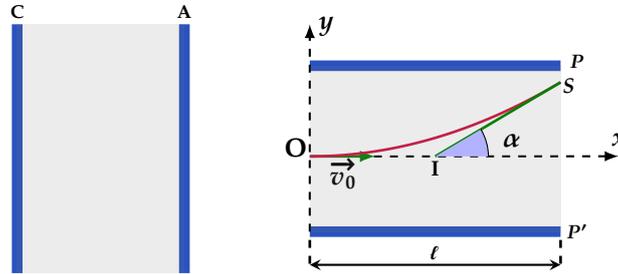


TD PARTICULE CHARGÉE DANS UN CHAMP ÉLECTRIQUE

Exercice 1



On applique une différence de potentielle $U_0 = 1140 \text{ V}$ entre une cathode C et une anode A .

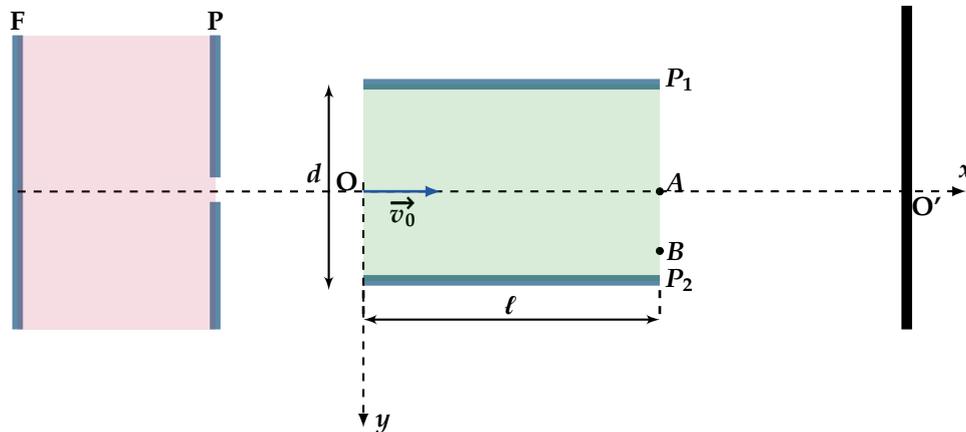


1. Un électron est émis sans vitesse initiale par la cathode et arrive sur l'anode avec la vitesse \vec{v}_0 . Calculer v_0 . A.N :
 $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$; $m = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$.

L'électron pénètre au point O avec la vitesse \vec{v}_0 précédente entre les plaques P et P' de longueur ℓ distante de d telle que ($\ell = d$). On applique entre les plaques P et P' une différence de potentiel U .

2. Déterminer les équations horaires du mouvement de l'électron sur les axes Ox et Oy .
3. Donner l'équation de la trajectoire et montrer qu'elle peut s'écrire sous la forme : $y = \frac{U}{4dU_0}x^2$
4. La tangente à la trajectoire au point S fait un angle α avec l'horizontale tel que $\tan \alpha = 0,4$, Calculer la différence de potentiel U entre les plaques P et P' .

Exercice 2



Des électrons sont émis avec une vitesse initiale négligeable par un filament F chauffé. On établit une tension $U_1 = V_P - V_F$ entre le filament F et une plaque P disposée parallèlement à celui-ci. Il en résulte un champ électrostatique uniforme \vec{E}_1 régnant entre F et P . Les électrons arrivent alors en P avec une vitesse \vec{v}_0 de module $v_0 = 0,53 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ voir figure précédente.

1. Préciser le signe de U_1 et calculer sa valeur. On donne : $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$; $m = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$.

La plaque P a un trou qui laisse passer les électrons. On dispose deux plaques P_1 et P_2 perpendiculairement au plan xOy (voir schéma). Les électrons pénètrent entre les plaques en O animés de la vitesse \vec{v}_0 parallèle à Ox .

On applique entre P_1 et P_2 une tension $U_2 = V_{P_2} - V_{P_1} = 300 \text{ V}$ et on donne $\ell = 6 \text{ cm}$ et $d = 1,5 \text{ cm}$.

- Déterminer l'équation de la trajectoire du mouvement d'un électron entre P_1 et P_2 .
- Quelle est la déviation linéaire AB des électrons à la sortie des plaques? Quelle est la valeur de la déviation angulaire α ?
- Trouver la nature du mouvement d'un électron après B et déterminer l'équation de sa trajectoire.
- Calculer les coordonnées du point d'impact des électrons sur l'écran E parallèle à (Oy) et placé à **46 cm** de A .

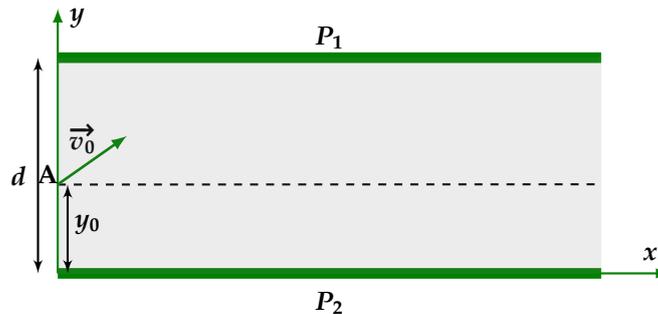
Exercice 3

Une particule ${}^4_2\text{He}^{2+}$ pénètre dans le champ électrostatique uniforme créé par deux armatures parallèles et horizontales de longueur $\ell = 10 \text{ cm}$ et distante $d = 6 \text{ cm}$. La particule pénètre en un point O équidistant des deux armatures avec une vitesse $v_0 = 3 \times 10^5 \text{ m/s}$ faisant un angle $\alpha = 30^\circ$ avec l'horizontale et dirigée vers le haut.

- Faire une figure et préciser les charges des armatures pour que la particule soit déviée vers le bas.
- Établir l'expression de l'équation cartésienne de la trajectoire entre les armatures. Préciser la nature du mouvement et de la trajectoire.
- Quelle est la valeur minimale U_m de la tension à appliquer entre les armatures pour que la particule sorte du champ.
On donne : $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$; $m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$.
- Déterminer la tension U à appliquer entre les armatures pour que la particule sorte du champ par un point O' se trouvant à la même hauteur que le point O où elle est rentrée.
- Calculer la tension U_0 qui a été nécessaire pour amener la particule à la vitesse $v_0 = 30 \times 10^5 \text{ m/s}$ à partir du repos.

Exercice 4

Un champ électrique est créé par un condensateur plan constitué de deux plaques parallèles et horizontales P_1 et P_2 très longues reliées à un générateur de tension constante $U = 250 \text{ V}$ et séparées d'une distance d , comme l'indique la figure ci-dessous.



Tous les électrons pénètrent dans le champ, supposé uniforme, au point A et sont animés de la même vitesse \vec{v}_0 faisant l'angle $\alpha = 45^\circ$.

- Montrer, par un calcul, qu'il est légitime de négliger la force de pesanteur par rapport à la force électrique pour l'électron.
- On veut que le faisceau soit dévié vers le bas. Reproduire la figure et représenter la force qui s'exerce sur la particule à son entrée dans le champ ainsi que le champ électrique et les signes des plaques.
- Établir l'expression de l'équation cartésienne de la trajectoire.
- Déterminer la valeur max de y_0 pour que l'électron ne touche pas la plaque P_1 .
On donne : $m = 9 \times 10^{-31} \text{ kg}$; $v_0 = 10^7 \text{ m/s}$; $d = 0,04 \text{ m}$; $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.
- Déterminer l'abscisse du point P d'impact de l'électron sur la plaque inférieure si y_0 prend la valeur calculée précédemment.

Exercice 5



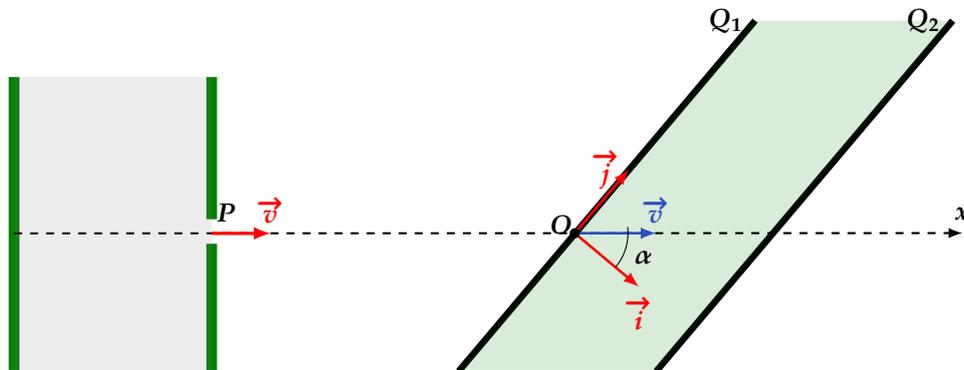
On dispose deux plaques métalliques verticalement, l'une en face de l'autre. Elles sont reliées à un générateur de manière à ce que le champ électrique entre les deux plaques ait une valeur de $E = 2 \times 10^5 \text{ V/m}$. Les deux plaques sont distantes de $d = 20 \text{ cm}$. Au bout d'un fil, une petite sphère de masse $m = 0,40 \text{ g}$ pend entre les deux plaques. Cette sphère est chargée électriquement, et le fil est incliné d'un angle de $\alpha = 20^\circ$ par rapport à la verticale lorsqu'il est soumis au champ entre les deux plaques. Le fil est incliné vers la plaque chargée négativement.

- Déterminer la tension électrique aux bornes des deux plaques métalliques.
- Déterminer le signe de la charge de la sphère.
- Déterminer l'intensité du poids, P , de la sphère.
- La sphère étant en équilibre, représenter sur un schéma l'ensemble des forces qui agissent sur la sphère et en déduire la condition d'équilibre.
- D'après le schéma, la condition ci-dessus et les projections sur les axes Ox et Oy déduire la valeur de T (la tension du fil) puis celle de F l'intensité de la force électrique.
- En déduire la charge électrique portée par la sphère.

Exercice 6



Des électrons de charge $-e$ de masse m et émis avec une vitesse initiale nulle sont accélérés par une tension $U_1 = 410 \text{ V}$ et arrive en P avec une vitesse horizontale \vec{v} voir figure suivante :



On néglige le poids des électrons devant les autres forces et le système décrit est placé dans le vide.

- Déterminer la vitesse v des électrons en P en fonction de m , e et U_1 et calculer sa valeur numérique.

On donne : $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, $m = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$.

En O les électrons pénètrent avec la vitesse \vec{v} dans un champ électrique uniforme E créé par une tension $U_2 = 228 \text{ V}$ appliquée en deux grilles Q_1 et Q_2 , planes et orientables. Le vecteur champ \vec{E} est dirigé de Q_1 vers Q_2 . Le vecteur vitesse \vec{v} est contenu dans le plan (O, \vec{i}, \vec{j}) et fait un angle α avec \vec{i} . La direction de \vec{i} est perpendiculaire aux deux plaques (voir figure). Les électrons sortent de la plaque Q_2 avec une vitesse \vec{v}' qui fait un angle α' avec \vec{i} .

On maintient la tension U_1 et U_2 constantes et on fait varier α et on mesure la valeur correspondante de α' on obtient les résultats suivants :

α	10°	20°	30°	40°
α'	15°	31°	$48,6^\circ$	$74,6^\circ$
$\frac{\sin(\alpha)}{\sin(\alpha')}$				

- Compléter le tableau précédent, que peut-on déduire ?
- Indiquer sans calcul la nature de la trajectoire des électrons entre Q_1 et Q_2 . Sur un schéma donner l'allure de cette trajectoire.
On désire vérifier les résultats ci-dessus par un calcul théorique.
- Exprimer la valeur de v' en fonction de U_1, U_2, e et m
- Montrer que la composante du vecteur vitesse suivant \vec{j} reste constante entre Q_1 et Q_2 .
- Déduire la relation liant v, v', α et α'
- Exprimer le rapport $\frac{\sin(\alpha)}{\sin(\alpha')}$ en fonction de U_1 et U_2 et vérifier que cette étude théorique est en accord avec les résultats expérimentaux.