



**SERIE P6 : TRAVAIL DE LA FORCE ELECTROSTATIQUE- ENERGIE POTENTIELLE
ELECTROSTATIQUE**

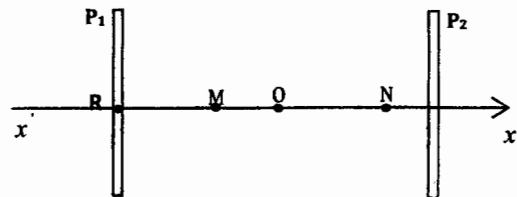
EXERCICE 1

Dans une région de l'espace règne un champ électrostatique uniforme d'intensité $E_0 = 106 \text{ V/m}$. Dans un repère orthonormé, ce champ a pour expression $\vec{E} = -E_0 \vec{k}$.

1. Calculer le travail de la force électrostatique qui s'exerce sur un électron lorsque cette particule passe du point A (1, 3, 4) au point B (5, 6, 0), l'unité de longueur étant le centimètre.
2. Donner la variation d'énergie cinétique (en eV) de cet électron.

EXERCICE 2

Deux plaques P_1 et P_2 , planes et parallèles, entre lesquelles règne un vide poussé, sont distantes de $d = 10\text{cm}$. Elles sont reliées respectivement aux pôles - et + d'un générateur haute tension qui délivre une tension continue $U = 500\text{V}$.



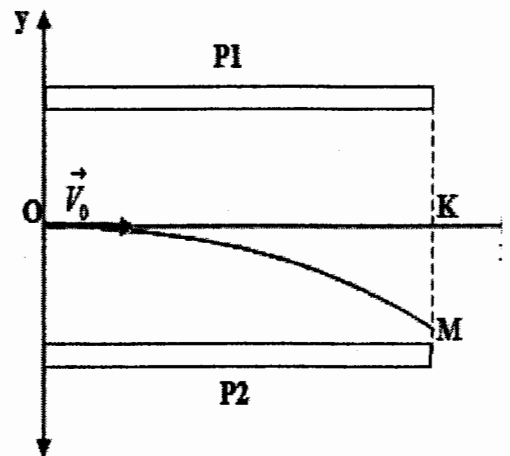
1. Quels sont la direction, le sens et l'intensité du champ électrostatique \vec{E} , supposé uniforme, qui règne dans le domaine D situé entre les deux plaques?
2. Sur l'axe $X'OX$ perpendiculaire aux plaques orienté de P_1 vers P_2 , dont l'origine O est de part et d'autre des deux plaques P_1 et P_2 , on place les points M et N d'abscisses $X_M = -2\text{cm}$ et $X_N = 4\text{cm}$. Calculer les différences de potentiels : $V_O - V_M$; $V_O - V_N$; $V_M - V_N$.
3. Un électron pénètre dans le domaine D, au point R, avec une vitesse négligeable. Donner les caractéristiques de la force électrostatique \vec{F}_e qui s'exerce sur lui. Quelle est la vitesse de l'électron à son passage en N, en M puis en O ?
4. Calculer le travail $W_{MN}(\vec{F}_e)$ de la force \vec{F}_e lorsque l'électron se déplace de M à N.

Exercice 3

Ce problème étudie de manière très simple la déviation d'un faisceau ion magnésium Mg^{2+} par des plaques déflectrices P_1 et P_2 horizontales dans un tube cathodique où règne le vide.

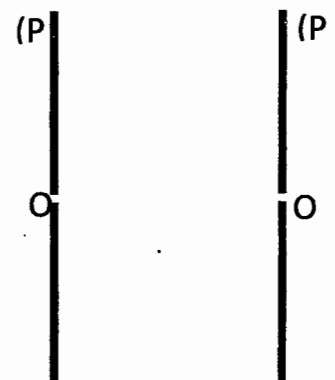
Les ions magnésium pénètrent en O avec une vitesse \vec{V}_0 ressortent en un point M. Le point O est à la même distance $L = 3\text{cm}$ des deux plaques.

1. Quelle est la plaque qui doit porter le potentiel le plus élevé. Justifier.
2. On établit entre les plaques une différence de potentielle (ddp) $U = U_{P1P2}$
 - 2.1. Déterminer les caractéristiques du champ \vec{E} supposé uniforme qui règne entre les plaques.
 - 2.2. Donner les caractéristiques de la force électrostatique \vec{F}_e qui agit sur un ion Mg^{2+} .
 - 2.3. La comparer à son poids et conclure.
3. L'axe $x'Ox$ pénètre dans le champ électrostatique en O et en K.
 - 3.1. Montrer que la ddp entre O et K est nulle.
 - 3.2. Calculer la ddp $V_M - V_K$. En déduire la valeur de la ddp $V_O - V_M$.
4. Calculer la vitesse V_M acquise par un ion Mg^{2+} à sa sortie au point M.



Données : $U_{P1P2} = U = 600\text{V}$, $m(Mg^{2+}) = 39,84 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, $V_0 = 10^7 \text{ m.s}^{-1}$, $MK = -1,3\text{cm}$ et $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Exercice 4 : Un champ électrique uniforme \vec{E} règne entre deux plaques verticales (P_1) et (P_2), distantes d'une distance d . On établit entre les plaques une différence de potentiel U_{P1P2} . Un ion magnésium Mg^{2+} de masse m pénètre d'un trou O_1 de la plaque (P_1) avec une vitesse supposée nulle, elle est accélérée vers le trou O_2 de la plaque (P_2).



- 3.1 Préciser la charge de l'ion magnésium. En déduire le signe de charge de chacune des plaques.
- 3.2 On néglige l'effet du poids.

3.2.1 Représenter sur la figure la force électrostatique exercée sur la particule en mouvement et le vecteur champ électrostatique \vec{E} .

3.2.2 Calculer le travail de la force électrostatique de la plaque (P₁) à la plaque (P₂).

3.2.3 Donner l'expression de la vitesse de la particule au point O₂ en fonction de e, U et m. Calculer sa valeur. **On donne** : $U_{P_1P_2} = 500 \text{ V}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ et $m (Mg^{2+}) = 39,84 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

EXERCICE 5

Les électrons pénètrent en O entre les plaques P₁ et P₂ à la vitesse horizontale V₀ et ressortent en M. Le point O est à la même distance l = 3 cm des deux plaques et V₀ = 10⁷ m/s.

1. On établit entre les plaques la tension

$U_{P_2P_1} = U = 600 \text{ V}$. Déterminer la direction, le sens et l'intensité du champ électrostatique, supposé uniforme qui règne entre les plaque

2. Déterminer les caractéristiques de la force qui agit sur l'électron puis :

2.1 La comparer à son poids et conclure ;

2.2 Justifier le sens de la déviation observé

3. L'axe X'OX pénètre dans le champ électrique en O et en ressort en K.

3.1 Montrer que la d.d.p entre les O et K est nulle

1.2 Calculer la d.d.p $V_M - V_K$ sachant que MK = 1,3 cm.

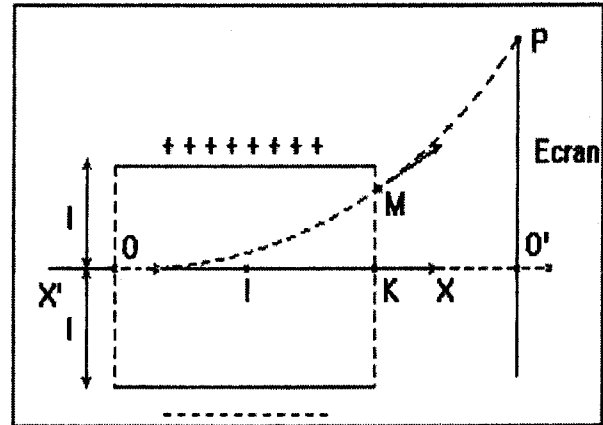
1.3 En déduire la valeur de la d.d.p $V_O - V_M$.

4. Calculer la vitesse acquise par ce dernier à sa sortie du champ au point M.

5. La trajectoire de l'électron entre O et M est un arc de parabole et on montre (nous l'admettons) que la tangente en M à la parabole passe par I milieu de OK

5.1 A partir de M, en dehors de tout champ, quelle sera la trajectoire de l'électron ?

5.2 L'électron rencontre l'écran fluorescent (E), au point P. Calculer le déplacement verticale ou déflexion électrique de O'P. On donne : longueur des plaque $\ell = 10 \text{ cm}$; $IO' = 40 \text{ cm}$.



EXERCICE 6: Données : $|U_0| = 2 \cdot 10^4 \text{ V}$; $m_1 = 4,98 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $m_2 = 6,64 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

Une chambre d'ionisation produit des ions $^3\text{He}^{2+}$ et $^4\text{He}^{2+}$ de masses respectives m_1 et m_2 .

On néglige les forces de pesanteur.

Ces ions pénètrent avec une vitesse initiale nulle par l'ouverture O₁ d'une plaque métallique P. Ils traversent successivement deux régions I et II d'une enceinte où l'on a fait le vide.

4-1/ La région I est limitée par les plaques verticales P et N entre lesquelles existe une tension $U_0 = V_P - V_N$. Les ions sortent en O₂ avec les vitesses respectives v_1 et v_2 .

4-1-1/ Préciser, en le justifiant le signe de U_0 .

4-1-2/ Exprimer la vitesse v_2 de l'isotope $^4\text{He}^{2+}$ en O₂ en fonction de U_0 , m_2 et e (charge élémentaire). Calculer la valeur de v_2 .

4-1-3/ Montrer qu'en O₂, on a : $\frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{m_2}{m_1}$. En déduire la valeur de v_1 .

4-2/ Après avoir franchi la région I, les ions pénètrent en O₂ dans la région II délimitée par les plaques horizontales Q et R. Entre les plaques Q et R distantes de $d = 5 \text{ cm}$, existe une tension U_{QR} telle que

$|U_{QR}| = 500 \text{ V}$.

4-2-1/ Sachant que l'ion $^4\text{He}^{2+}$ sort de cette région II au point S tel que O'S = 2 cm. Déterminer les caractéristiques du vecteur champ électrique, qui existe dans la région II. En déduire le signe de la tension U_{QR} .

4-2-2/ En prenant $V_Q = 0$, calculer le potentiel électrique au point O' et au point S.

4-2-3/ Calculer le travail de la force électrique appliqué à l'ion $^4\text{He}^{2+}$ lorsqu'il se déplace de O₂ en S. En déduire la vitesse de cet ion à sa sortie en S.

