

Série P6 : TRAVAIL DE LA FORCE ELECTRIQUE - ENERGIE POTENTIELLE ELECTROSTATIQUE**EXERCICE 1**

Un condensateur plan est constitué de deux plaques planes et parallèles A et B portées aux potentiels V_A et V_B tels que : $V_A - V_B = 100 \text{ V}$. La distance entre les deux plaques vaut $d = 10 \text{ cm}$.

1- Sur quelle armature se situent les charges positives ? Justifier.

2- Donner les caractéristiques du vecteur champ électrostatique \vec{E} entre les armatures A et B.

4.3- On considère un axe Ox perpendiculaire aux armatures. Soit M le point d'abscisse x (OM = x). Calculer la valeur de la d.d.p. $V_M - V_O$.

4- Soit N un point du plan passant par M et perpendiculaire à Ox.

4.a- Que peut-on dire des potentiels des points M et N ? Justifier. En déduire la valeur de la d.d.p. $V_N - V_O$.

4.b- Dessiner les équipotentielles $V_1 = 75 \text{ V}$; $V_2 = 50 \text{ V}$; $V_3 = 25 \text{ V}$ c'est à dire les ensembles de points dont les potentiels par rapport à la plaque B sont V_1 , V_2 ou V_3 .

4.c- Dessiner les lignes de champ à l'intérieur du condensateur. Que peut-on dire des lignes de champ et des équipotentielles ?

5- On suppose maintenant que le condensateur est placé dans le vide et qu'on a la possibilité d'obtenir, en O, des protons au repos.

5.a- Donner les caractéristiques de la force électrostatique s'exerçant sur le proton. Quelle est la nature de sa trajectoire ?

5.b- Déterminer en utilisant la conservation de l'énergie totale, la valeur de la vitesse du proton lorsqu'il frappe l'armature B ?

5.c Calculer en Joules puis en électron-volt, les énergies potentielles du proton lorsqu'il traverse les équipotentielles V_1 et V_B . On prendra V_B comme potentiel de référence.

On donne : charge élémentaire $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; masse du proton $m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

EXERCICE 2 Les questions A et B sont indépendantes.

A) Deux plaques métalliques verticales A et B parallèles sont distantes de $d = 10 \text{ cm}$. Un fil de nylon de longueur $\ell = 5 \text{ cm}$ portant à son extrémité libre une boule métallisée supposée ponctuelle de masse m est suspendue en un point O. On établit entre A et B une tension $U = V_A - V_B$, le fil s'écarte alors d'un angle α .

1) Exprimer la charge q portée par la boule en fonction de m, α , d, U et g. calculer q.

2) Exprimer lors du déplacement précédent :

-le travail de la force électrique en fonction de q, α , d, ℓ et U.

Calculer ce travail pour $U = 1000 \text{ V}$; $g = 10 \text{ SI}$; $\alpha = 30^\circ$; $m = 0,50 \text{ g}$.

-le travail du poids.

B) Un électron émis en O par une plaque (f) positive portée au rouge a au voisinage de C une vitesse pratiquement nulle. Il est soumis à l'action d'un champ électrique uniforme représenté ci-contre, produit par la d.d.p imposée entre les plaques C et A ; $|V_A - V_C| = 200 \text{ V}$.

1) Quel doit être le signe de $V_A - V_C$ pour que l'électron se dirige vers A ? Justifier ce signe ainsi que le sens de \vec{E} .

2) Calculer le travail de la force électrostatique qui s'exerce sur l'électron lors du déplacement OO_1 .

3) Avec quelle vitesse la particule partie de O sans vitesse parvient-elle en O_1 ?

EXERCICE 3

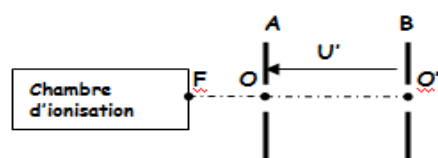
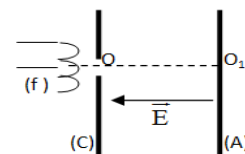
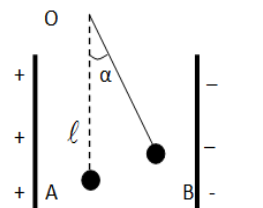
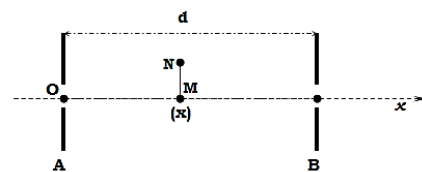
Des ions $^{24}\text{Mg}^{2+}$ et $^{26}\text{Mg}^{2+}$ (ion magnésium) de masse respectives $m_1 = 24u$ et $m_2 = 26u$ sortent d'une chambre d'ionisation avec une vitesse initiale négligeable et sont accélérés par une d.d.p $U = V_F - V_O = 100 \text{ V}$. L'expérience se déroule dans le vide. On néglige le poids des particules devant la force électrostatique. On donne $1u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$

1- Montrer que les ions arrivent en O avec la même énergie cinétique mais avec des vitesses différentes que l'on déterminera.

2. En O, les ions entrent dans un champ électrique qui règne entre deux plaques parallèles A et B distantes de $d' = 10 \text{ cm}$. Entre les plaques, on applique une d.d.p $|U'| = 300 \text{ V}$.

2.a- Quelle devrait être le signe de U' pour accélérer ces ions ? Justifier.

2.b- Quelle est la vitesse minimale v_{m1} des ions $^{24}\text{Mg}^{2+}$ en O pour qu'ils puissent arriver en O' lorsque $U' = -300 \text{ V}$.



2.c- On suppose que les ions $^{24}\text{Mg}^{2+}$ quittent le point O avec une vitesse $v_{01} = 50\text{km/s}$. A quelle distance de la plaque B, ces ions vont-ils rebrousser chemin lorsque $U' = -300\text{V}$.

EXERCICE 4

Partie I

1- Un électron est émis par un canon à électron, au voisinage du point O_1 avec une vitesse négligeable.

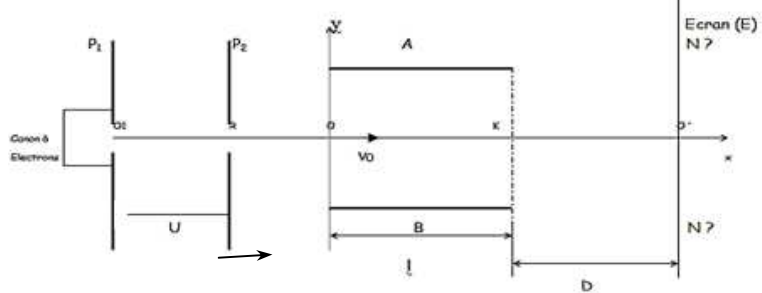
1.1- Quelle tension $U_{P_2P_1} = U$ faut-il appliquer entre les plaques P_1 et P_2 , distantes de $d = 20\text{cm}$, pour que l'électron traverse la plaque P_2 en R, à la vitesse $v_0 = 10^4 \text{ km/s}$.

1.2- Donner les caractéristiques du champ électrostatique \vec{E} supposé uniforme entre les plaques.

1.3- On choisit $V = 0$ pour potentiel de la plaque négative. A quelle distance d' de la plaque positive se trouve l'équipotentielle 100V ?

1.4- Quelle est, en joules et en électrons-volts, l'énergie cinétique de l'électron à son passage au point M appartenant à l'équipotentielle 100V ?

1.5- Calculer l'énergie potentielle de l'électron aux points M et R.



Partie II

2- A sa sortie des plaques P_1 et P_2 en R, l'électron pénètre à partir d'un point O dans un autre domaine où règne un champ électrostatique uniforme \vec{E}' créée par deux plaques horizontales A et B distantes de $d' = 6\text{cm}$ et dont leur longueur est $\ell = 4\text{cm}$ à la vitesse horizontale \vec{v}_0 et ressort en un point S tel que $KS = 2\text{cm}$.

2.1- On établit entre les plaques la tension $U_{AB} = U_1 = 600\text{V}$. Déterminer la direction, le sens et l'intensité du champ électrostatique \vec{E}' , supposé uniforme, qui règne entre les plaques.

2.2- Donner les caractéristiques (directions, sens et intensité) de la force électrostatique \vec{F}_e qui agit sur l'électron puis la comparer à son poids et conclure.

2.3- Montrer que la différence de potentiel entre les points O et K est nulle.

2.4- Déterminer la d.d.p $V_S - V_K$. En déduire la valeur de la d.d.p $V_0 - V_S$.

2.5- En appliquant le théorème de l'énergie cinétique à l'électron entre ses passages en O et S, déterminer la vitesse v_S acquise par ce dernier à sa sortie du champ au point S.

Partie III

3- Un écran (E) est placé à une distance $D = 40\text{cm}$ du point K, ainsi à sa sortie du champ en S, l'électron vient frapper l'écran en un point N

3.1- Quelle est la nature du mouvement de l'électron entre S et N? Justifier la réponse.

3.2- Sachant que le point I (milieu de OK) les points S et N sont alignés, déterminer la distance $O'N$ du point d'impact de l'électron sur l'écran par rapport au point O' ($O'N$ est appelée déflexion électrique).

EXERCICE 5

Une gouttelette (G) d'huile de masse $m = 0,5\text{mg}$, porte une charge électrique q. Elle est animé d'un mouvement rectiligne uniforme entre deux plaques A et B qui sont horizontales et distantes de $d = 4\text{cm}$. Une tension $U_{AB} = U = 1000\text{V}$ est appliquée entre A et B (**voir figure 1**).

1- Sa trajectoire ($O'O$) est horizontale ?

1.a- Enoncer le principe d'inertie. Représenter les deux forces qui s'exercent sur la gouttelette (G) entre O' et O.

1.b- Donner les caractéristiques du champ électrostatique uniforme \vec{E} qui règne entre les plaques A et B.

1.c- Quel est le signe de q ? Justifier votre réponse.

1.d Déterminer la valeur de q.

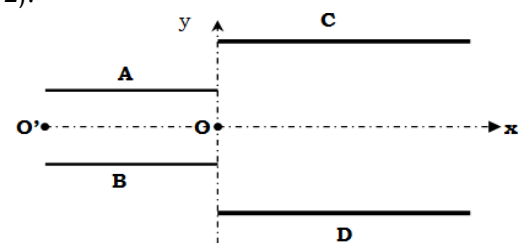


figure 1

2- A la sortie O, (G) pénètre entre deux plaques C et D horizontales distantes de $d' = 8\text{cm}$. O est au milieu de C et D ; (G) arrive en O avec une vitesse $v_0 = 8\text{m/s}$.

Une tension $U_{CD} = 1500\text{V} = U'$ est appliquée entre C et D. Le système est repéré par un repère d'axe Ox et OY.

2.a- Vers quelle plaque la gouttelette (G) est-elle déviée ? Justifier.

2.b- Exprimer la vitesse de (G), en un point M(x,y) situé entre les plaques, fonction de v_0 , g, m, q, d' , U' et y.

3. L'énergie potentielle électrique est nulle en C et l'énergie potentielle de pesanteur est nulle en O.

3.a- Etablir l'expression de l'énergie potentielle de (G) au point M en fonction de q, m, U' , g, d' et y.

3.b- Calculer sa valeur en O et puis en M où $y = -3\text{cm}$.

AU TRAVAIL !