

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 $\vec{E} = -E_0 \vec{k}$.

- 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.
- Donner la variation d'énergie cinétique (en eV) de cet électron.

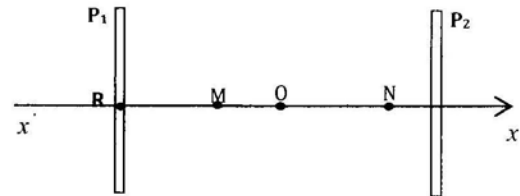
EXERCICE 2

Soit un champ électrostatique uniforme d'intensité 200 V/m , parallèle à un axe $X'OX$ et dirigé suivant OX . L'origine de l'énergie potentielle est le point O. Au point A, la différence de potentiel est : $V_A - V_O = -10 \text{ V}$.

- Donner l'abscisse du point A.
- Un proton H^+ est situé en A. Quelle est son énergie potentielle ? Quel est le travail de la force électrostatique si l'on déplace le proton en O ?
- Même question avec un électron initialement situé en A ?

EXERCICE 3

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 $U = 500 \text{ V}$.

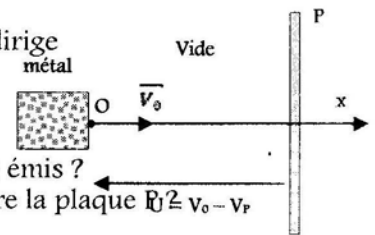


- Quels sont la direction, le sens et l'intensité du champ électrostatique \vec{E} , supposé uniforme, qui règne dans le domaine D situé entre les deux plaques ?
- Sur l'axe $X'OX$ perpendiculaire aux plaques orienté de P_1 vers P_2 , dont l'origine O est de part et d'autre des deux plaques P_1 et P_2 , 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 : $V_O - V_M$; $V_O - V_N$; $V_M - V_N$.
- 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 ?
- Calculer le travail $W_{MN}(\vec{F}_e)$ de la force \vec{F}_e lorsque l'électron se déplace de M à N.

EXERCICE 4:

Certains métaux, lorsqu'ils sont convenablement éclairés, émettent des électrons ; ces derniers peuvent être captés par une plaque métallique P: cela constitue le principe des cellules photo-électriques.

Un électron quitte ainsi un métal selon la direction \vec{Ox} , à la vitesse $V_0 = 1100 \text{ km/s}$ et se dirige dans le vide vers une plaque métallique P (voir figure ci-contre)



1/ Quelle est en eV, l'énergie cinétique initiale de l'électron ?

2/ On établit une différence de potentiel $U = V_0 - V_P$ entre le métal émetteur et la plaque collectrice P. Quel signe doit avoir la d.d.p pour que son effet soit de ralentir les électrons émis ?

3/ A partir de quelle valeur de la tension U les électrons émis ne peuvent-ils plus atteindre la plaque P ?

4/ Avec quelle vitesse V' atteignent-ils la plaque P lorsque la tension U est égale à 1 V ?

Données relatives à l'électron : $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $q = -e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

EXERCICE 5

L'espace est rapporté à un repère orthonormé $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$. Dans une région de l'espace autour de O, règne un champ électrostatique uniforme $E = E_x \vec{i}$; $E_x = +2,00 \cdot 10^3 \text{ V/m}$.

Un proton, se déplace au point A (-2, +1, +3) en B (+6, +1, -2) puis en C (-4, +2, +4). (L'unité est le cm)

- Calculer le travail de la force électrostatique lors du déplacement de A en B ; de B en C ; de A en C.
- Quelles sont les variations d'énergie potentielle du système proton dans le champ électrostatique dans chacun des cas ?
- Le proton est à l'état de référence quand il est en O. Quelle est son énergie potentielle en A ? En C ?
- Même question si l'état de référence est en B ?

Exercice 6

Ce problème étudie de manière très simple la déviation d'un faisceau ion magnésium Mg^{2+} par des plaques

défectrices 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) $U = U_{P_1P_2}$

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 $V_0 - V_M$.
4. Calculer la vitesse V_M acquise par un ion Mg^{2+} à sa sortie au point M.

Données : $U_{P_1P_2} = U = 600\text{V}$, $m(Mg^{2+}) = 39,84 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$, $V_0 = 10^7\text{m.s}^{-1}$, $MK = -1,3\text{cm}$ et $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$

EXERCICE 7

Deux plaques métalliques P et Q parallèles entre elles, sont distantes de $d = 8,0\text{ cm}$. Elles sont portées aux potentiels électriques suivants :

- Pour P, $V_P = +240\text{ V}$
- Pour Q, $V_Q = 0\text{ V}$

On suppose que l'espace champ électrostatique est limité par un rectangle, représenté sur la figure.

1. Soit C un point situé au milieu des deux plaques, calculer le potentiel électrique en ce point.

2. Sur une demi-droite (Ox), on définit un repère d'espace (O, \vec{i}) . Soit M un point de cette demi-droite tel que $\overline{OM} = x$, avec $x \in [0, d]$; M est alors à un potentiel électrique V_M .

- a) Trouver l'expression de $V_M = f(x)$
- b) Tracer la représentation graphique de la fonction $V_M = f(x)$, avec $x \in [0, d]$.

EXERCICE 8

Les électrons pénètrent en O entre les plaques P_1 et P_2 à la vitesse horizontale 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. 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 plaques

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

4.2 Calculer la d.d.p $V_M - V_K$ sachant que $MK = 1,3\text{ cm}$.

4.3 En déduire la valeur de la d.d.p $V_0 - V_M$.

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 F. Calculer le déplacement verticale ou déflexion électrique de $O'F$

On donne : longueur des plaque $l = 10\text{ cm}$; $IO' = 40\text{ cm}$.

