

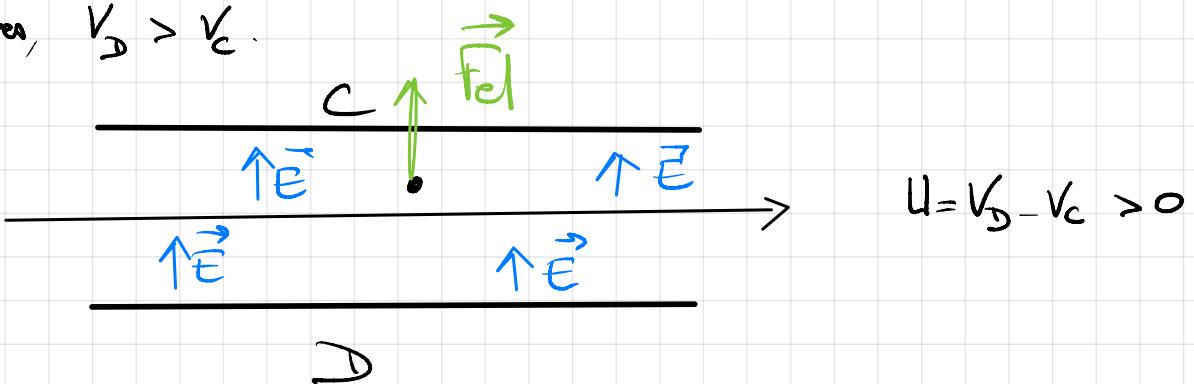
Particule α dans un champ électrique uniforme

1. $q = +\lambda e$ pour le noyau d'hélium

$$\text{AN } q = 2 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} = 3.2 \times 10^{-19} \text{ C}$$

2. \vec{F}_{el} doit être dirigée vers le haut, avec $\vec{F}_{el} = \lambda e \vec{E}$. \vec{E} et \vec{F}_{el} sont donc deux vecteurs colinéaires et de même sens : \vec{E} est dirigé vers le haut. Comme \vec{E} s'éloigne des charges positives et est dirigé vers les charges négatives, $V_D > V_C$.

3.



4.

Système = { ${}^4_{\alpha}\text{He}$ }

Référentiel = {terrestre supposé galiléen}

Interactions : * Syst- \vec{E} : \vec{F}_{el}

* Syst- \vec{g} : négligeable

Deuxième loi de Newton : $m \vec{a} = \vec{F}_{el} = \lambda e \vec{E} \quad (\Rightarrow) \quad \vec{a} = \frac{\lambda e}{m} \vec{E}$

Projections : $\vec{a} = \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{pmatrix} \quad \vec{E} = \begin{pmatrix} 0 \\ E \\ 0 \end{pmatrix}$

donc $a_x = 0$ Pas de mouvement ou mouvement uniforme (rectiligne)

$a_y = \frac{\lambda e}{m} E$ Mouvement uniformément accéléré

$a_z = 0$ Pas de mouvement ou mouvement uniforme (rectiligne)

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = 0 \Rightarrow v_x(t) = A$$

$$a_y = \frac{dv_y}{dt} = \frac{\lambda e}{m} E \Rightarrow v_y(t) = \frac{\lambda e}{m} E t + B \quad \text{constantes}$$

$$a_z = \frac{dv_z}{dt} = 0 \Rightarrow v_z(t) = C$$

$$\underline{\text{Cdt initiales}} \quad \vec{v}_0 \begin{pmatrix} v_0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$v_x(0) = A = 0 \quad \text{Mouvement uniforme}$$

$$v_y(0) = 0 = \frac{qe}{m} E \times 0 + B \Rightarrow B = 0$$

$$v_z(0) = 0 = C \quad \text{Pas de mouvement}$$

Prévisible car aucune force horizontale n'est présente donc accélération horizontale nulle.

$$v_x(t) = v_0$$

$$v_y(t) = \frac{qe}{m} E t$$

$$v_z(t) = 0$$

} Le mouvement s'effectue dans le plan (Oxy).

$$v_x = \frac{dx}{dt} = v_0 \Rightarrow x(t) = v_0 t + D \quad \text{constantes}$$

$$v_y = \frac{dy}{dt} = \frac{qe}{m} E t \Rightarrow y(t) = \frac{qeE}{m} t^2 + F$$

$$\underline{\text{Cdt initiales}} \quad \vec{v}_0 \begin{pmatrix} v_0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$x(0) = v_0 \times 0 + D = 0 \Rightarrow D = 0$$

$$y(0) = \frac{qeE}{m} \times 0^2 + F = 0 \Rightarrow F = 0$$

$$x(t) = v_0 t$$

$$y(t) = \frac{qeE}{m} t^2$$

5. Trajectoire: $t = \frac{x}{v_0} \Rightarrow y(x) = \frac{qeE}{m} \left(\frac{x}{v_0}\right)^2 \Rightarrow y(x) = \frac{qeE}{mv_0^2} x^2$

Comme $E = \frac{U}{d}$, $y(x) = \frac{qeU}{mv_0^2 d} x^2 \Rightarrow U = \frac{mv_0^2 d y}{ex^2}$

6. S $\left(\frac{l}{y_s}\right)$ donc $U = \frac{mv_0^2 d y_s}{el^2}$

AN $U = \frac{6,64 \times 10^{-27} \text{ kg} \times (5,00 \times 10^5 \text{ m.s}^{-1})^2 \times 4,00 \times 10^{-2} \text{ m} \times 1,00 \times 10^{-2} \text{ m}}{1,6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 5,00 \times 10^{-2} \text{ m}}$

$$U = 8,3 \times 10^1 \text{ V}$$

Il est donc nécessaire de connaître t_s .

7. $v_s = \sqrt{v_x(t_s)^2 + v_y(t_s)^2}$

t_s est tel que $x(t_s) = l = v_0 t_s$ donc $t_s = \frac{l}{v_0}$

$$v_x(t_s) = v_0 \quad \text{et} \quad v_y(t_s) = \frac{2eE}{m} t_s = \frac{2eE}{m} \frac{l}{v_0}$$

finalement $v = \sqrt{v_0^2 + \left(\frac{2eE}{m} \frac{l}{v_0}\right)^2} = \sqrt{v_0^2 + \left(\frac{2eUe}{mdv_0}\right)^2}$

AN $v = \sqrt{(5,00 \times 10^5)^2 + \left(\frac{2 \times 1,6 \times 10^{-19} \times 83 \times 5,00 \times 10^{-2}}{6,64 \times 10^{-22} \times 4,00 \times 10^{-2} \times 5,00 \times 10^5}\right)^2}$

$v = 5,0 \times 10^5 \text{ m.s}^{-1} \approx v_0$ Puisque la vitesse verticale gagnée est négligeable comparée à la vitesse horizontale que la particule possède à l'entrée.

8. Théorème de l'EC : $\Delta E_c = W(\vec{F}_el)$

d'où $\frac{1}{2}mv_s^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = 2e\vec{E} \cdot \vec{OS}$

$$\vec{E} \begin{pmatrix} 0 \\ E \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \vec{OS} \begin{pmatrix} l \\ y_s \\ 0 \end{pmatrix} = E y_s = \frac{4y_s}{d}$$

d'où $v_s = \sqrt{v_0^2 + \frac{4e}{m} \frac{4y_s}{d}}$

On peut exprimer y_s en fonction de l à l'aide de l'équation de la trajectoire

$$y_s = \frac{el^2l^2}{mv_0^2d} \quad \text{d'où} \quad v_s = \sqrt{v_0^2 + \frac{4e}{m} \times \frac{4}{d} \times \frac{el^2l^2}{mv_0^2d}} = \sqrt{v_0^2 + \left(\frac{2eUl^2}{mv_0d}\right)^2} = v_s$$

On retrouve bien l'expression de la vitesse établie à la question précédente.