

Travail de la force électrostatique

Exercice 1

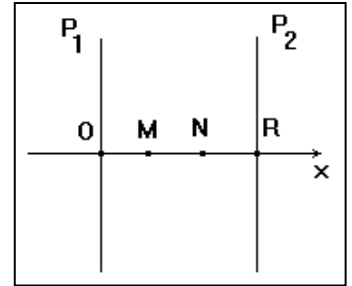
Une charge $q = 10^{-7}$ C se déplace en ligne droite, de A vers B, dans un champ électrique uniforme \vec{E} , d'intensité $E = 600$ V/m, tel que $(\vec{AB}, \vec{E}) = 30^\circ$. Calculer :

- 1) le travail de la force électrostatique qui s'exerce sur la charge q au cours du déplacement AB.
- 2) La valeur de la tension U_{AB} . Distance $AB = L = 1,5$ cm.

Exercice 2

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

- 1) Quels sont la direction, le sens et l'intensité du champ électrique \vec{E} , supposé uniforme, qui règne dans le domaine \mathcal{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 $x_M = 2$ cm et $x_N = 7$ cm. Calculer les d.d.p $V_O - V_M$; $V_O - V_N$; $V_M - V_N$.
- 3) Un électron pénètre dans le domaine \mathcal{D} , au point R , avec une vitesse nulle.



Donner les caractéristiques de la force électrostatique \vec{F} qui s'exerce sur lui. Quelle est la vitesse de l'électron à son passage en N , en M , puis en O ?

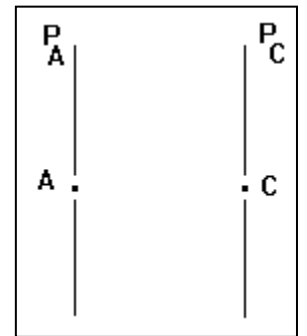
- 4) Calculer le travail W_{MN} (\vec{F}) de la force \vec{F} lorsque l'électron se déplace de N au point M .

On donne : $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg ; charge : $-e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Exercice 3

Des ions Zn^{2+} entrent en A avec une vitesse \vec{V}_A considérée comme nulle, dans une région où règne un champ électrostatique uniforme créé par deux plaques verticales P_A et P_C (figure).

- 1) Quels doivent être les signes des charges portées respectivement par P_A et P_C pour que les ions soient accélérés entre A et C ?
- 2) Une mole d'ions de zinc II a pour masse 65,4 g. Quelle est la masse d'un ion ? Quel est son poids ?
 $N = 6,02 \cdot 10^{23}$ mol $^{-1}$; $g = 9,8$ N/kg.
- 3) La différence de potentiel $V_A - V_C$ est telle que $|V_A - V_C| = 2 \cdot 10^3$ V. La distance entre les plaques est $d = 4$ cm.



- a) Quelles sont les caractéristiques de \vec{E} entre P_A et P_C ? Ainsi que celles de la force électrostatique ?
- b) Pourquoi un ion venant de A sort-il en C tel que AC soit un segment horizontal ?
- c) Quelle est la vitesse d'un ion en C ?
- 4) Que deviendrait la vitesse précédente si :
 - d est multiplié par 2 ;
 - d reste le même et $V_A - V_C$ est divisé par 2 ?

Exercice 4

Une goutte d'huile est en équilibre entre deux plaques parallèles, chargées, horizontales. La charge de la goutte est 10 fois la charge de l'électron. Le champ électrique \vec{E} entre les plaques est uniforme. $E = 2 \cdot 10^5$ V/m.

- 1) Quelles sont les forces appliquées à la goutte d'huile ?
- 2) Quelle est la plaque chargée positivement ?
- 3) Quelle est la masse d'une goutte ?
- 4) La masse volumique de l'huile étant $0,95$ g/cm 3 , quel est le rayon de la goutte supposée sphérique ?
- 5) La goutte se met brutalement à tomber. Pour l'arrêter il faut doubler la valeur du champ électrostatique. Quelle est la nouvelle charge de la goutte ? Que peut-on faire pour modifier le champ électrique ?

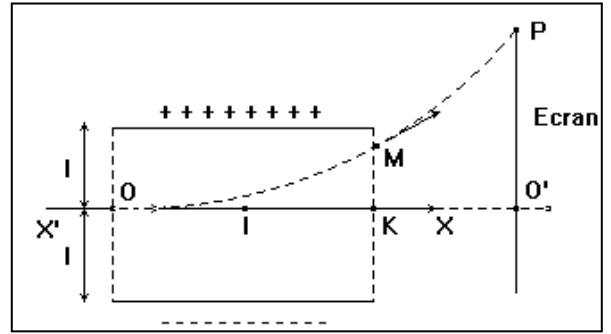
Exercice 5

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 $\ell = 3$ cm des deux plaques et $v_0 = 10^7$ m/s.

- 1) On établit entre les plaques la tension $U_{P_2P_1} = U = 600$ V. Déterminer la direction, le sens et l'intensité du champ électrostatique \vec{E} , supposé uniforme, qui règne entre les plaques.
- 2) Déterminer les caractéristiques de la force électrostatique 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 électrique en O et en ressort en K.
- Montrer que la d.d.p entre les points O et K est nulle.
 - Calculer la d.d.p $V_M - V_K$ sachant que $MK = 1,3$ cm. En déduire la valeur de la d.d.p $V_O - V_M$.
- 4) Calculer la vitesse v 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 $[OK]$.
- A partir de M, en dehors de tout champ, quelle sera la trajectoire de l'électron ?
 - L'électron rencontre l'écran fluorescent (E), au point P. Calculer le déplacement vertical ou déflexion électrique $O'P$.

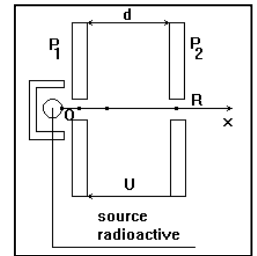


On donne : longueur des plaques $L = 10$ cm ; $IO' = 40$ cm.

Exercice 6

Une particule α (noyau d'hélium : ${}^4_2\text{He}^{2+}$), produite par une source radioactive, est émise au voisinage du point O avec une vitesse négligeable.

- 1) Quelle tension $U_{P_1P_2} = U$ faut-il appliquer entre les plaques P_1 et P_2 , distantes de $d = 20$ cm, pour que la particule traverse la plaque P_2 en R à la vitesse $v = 10^3$ km/s ?
- 2) Donner les caractéristiques du champ \vec{E} supposé uniforme entre les plaques.
- 3) Quelle est en Joules puis en électronvolts, l'énergie cinétique de la particule α à son passage au point R ?



Données relatives à la particule α :

- masse $m = 6,660 \cdot 10^{-27}$ kg
- charge $q = + 2e = 3,2 \cdot 10^{-19}$ C

Exercice 7

Les particules α sont des noyaux d'atomes d'hélium ${}^4_2\text{He}^{2+}$.

- 1) Quelle est la charge électrique de la particule α ?
- 2) L'énergie cinétique d'une particule α est $E_c = 5,4$ MeV. Quelle est sa vitesse ?
- 3) La particule α précédente a été accélérée par un champ électrostatique \vec{E} : elle y est entrée en un point A avec l'énergie cinétique $E_{cA} = 4,2$ MeV pour en sortir en un point B avec l'énergie cinétique $E_{cB} = 5,4$ MeV. Calculer la valeur de la tension $U_{AB} = U$ nécessaire à cette accélération.
 - Masse d'une particule α : $m = 6,64 \cdot 10^{-27}$ kg.
 - Charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Exercice 8:

On donne: $m = 7 \times 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg ; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C ; $U_1 = |U_{PQ}| = 450$ V ; $d_1 = 8$ cm

Le poids des particules sera négligé devant la force électrostatique. Des ions ${}^7\text{B}^{3+}$ du bore de masse m sont produits dans une chambre d'ionisation. Ils partent du point O_1 avec une vitesse nulle et sont accélérées entre les plaques P et Q où ils arrivent en O_2 avec une vitesse v_2 .

1.
 - 1.1. Quel est le signe de U_{PQ} , tension créée entre les plaques P et Q.
 - 1.2. Représenter le champ électrostatique \vec{E}_1 qui y règne. Calculer E_1 .
 - 1.3. Donner la valeur de la charge q d'un ion ${}^7\text{B}^{3+}$.
 - 1.4. Calculer la vitesse v_2 d'un ion lorsqu'il arrive en O_2 .
2. En O_2 , les particules pénètrent dans un autre champ \vec{E}_2 créé par les plaques M_1 et M_2 distantes de $d_2 = 10$ cm. Les particules sortent par le point O'_3 .
 - 2.1. Quel est le signe de $U_2 = U_{M_1M_2}$ différence de potentiel entre les plaques M_1 et M_2 ?
 - 2.2. Calculer $U_2 = |U_{M_1M_2}|$ sachant que $O_3O'_3 = 4$ cm et $U_{O_3O'_3} = 10^4$ V
3. On choisit l'horizontale passant par O_2O_3 comme référence de l'énergie potentielle électrostatique. $O_3M_1 = O_3M_2 = \frac{d_2}{2}$.
 - 3.1. Quels sont les potentiels électriques des points O_2 ; M_1 ; O_3 ; O'_3 et M_2 ?
 - 3.2. Calculer l'énergie mécanique de la particule ${}^7\text{B}^{3+}$ en O_2 et son énergie potentielle électrostatique en O'_3 .
 - 3.3. En utilisant la conservation de l'énergie mécanique, calculer sa vitesse v_3 en O'_3 .

