

A savoir

Mouvements dans un champ électrique

Accélération de la particule.

Le système est une particule de charge q , de masse m et de vitesse initiale V_0 .

Le système est soumis : à la force électrique $\vec{F} = q \vec{E}$

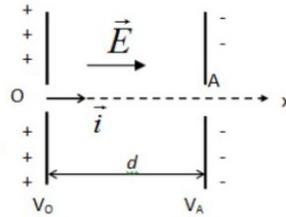
le poids \vec{P} négligeable devant \vec{F} : $\vec{P} \ll \vec{F}$

=> la seule force agissant sur la particule est la force électrique

On applique la deuxième loi de Newton : $m \vec{a} = q \cdot \vec{E}$

L'accélération est donnée par : $\vec{a} = \frac{q \vec{E}}{m}$

- où \vec{a} : Accélération de la particule chargée (m/s²)
- q : Charge électrique de la particule (C)
- \vec{E} : Champ électrique constant (N/C)
- m : Masse de la particule (kg)



Equation de la trajectoire de la particule.

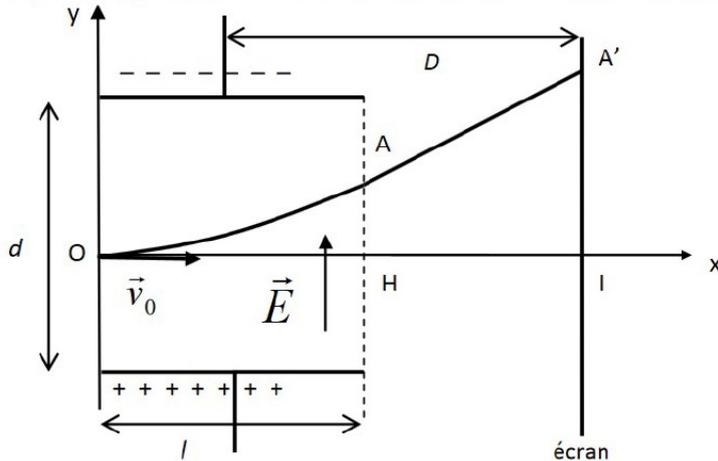
Pour trouver le vecteur vitesse, on cherche une primitive : $\vec{V} = \frac{q}{m} \cdot \vec{E} \cdot t + \vec{V}_0$

Si \vec{E} et \vec{V}_0 sont parallèle, la vitesse de la particule augmente et est donnée par :

On peut projeter la relation vectorielle sur un axe (Ox) : $V_x = (qE/m) \cdot t + V_{0x}$

Équation du mouvement de la particule

Le système « particule » est étudié dans le référentiel laboratoire.



$$\sum \vec{F}_{ext} : \vec{F} = q \cdot \vec{E}$$

$$C.I : m \vec{a} = q \cdot \vec{E}$$

La projection de la relation vectorielle :

$$a_y = \frac{dv_y}{dt} = qE/m \Rightarrow v_y = qEt/m$$

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = 0 \Rightarrow v_x = v_0$$

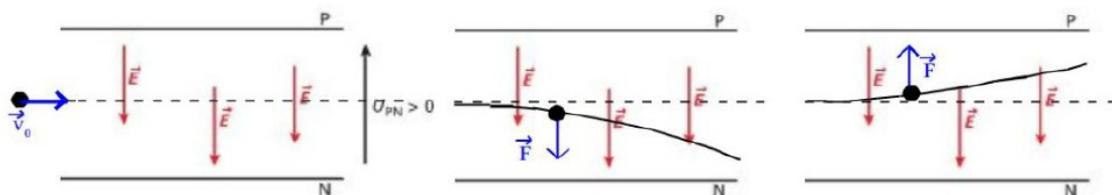
$$Y = qEt^2/(2m)$$

$$X = v_0 \cdot t$$

Particule à l'entrée

particule chargée positivement

particule chargée négativement



Afin de prévenir des risques d'incendies, l'installation de détecteurs de fumées est obligatoire dans tous les logements depuis janvier 2016. Il existe différents types de détecteurs comme les détecteurs optiques ou les détecteurs ioniques.

Dans cet exercice, on étudiera un détecteur de fumée, puis on s'intéressera au choix de l'emplacement du détecteur dans le cadre de la protection des personnes.

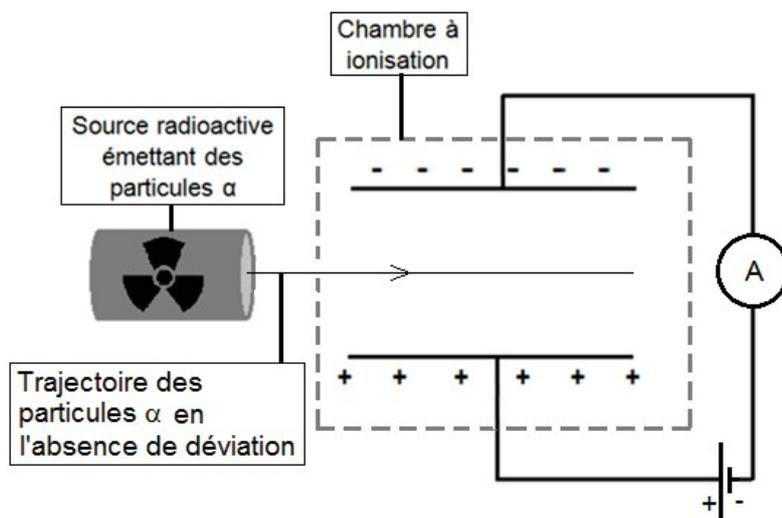


Figure 2

Le principe de ce détecteur de fumées repose sur l'ionisation de l'air par des particules α . En l'absence de fumées, ces particules arrachent des électrons aux molécules de dioxygène et de diazote présentes dans la chambre à ionisation. Pour le dioxygène, l'ionisation nécessite un apport d'énergie de 12 eV par molécule.

Les ions et les électrons formés par l'ionisation de l'air sont soumis à un champ électrique uniforme entre deux plaques. Un courant électrique de faible intensité apparaît alors dans le circuit électrique (figure 2).

Lorsque la fumée pénètre dans la chambre à ionisation, une partie des électrons et des ions issus de l'ionisation se fixe aux poussières de fumées. La baisse de l'intensité du courant électrique qui en résulte déclenche un avertisseur sonore.

Données :

1 électronvolt (eV) = $1,6 \times 10^{-19}$ J ;

charge élémentaire : $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C ;

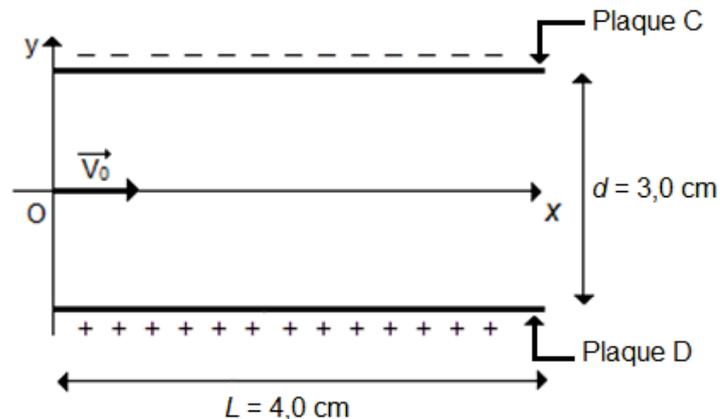
pour un condensateur plan, le champ électrostatique E est reliée à la tension U et à la distance d qui sépare les plaques par la relation : $E = \frac{U}{d}$;

charge de la particule α : $q_\alpha = + 2 e$;

masse d'une particule α : $m_\alpha = 6,64 \times 10^{-27}$ kg ;
intensité du champ de pesanteur terrestre : $g = 9,81$ m.s⁻².

On s'intéresse au mouvement d'une particule α arrivant dans la chambre à ionisation en l'absence de fumée. Cette particule arrive en un point O avec un vecteur vitesse initiale \vec{v}_0 parallèle aux plaques C et D du condensateur plan (voir figure 3).

Une tension constante $U = 9,0$ V est appliquée entre les deux plaques C et D. La valeur de la vitesse initiale v_0 est égale à $1,6 \times 10^7$ m.s⁻¹.



On étudie le mouvement de la particule α dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

À l'instant $t = 0$, la particule α est au point O.

Figure 3. Schéma du condensateur plan de la chambre à ionisation

Lors de cette étude, on négligera les éventuelles collisions avec les molécules de l'air ainsi que la valeur du poids de la particule α devant la valeur de la force électrostatique \vec{F}_e subie par cette particule.

2.1. Vérifier quantitativement que l'hypothèse concernant le poids de la particule α est justifiée.

2.2. Reproduire sur la copie le schéma de la figure 3 puis y représenter le champ électrostatique \vec{E} et la force électrostatique \vec{F}_e que subit la particule α au point O. Justifier.

2.3. Établir que les équations horaires du mouvement de la particule α sont :

$$\begin{cases} x(t) = v_0 \cdot t \\ y(t) = \left(\frac{e \cdot U}{m_\alpha \cdot d} \right) \cdot t^2 \end{cases}$$

2.4 Déterminer la valeur de la coordonnée y_L de la particule lorsqu'elle a parcouru une distance suivant l'axe Ox égale à $L = 4,0$ cm. Expliquer pourquoi le mouvement de cette particule peut être considéré comme rectiligne dans la chambre d'ionisation.

2.5. Montrer que l'énergie cinétique initiale des particules α est suffisante pour ioniser des molécules de dioxygène.