Fiche N°2-5-1
Champ électrique

Détecteur de fumée

2. Détecteur ionique de fumées

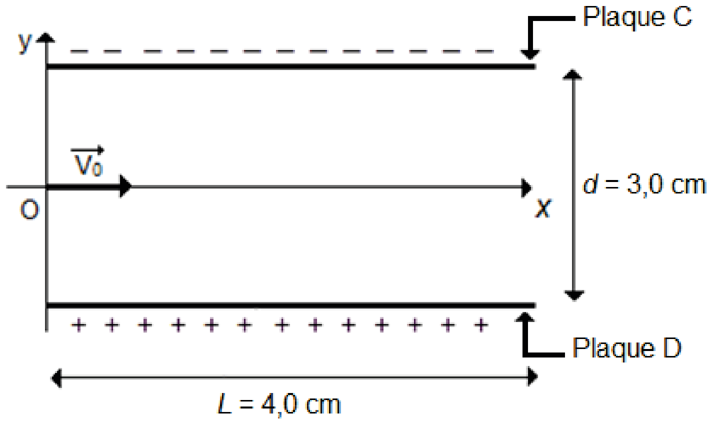
2.1. Poids de la particule α : $P = m_\alpha \cdot g$

$P = 6{,}64\times10^{-27} \times 9{,}81 = 6{,}51\times10^{-26}$ N

Force électrostatique : $F_e = q_\alpha . E = 2e.\dfrac{U}{d}$

$F_e = 2 \times 1{,}6\times10^{-19} \times \dfrac{9{,}0}{3{,}0\times10^{-2}} = 9{,}6\times10^{-17}$ N

On vérifie que la force électrique est très largement supérieure à la force poids.



2.2. Dans un condensateur plan, le champ électrique $\vec{E}$ a une direction perpendiculaire aux plaques, et un sens orienté vers la plaque chargée négativement.

Pour la force électrostatique, **F_e** comme E

$\vec{F_e} = 2.e.\vec{E}$, elle possède les mêmes sens et direction que $\vec{E}$.

Remarque : $\vec{E}$ et $\vec{F_e}$ sont représentés sans soucis d'échelle, et chaque vecteur possède sa propre échelle.

2.3. On applique la **deuxième loi de Newton** au système {particule α}, dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

$\vec{F_e} = \dfrac{dp}{dt} = \dfrac{dm_\alpha . v}{dt} = \dfrac{dm_\alpha}{dt}.v + m_\alpha.\dfrac{dv}{dt}$ comme m_α = Cte alors $\dfrac{dm_\alpha}{dt} = 0$

et il vient $\vec{F_e} = m_\alpha.\dfrac{dv}{dt} = m_\alpha.\vec{a}$

$2.e.\vec{E} = m_\alpha.\vec{a}$

$\vec{a} = \dfrac{2.e.\vec{E}}{m_\alpha}$

Fiche N°2-5-1
Champ électrique

Détecteur de fumée

Le vecteur accélération a même sens et même direction que le vecteur champ $\vec{E}$.

Par projection suivant les axes du repère, on obtient $\vec{a}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = \dfrac{2.e.E}{m_\alpha} = \dfrac{2.e.U}{m_\alpha.d} \end{cases}$

Comme $\vec{a} = \dfrac{d\vec{v}}{dt}$, en primitivant on obtient $\vec{v}\begin{cases} v_x = 0 + C_1 \\ v_y = \dfrac{2.e.U}{m_\alpha.d}.t + C_2 \end{cases}$ où C_1 et C_2 sont des constantes d'intégration qui dépendent des conditions initiales.

À t = 0, $\vec{v_0}\begin{cases} v_{0x} = v_0 \\ v_{0y} = 0 \end{cases}$, on en déduit que $C_1 = v_0$ et $C_2 = 0$.

Donc $\vec{v}\begin{cases} v_x = v_0 \\ v_y = \dfrac{2.e.U}{m_\alpha.d}.t \end{cases}$

Soit G le centre d'inertie de la particule α, $\vec{v} = \dfrac{d\vec{OG}}{dt}$ donc $\vec{OG}\begin{cases} x = v_0.t + C_3 \\ y = \dfrac{2.e.U}{2.m_\alpha.d}.t^2 + C_4 \end{cases}$,

ainsi $\vec{OG}\begin{cases} x = v_0.t + C_3 \\ y = \dfrac{e.U}{m_\alpha.d}.t^2 + C_4 \end{cases}$.

À t = 0, le point G est confondu avec l'origine du repère $\vec{OG}\begin{cases} x = 0 \\ y = 0 \end{cases}$, on en déduit que $C_3 = C_4 = 0$.

Ainsi $\vec{OG}\begin{cases} x = v_0.t & (1) \\ y = \dfrac{e.U}{m_\alpha.d}.t^2 & (2) \end{cases}$

2.4. D'après l'équation horaire (1), $t = \dfrac{x}{v_0}$. Avec $x = L$, on a $t = \dfrac{L}{v_0}$.

On remplace t par cette expression dans l'équation horaire (2) : $y_L = \dfrac{e.U}{m_\alpha.d}.\left(\dfrac{L}{v_0}\right)^2$.

$y_L = \dfrac{1,6\times10^{-19}\times9,00}{6,64\times10^{-27}\times3,0\times10^{-2}}.\left(\dfrac{4,0\times10^{-2}}{1,6\times10^{7}}\right)^2$ = $4,5\times10^{-8}$ m

Fiche N°2-5-1 Champ électrique

Détecteur de fumée

La valeur de y_L est très proche de zéro, ainsi la particule n'a quasiment pas été déviée. On peut considérer que sa trajectoire est une droite et donc que le mouvement est rectiligne.

2.5. $E_C = \frac{1}{2}.m_\alpha.v_0^2$

$E_C = \frac{1}{2}\times 6,64\times 10^{-27}\times(1,6\times 10^{7})^2 = 8,5\times10^{-13}$ J, on convertit en électron-volt en divisant par $1,6\times10^{-19}$, ainsi $E_C = 5,3\times10^{6}$ eV = 5,3 MeV >> 12 eV.

Cette énergie cinétique est largement supérieure à l'énergie nécessaire pour ioniser les molécules de dioxygène.