

SERIE RENFORCEMENT SUR P5 :FORCE ET CHAMP ÉLECTROSTATIQUES

Exercice 1

Un pendule électrostatique est constitué par une petite boule B, portant la charge q , positive, constante. On déplace ce pendule très, très lentement, il est en équilibre dans chacune de ces positions.

1° Tout au long du déplacement, le pendule est incliné de $\alpha=20^\circ$ avec la verticale. Que peut-on dire de l'espace champ électrostatique ?

2° On modifie le réglage de la source du champ, de façon à obtenir en chaque point un vecteur champ électrique $\vec{E}'$ opposé à $\vec{E}$ précédent.

On constate que le pendule s'incline, dans l'autre sens du même angle $\alpha=20^\circ$.

Que peut-on en déduire relativement de la direction de $\vec{E}$ (ou $\vec{E}'$)

3° Le pendule a pour masse $m=3,0\text{g}$. Calculer la force électrique qui agit sur lui.

4° Le champ est dû à un condensateur plan, sous une tension $U=1200\text{V}$, d'épaisseur $d=25\text{cm}$.

a. Déterminer le module de $\vec{E}$.

b. Faire une figure où l'on indiquera les plaques, le signe portée par ces plaques, un représentant du vecteur champ $\vec{E}$.

c. En déduire la charge q de la boule B.

Exercice 2

Quatre plaques métalliques A, B, C et D forment sans se toucher, les parois latérales d'un parallélépipède rectangle, ouvert aux deux extrémités. O est le centre de symétrie de ce système. Ox est perpendiculaire à A et C verticales. Oy est perpendiculaire à B et D horizontales. La distance entre A et C, ou B et D est 2cm.

1° Les plaques B et D, non-chargées, ne jouent aucun rôle.

On applique entre A et C la d.d.p. $V_A - V_C = 100\text{V}$.

Déterminer les coordonnées du champ électrique en O. Que peut-on dire du champ entre les deux plaques A et C ?

2° On applique maintenant les tensions $V_A - V_C = 100\text{V}$ et $V_D - V_B = 150\text{V}$.

Déterminer les coordonnées du vecteur champ électrique créée en O.

Que peut-on dire du champ électrique dans l'espace délimité par les plaques ?

Dessiner quelques lignes de champ.

Exercice 3

Un condensateur a ses deux plaques A et B verticales, distantes de $d=0,10\text{m}$. On applique la tension constante $U_{AB}=4,0 \cdot 10^4\text{V}$.

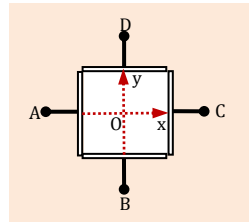
Les plaques sont percées aux points A' et B' situés sur une même horizontale perpendiculaire aux plaques. L'ensemble est placé dans un vide.

Des ions zinc II, Zn^{2+} de masse $m=1,16 \cdot 10^{-25}\text{kg}$, pénètrent en A' avec une vitesse $v_{A'}=1,0 \cdot 10^5\text{m.s}^{-1}$. La charge élémentaire $e=1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$.

1° Quelles sont les caractéristiques de la force électrique $\vec{F}$ qui s'exerce sur chaque ion entre les plaques A et B.

2° Evaluer le rapport $\frac{P}{F}$, en désignant par P le poids d'un ion. Conclure.

3° Calculer l'énergie cinétique de chaque ion arrivant en B', en joule et

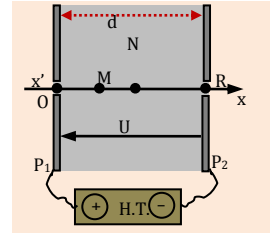


en électron -volts

- a. en utilisant le théorème de l'énergie cinétique,
- b. en utilisant la conservation de l'énergie mécanique totale ($E_c + E_p$) où E_p est l'énergie potentielle électrique de l'ion, la position de référence étant l'ion en B'.
- c. En déduire la vitesse d'un ion en B'.

Exercice 4

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 ?



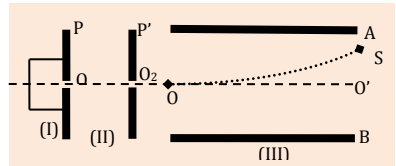
- 2° Sur l'axe $x'Ox$ perpendiculaire aux plaques, dont l'origine O est sur P_1 et qui est orienté de P_1 vers P_2 , on place les points M et N d'abscisses respectives $x_M=2\text{cm}$ et $x_N=7\text{cm}$. Calculer les différences de potentiels $V_O - V_M$, $V_O - V_N$, $V_M - V_N$.
 3° Un électron pénètre 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 $W_{NM}(\vec{F}_e)$ de la force $\vec{F}_e$ lorsque l'électron se déplace de N à M.

Exercice 5

Dans cet exercice, on négligera le poids des ions devant les autres forces.

Les ions magnésium $^{24}\text{Mg}^{2+}$ et $^{26}\text{Mg}^{2+}$ sont produits sans vitesse initiale dans une chambre d'ionisation (I) puis dirigés vers une chambre d'accélération (II) entre deux plaques P et P' soumises à une tension $U_1 = V_P - V_{P'}$; les ions traversent la plaque P' en O₂ et pénètrent en O dans un champ électrique uniforme $\vec{E}$ vertical (voir figure).
 On donne $e=1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$, masse d'un nucléon $m_0=1,66 \cdot 10^{-27}\text{kg}$; $U_1=10^4\text{V}$.

- 1° Préciser sur un schéma le sens du champ électrique $\vec{E}$ et l'orientation de la tension U_1 qui permettent une accélération des ions dans la chambre d'accélération.



- 2° a. Vérifier que les énergies cinétiques des deux types d'ions sont égales.
 b. Calculer les vitesses respectives v_1 et v_2 des ions $^{24}\text{Mg}^{2+}$ et $^{26}\text{Mg}^{2+}$ lorsqu'ils arrivent en O₂.

3° Les ions pénètrent dans la chambre de déviation verticale en un point O situé à égale distance des chacune des plaques A et B avec les vitesses v_1 et v_2 précédentes.

- a. Quel doit être le sens de $\vec{E}_2$ pour que les ions soient déviés vers la plaque A ?
- b. On applique entre les plaques A et B distantes de $d=3\text{cm}$ une tension $U_2=1200\text{V}$. Les ions $^{26}\text{Mg}^{2+}$ sortent de la chambre de déviation en un point S tel que $O'S=d'=1\text{cm}$. On prendra, l'origine des potentielles au point O, on notera ainsi $V_O=0$.

i1-Calculer les potentiels électriques des points A, B, S.

i2-Calculer les énergies potentielles des ions $^{26}\text{Mg}^{2+}$ en O et en S, en joule et en électron-volt.



i3-En déduire l'énergie cinétique et la vitesse des ions $^{26}\text{Mg}^{2+}$ à la sortie de la chambre de déviation.

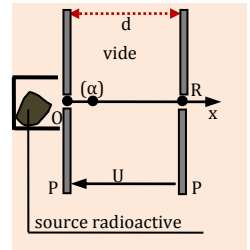
Exercice 6

Une particule α (noyau d'atome d'hélium) produite par une source radioactive, est émise au voisinage du point O avec une vitesse négligeable.

1° Calculer quelle tension $U_{P_1P_2} = U$ faut-il appliquer entre les plaques P_1 et P_2 , distantes de $d=20\text{cm}$ pour que la particule traverse la plaque P_2 en R, à la vitesse $v=10^3\text{km.s}^{-1}$?

2° Donner les caractéristiques du champ électrique E (supposé uniforme) entre plaques.

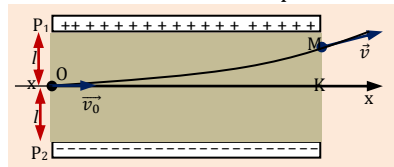
3° Quelle est, en joule puis en électronvolt l'énergie cinétique de la particule à son passage au point R. Masse de la particule α : $6,6 \cdot 10^{-27}\text{kg}$; $q = +2e = +3,2 \cdot 10^{-19}\text{C}$.



Exercice 7

Ce problème étudie de façon très simple la déviation d'un faisceau d'électron par des plaques déflectrices P_1 et P_2 , horizontales, dans un tube cathodique où règne le vide.

Les électrons pénètrent en O entre les plaques P_1 et P_2 à la vitesse horizontale $\vec{v}_0$ et ressortent en M. Le point O est à la même distance $l=3\text{cm}$ des deux plaques et $v_0=10^7\text{m.s}^{-1}$.



1° On établit entre les plaques la tension $U_{P_1P_2} = U = 600\text{V}$.

Déterminer la direction, le sens et l'intensité du champ électrostatique $\vec{E}$, suppose uniforme, qui règne entre les plaques.

2° Donner les caractéristiques (direction, sens et intensité) de la force électrostatique

$\vec{F}_e$ qui agit sur l'électron puis : - la comparer à son poids et conclure ;

- justifier le sens de la déviation observée.

3° L'axe $x'Ox$ pénètre dans le champ électrostatique en O et en ressort en K.

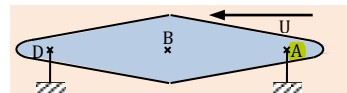
a. Montrer que la différence de potentiel entre les points O et K est nulle.

b. Calculer la d.d.p. $V_M - V_K$ sachant que $MK=1,3\text{cm}$. En déduire la valeur de la d.d.p. $V_O - V_M$.

4° En appliquant le théorème de l'énergie cinétique à un électron entre ses passages en O et M, calculer la vitesse v acquise par ce dernier à sa sortie du champ au point M.

Exercice 8

Dans un accélérateur électrostatique de type tandem, on établit entre un point A relié à la terre et un point B de l'appareil une tension $U=18\text{MV}$.



1° Que vaut la tension existant entre B et un autre point D relié à la terre ?

2° On fait arriver en A des ions I^- : quel est le mouvement de ces ions ? Calculer en MeV l'énergie cinétique E_{C_B} de chacun d'eux en B en le supposant au repos en A.

3° En B ces ions subissent un épluchage de leurs électrons qui les transforme en ions I^{10+} . Quel est le mouvement de ces ions ? Calculer, en MeV, l'énergie cinétique de chacun de ces ions en D. Conclure.

