

Chapitre 7 : Mouvement dans un champ uniforme

Feuille d'évaluation à rendre obligatoirement avec la copie

Correction activité documentaire n°7.2 : Étude d'un accélérateur linéaire de particules (LINAC)

Inspiré de Belin éducation

1 La particule doit avoir une charge électrique pour être propulsée par la force électrostatique.

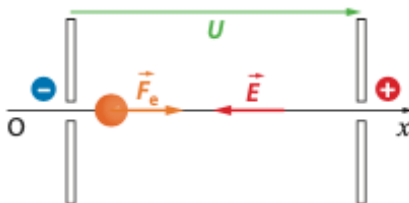
2 La masse d'un ion est égale à celle de son noyau.
La masse de l'ion hydrure est égale à la masse d'un proton $m_p = 1,67 \times 10^{-27}$ kg et la valeur absolue de sa charge à la charge élémentaire.

$\frac{F_e}{P} = \frac{|q|\mathcal{E}}{m_{H-g}gd} = \frac{eU}{m_pgd} = 9,8 \times 10^{10}$ en prenant $U = 1\,000$ V et $d = 0,1$ m donc $F_e \gg P$, le poids est négligeable devant la force électrique.

3 L'énergie cinétique vaut $\mathcal{E}_c = \frac{1}{2}mv^2$ donc $v = \sqrt{\frac{2\mathcal{E}_c}{m_p}}$

\mathcal{E}_c (MeV)	3	50	100	160
\mathcal{E}_c (J)	$4,8 \times 10^{-13}$	$8,0 \times 10^{-12}$	$1,6 \times 10^{-11}$	$2,6 \times 10^{-11}$
v ($m \cdot s^{-1}$)	$2,4 \times 10^7$	$9,8 \times 10^7$	$1,4 \times 10^8$	$1,8 \times 10^8$

4 Le mouvement de (l'ion H^-) est étudié dans le référentiel terrestre supposé galiléen.
Les coordonnées des vecteurs sont données dans le repère Ox porté sur la figure.



Conditions initiales :

À $t = 0$, le système est en O et sa vitesse est nulle.

D'après la deuxième loi de Newton : $\sum \vec{F}_{ext} = m_p \times \vec{a}$

Comme le poids est négligeable : $\vec{F}_e = m_p \times \vec{a}$

$\vec{F}_e = -e\vec{E}$ donc l'expression de l'accélération est $\vec{a} = -\frac{e\mathcal{E}}{m_p}$.

En projetant sur l'axe Ox : $a_x = -\frac{e\mathcal{E}_x}{m_p}$ avec $\mathcal{E}_x = -\mathcal{E}$.

Finalement : $a_x = \frac{e\mathcal{E}}{m_p}$

• Par définition : $a_x = \frac{dv_x(t)}{dt} = \frac{e\mathcal{E}}{m_p}$ donc $v_x(t)$ est une primitive de $\frac{e\mathcal{E}}{m_p}$ qui est constant.

$v_x(t) = \frac{e\mathcal{E}}{m_p} \times t + C$, la constante C est égale à la vitesse initiale donc $C = 0$. Finalement : $v_x(t) = \frac{e\mathcal{E}}{m_p} \times t$

• Par définition : $v_x(t) = \frac{dx(t)}{dt}$ donc $x(t)$ est une primitive de $v_x(t) = \frac{e\mathcal{E}}{m_p} \times t$.

$x(t) = \frac{1}{2} \times \frac{e\mathcal{E}}{m_p} \times t^2 + K$, la constante $K = 0$ (position initiale de l'ion hydrure).

Finalement : $x(t) = \frac{1}{2} \times \frac{e\mathcal{E}}{m_p} \times t^2$