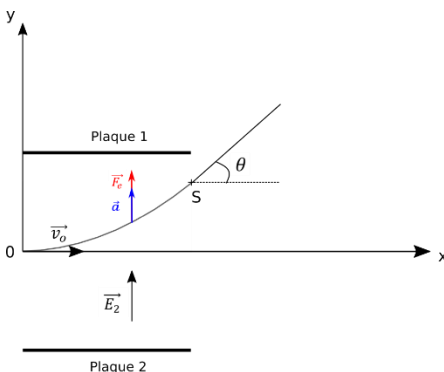


Corrigé de l'exercice 1 : le cyclotron

10 points

Corrigé	Barème
<p>1. Calcul du rapport $\frac{F_e}{P}$:</p> $\frac{F_e}{P} = \frac{qE_1}{mg} = \frac{1,6 \times 10^{-19} \times 3,5 \times 10^3}{1,7 \times 10^{-27} \times 9,8} = 2,4 \times 10^{10}$ <p>Le poids du proton est négligeable devant la force électrostatique.</p>	<p>* EL F_e * EL P * AN et Conclusion</p>
<p>2. Théorème de l'énergie cinétique :</p> $\Delta E_c = \sum W_{AB}(\vec{F})$ <p>Le système étudié est le proton, il n'est soumis qu'à la force électrostatique :</p> $\begin{aligned} \Delta E_c &= W_{OA}(\vec{F}_e) \\ \Delta E_c &= \vec{F}_e \cdot \vec{OA} \\ \Delta E_c &= e\vec{E}_1 \cdot \vec{OA} \\ \Delta E_c &= eE_1 L_1 \end{aligned}$	<p>* Théorème cité ** Démarche EL</p>
<p>3. Entre le point O et le point A :</p> $\Delta E_c = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = eE_1 L_1$ <p>La vitesse initiale du proton est nulle, donc :</p> $\frac{1}{2}mv_1^2 = eE_1 L_1$ <p>On en déduit :</p> $v_1 = \sqrt{\frac{2L_1 e E_1}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 5,0 \times 10^{-2} \times 1,6 \times 10^{-19} \times 3,5 \times 10^3}{1,7 \times 10^{-27}}}$ $v_1 = 1,8 \times 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	<p>* EL avec CI * EL v_1 * AN</p>
<p>4. La variation d'énergie cinétique est donnée par la relation :</p> $\Delta E_c = eE_1 L_1$ <p>Elle ne dépend que de valeurs constantes, la variation d'énergie cinétique est donc constante à chaque traversée de la zone de champ électrostatique.</p>	<p>** Justification claire</p>
<p>5. L'énergie cinétique totale gagnée par le proton est donc égale à N fois celle gagnée pour 1 tour :</p> $\begin{aligned} E_{c(\text{totale})} &= N E_{c(1 \text{ tour})} \\ E_{c(\text{totale})} &= N \times eE_1 (2L_1) \\ N &= \frac{E_{c(\text{totale})}}{2eE_1 L_1} \\ N &= \frac{\frac{1}{2}mv_{\text{déflecteur}}^2}{2eE_1 L_1} \end{aligned}$ $N = \frac{1,7 \times 10^{-27} \times (3,1 \times 10^7)^2}{4 \times 1,6 \times 10^{-19} \times 3,5 \times 10^3 \times 5,0 \times 10^{-2}} = 1,5 \times 10^4 \text{ tours}$	<p>* Démarche pour l'expression de N * EL N * AN N</p>
<p>6. Le travail de la force électrostatique est donné par la relation :</p> $\Delta E_c = W_{OA}(\vec{F}_e) = eE_1 L_1 = eU_1$ <p>La tension U étant maintenue constante, l'augmentation de L_1 n'a aucun effet sur la vitesse atteinte par le proton.</p>	<p>* raisonnement clair et rigoureux</p>

<p>7. Le proton de charge électrique positive est attiré par la plaque n°1 qui est donc chargée négativement.</p>	<p>* Justification</p>
<p>8. La force électrostatique est colinéaire au champ électrostatique. D'après la 2^{ème} loi de Newton, l'accélération est colinéaire à la force électrostatique.</p> 	<p>* Justification</p> <p>*</p> <p>* Tracé \vec{F}_e et \vec{a}</p>
<p>9. 2^{ème} loi de Newton :</p> <p>Dans un référentiel galiléen, la résultante des forces exercées sur un système est égale au produit de sa masse et de l'accélération de son centre de masse.</p> $\sum \vec{F} = m\vec{a}_G$ <p>Système : le proton Référentiel : terrestre, supposé galiléen Force appliquée : force électrique \vec{F}_e</p> $\vec{F}_e = m\vec{a}_G$ $\vec{F}_e = q\vec{E}$ $q\vec{E} = m\vec{a}_G$ <p>La charge électrique du proton vaut e, donc :</p> $\vec{a}_G = \frac{e}{m}\vec{E} \begin{cases} a_x(t) = 0 \\ a_y(t) = +\frac{eE}{m} \end{cases}$	<p>* 2^{ème} loi de Newton</p> <p>* force appliquée expression de \vec{a}</p> <p>* expression des coordonnées</p>
<p>10. Les coordonnées de $\vec{v}(t)$ sont donc des primitives de celles de $\vec{a}(t)$. À $t = 0$, $v_x(0) = v_0$ et $v_y(0) = 0$, donc :</p> $v_x(t) = v_0$ $v_y(t) = \frac{eE}{m}t$ <p>Les coordonnées de $\vec{OM}(t)$ sont donc des primitives de celles de $\vec{v}(t)$: À $t = 0$, $x(0) = 0$ et $y(0) = 0$. Ainsi :</p> $x(t) = v_0 t$ $y(t) = \frac{1}{2} \frac{eE}{m} t^2$	<p>* primitives et CI</p> <p>* expression des coordonnées</p> <p>* primitives et CI</p> <p>* expression des coordonnées</p>
<p>11. Pour établir l'équation de la trajectoire, on effectue un changement de variable :</p> $t = \frac{x}{v_0}$ <p>Ainsi :</p> $y(x) = \frac{1}{2} \frac{eE}{m} \left(\frac{x}{v_0}\right)^2$ $y(x) = \frac{eE}{2mv_0^2} x^2$	<p>** raisonnement pour trouver l'équation de la trajectoire</p>

12. L'altitude y_S du proton vaut :

$$y_S = \frac{eE}{2mv_0^2} L^2$$

$$y_S = \frac{1,6 \times 10^{-19} \times 6,0 \times 10^6}{2 \times 1,7 \times 10^{-27} \times (3,1000 \times 10^7)^2} (6,0 \times 10^{-2})^2$$

$$y_S = 1,1 \text{ mm}$$

* EL de y_S

* AN

13. D'après l'équation horaire $y(t)$:

$$y_S = \frac{1}{2} \frac{eE}{m} t_S^2$$

Donc :

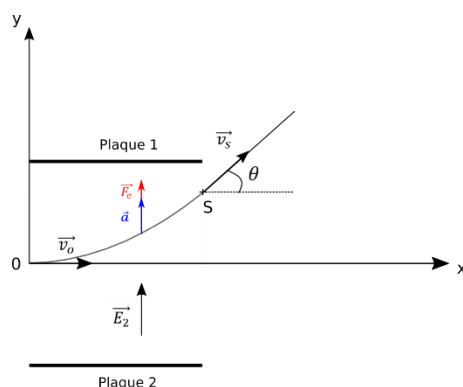
$$t_S = \sqrt{\frac{2my_S}{eE}} = \sqrt{\frac{2 \times 1,7 \times 10^{-27} \times 1 \times 10^{-3}}{1,6 \times 10^{-19} \times 6,0 \times 10^6}} = 1,9 \times 10^{-9} \text{ s}$$

* EL de y_S

* EL de t_S

* AN

14.



**

15. D'après les coordonnées :

$$\tan \theta = \frac{v_{sy}}{v_0}$$

$$\theta = \arctan \left(\frac{v_{sy}}{v_0} \right)$$

$$\theta = \arctan \left(\frac{\frac{eEt_S}{m}}{v_0} \right)$$

$$\theta = \arctan \left(\frac{eEt_S}{mv_0} \right)$$

$$\theta = \arctan \left(\frac{1,6 \times 10^{-19} \times 6,0 \times 10^6 \times 1,9 \times 10^{-9}}{3,1000 \times 10^7 \times 1,7 \times 10^{-27}} \right) = 1,7^\circ$$

* EL de θ

* AN

16. Plus y_S est grand plus l'angle de déflexion est grand.

$$y_S = \frac{eE}{2mv_0^2} L^2$$

Donc pour augmenter pour augmenter y_S , il faut augmenter la valeur du champ E donc diminuer la distance d entre les plaques.

* Explication claire